

**Richard Dawkins**

**S o b e c k ý**  
**gen**

MLADÁ FRONTA

Copyright © Oxford University Press 1976  
This Edition © Richard Dawkins 1989 This translation of *The Selfish Gene*, Second Edition Originally published in 1989  
is published by arrangement with Oxford University Press  
Tento překlad 2. vydání *Sobeckého genu*, které anglicky původně vyšlo roku 1989,  
vychází na základě dohody s nakladatelstvím Oxford University Press  
Translation © Vojtěch Kopský, 1998  
Epilogue © Jan Zrzavý, 1998

ISBN 80-204-0730-8

## Předmluva k vydání z roku 1976

Tato kniha by měla být čtena téměř jako science fiction. Byla pojata tak, aby zapůsobila na představivost. Není to však vědecká fikce: je to věda. Přirovnání „fantastičtější než fantazie“, jakkoli může znít jako fráze, je přesným vyjádřením pocitů, které ve mně probouzí svět kolem nás. Jsme nástroji přežití - robotickými vehikly slepě naprogramovanými k uchování sobeckých molekul známých jako geny. Tato skutečnost mě stále naplňuje úžasem. Přestože je mi známa už řadu let, stále jsem se s ní ještě zcela nevyrovnal. Doufám, že se mi podaří vzbudit stejný úžas i v ostatních.

Když jsem psal tuto knihu, nahlíželi mi přes rameno tři imaginární čtenáři, jimž má být věnována. Prvním je běžný čtenář, laik, v jehož zájmu jsem se téměř zcela vyvaroval odborných pojmů a tam, kde nebylo vyhnoutí, jsem je přesně definoval. V poslední době mi začíná být divné, proč se nesnažíme vyhýbat odbornému žargonu i v odborných časopisech. Předpokládal jsem, že laik nemá žádné odborné vzdělání, což neznamená, že bych jej pokládal za hlupáka. Přehnaným zjednodušováním může vědu popularizovat kdokoli. Já jsem tvrdě pracoval na pokusu popularizovat některé jemnější a složitější myšlenky bez použití matematického jazyka, aniž bych zastřelil jejich obsah. Nevím, jak dalece jsem uspěl v tomto směru, jakož i ve svých dalších záměrech, jimiž jsem chtěl učinit tuto knihu vzrušující a poutavou tak, jak si to její námět zaslouhuje. Už dlouho jsem pocítoval, že na biologii by se mělo pohlížet jako na poutavou detektivku, jíž bezesporu je. Netroufám si doufat, že jsem sdělil více než malý zlomek fascinace, kterou tato oblast skýtá.

Mým druhým pomyslným čtenářem je odborník. Je ostře kritický a nad mnohými z mých analogií a slovních obrátů začíná mírně lapat po dechu. Jeho oblíbenými slovními obraty jsou „Ovšem s výjimkou...“ , „Avšak na druhé straně..“ a „Ehm“. Pozorně jsem mu naslouchal, dokonce jsem celou jednu kapitolu přepracoval tak, aby pro něj byla přijatelná, ale svůj příběh nakonec musím vyprávět svými slovy. Odborník tedy nebude zcela spokojen se způsobem, jímž věci říkám. Přesto bych si upřímně přál,

aby i on zde našel něco nového: nový pohled na známé myšlenky, možná i podnět pro jeho vlastní nové nápady. Pokud je takový záměr příliš nadsazený, snad mohu alespoň doufat, že mu má kniha příjemně ukrátí dlouhou chvíli ve vlaku.

Třetím čtenářem, na něhož jsem myslel, je student, který se právě v tuto chvíli stává z laika odborníkem. Pokud není zatím definitivně rozhodnut, jakému oboru se věnovat, snad jej povzbudím k tomu, aby se znovu zamyslel nad svým vlastním oborem, zoologií. Pro studium zoologie jsou zde závažnější důvody než její možná „užitečnost“ nebo obecná obliba zvířátek. Tím důvodem je, že my - zvířata - jsme nekomplikovanější a nejdokonalejší stroje v poznaném vesmíru. Z tohoto pohledu je spíše nepochopitelné, proč se tolik lidí rozhoduje pro studium něčeho jiného! Pro studenta, který se už pro zoologii rozhodl, bude mít, jak doufám, moje kniha jistou vzdělávací hodnotu. Čeká ho studium původních článků a knih, na nichž je má práce založena. Budou-li se mu původní práce zdát těžko stravitelné, snad mu má nematematická interpretace pomůže jako uvedení do tematiky a její doplnění.

Pokus oslovit současně tři rozdílné skupiny čtenářů v sobě skrývá mnohá úskalí. Mohu jen poznamenat, že jsem jim věnoval velkou pozornost a doufám, že budou vyvážena výhodami tohoto pokusu.

Jsem etolog a toto je kniha o chování zvířat. Můj vztah k etologické tradici, v níž jsem byl školen, bude zřejmý. Je to především vliv Niko Tinbergena, který patrně sotva tušil, jak velmi mě ovlivnil během těch dvanácti let, kdy jsem pod ním pracoval v Oxfordu. Termín „nástroj přežití“ sice není přímo od něj, ale snadno by mohl být. Etologie byla však v současnosti posílena přílivem nových myšlenek z oblastí, které nebývají s etologií tradičně spojovány. Tato kniha je ve větší míře založena právě na těchto nových myšlenkách. Jejich autoři budou uvedeni v příslušných pasážích v textu; nejdůležitějšími postavami jsou zde G. C. Williams, John Maynard Smith, W. D. Hamilton a Robert L. Trivers.

Řada lidí pro tuto knihu navrhovala zajímavé názvy; některé z nich jsem vědecky použil jako názvy kapitol: „Nesmrtelné šroubovice“ Johna Krebse, „Nástroje genů“ Desmonda Morrise a „Genesmanship“ [původní název 6. kapitoly, v českém překladu pozmeněný - pozn. překl.] Tima Cluttona-Brocka a Jean Dawkinsové (nezávisle na nich i Stephe-na Pottera).

Moji imaginární čtenáři mi sice mohli posloužit jako cíle mých zbožných přání a nadějí, ale od skutečných čtenářů a kritiků můžete očekávat více praktické pomoci. Jsem zvyklý věčně revidovat, a tak Marian Dawkin-sová musela přelouskat četné koncepty a přepisy jedné každé stránky.

Bez její důkladné znalosti biologické literatury a pochopení teoretických problémů a jejího neúnavného povzbuzování a morální podpory bych knihu patrně ani nenaspsal. John Krebs přečetl celý koncept knihy. Ví o problému více než já a štědře mě zahrnoval radami a návrhy.

Glenys Thompsonová a Walter Bodmer kritizovali můj výklad genetických problémů dobromyslně, ale nekompromisně. Obávám se, že ani má revize je plně neuspokojí, ale doufám, že text shledají alespoň o něco vylepšený. Jsem jim velmi zavázán za to, kolik času a trpělivosti mému textu věnovali. John Dawkins prokázal neomylný talent k vyhledávání zavádějících obrátů a poskytl mi vynikající konstruktivní návrhy na jejich nahrazení. Nemohl jsem si přát vhodnějšího „inteligentního laika“ než Maxwella Stampa. Díky jeho vnímavosti se mi podařilo odstranit zásadní obecný nedostatek stylu prvního konceptu, což velmi prospělo definitivní verzi. Dalšími, kdo konstruktivně kritizovali jednotlivé kapitoly nebo mi jinak poskytli odborné rady, byli John Maynard Smith,

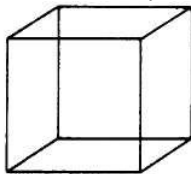
Desmond Morris, Tom Maschler, Nick Blurton Jones, Sarah Kettlewellová, Nick Humphrey, Tim Clutton-Brock, Louise Johnsonová, Christopher Graham, Geoff Parker a Robert Trivers. Pat Searleová a Stephanie Verhoevenová nejenom zručně přepisovaly text, ale zároveň mě svým nadšením povzbuzovaly. Závěrem bych rád poděkoval Michaelu Rodgersovi z nakladatelství Oxford University Press, který kromě užitečné kritiky rukopisu projevil snahu daleko překračující rámec jeho povinností při dohledu na všechny stránky přípravy mé knihy.

*Richard Dawkins*

## Předmluva k vydání z roku 1989

Za dvanáct let od vydání *Sobeckého genu* se jeho ústřední myšlenka stala učebnicovým postulátem. Je to paradoxní, byť poněkud nezvyklým způsobem. Není to jedna z těch knih, kterým bylo jakožto revolučním spíláno v době jejich vydání a jež si postupně získaly své stoupence, až se staly natolik uznávanými, že se všichni až podívovali, co bylo smyslem toho povyku na začátku. Právě naopak. Počáteční recenze byly uspokojivě příznivé a kniha nebyla nejprve vnímána jako kontroverzní. Její pověst coby sporného díla nabývala na síle teprve postupem času a dnes je považována za práci radikálně extremistickou. Nicméně zatímco se *pověst* knihy stávala stále extremističtější, její *obsah* se zdál méně a méně extrémní a byl víc a více běžně přijímán.

Teorie sobeckého genu je Darwinova teorie vyjádřená způsobem, který by Darwin sice nepoužil, ale jehož výstižnost - jak alespoň doufám - by jistě rozpoznal a ocenil. V podstatě je to nový výhonek ortodoxního neodarwinismu, ale vyjádřený v novém obalu. Místo aby se soustředil na jednotlivý organismus, nahlíží na přírodu z pohledu samotného genu. Je to jiný způsob pohledu, nikoli jiná teorie. Na úvodních stránkách knihy *The Extended Phenotype (Rozšířený fenotyp)* jsem to vysvětloval za pomoci metafory Neckerovy krychle.



Je to dvourozměrný obrázek, ale je vnímán jako průhledná trojrozměrná krychle. Jestliže se na ni na několik sekund zadíváte, váš vjem se změní na krychli v odlišné orientaci. Po chvíli se zase vrátí zpět. Obě představy odpovídají obrazu na sítnici, a proto mezi nimi mozek s potěšením

přechází. Ani jeden z těchto vjemů není správnější než druhý. Chtěl jsem tím ukázat, že jsou dva způsoby nahlížení na přírodní výběr: z pohledu genu a z pohledu jedince. Pokud jsou dobře pochopeny, jsou rovnocenné jako dva pohledy na stejnou pravdu. Můžete mezi nimi přecházet, a bude to stále stejný neodarwinismus.

Dnes si myslím, že moje metafora byla až příliš opatrná. Když vědec přijde s novým přístupem, jak nahlížet na známé teorie či fakta, pak takový přístup může být někdy přínosnější než objev nové teorie nebo objasnění nového poznatku. Model Neckerovy krychle je zavádějící, protože naznačuje, že oba způsoby nahlížení na věc jsou stejně hodnotné. Dlužno dodat, že tato metafora vystihuje alespoň částečně to podstatné: „správnost úhlů pohledu“ totiž na rozdíl od teorií nemůže být ověřena experimentálně a nemůžeme na ni ani aplikovat obvyklá kritéria pro potvrzování a vyvracení. Ale změna pohledu nám, v nejlepším případě, může přinést cosi vznešenějšího než teorie. Může vytvořit nové myšlenkové prostředí, v němž se třeba zrodí řada vzrušujících teorií, které pak můžeme ověřovat, a v němž bude odhaleno mnoho do té doby skrytých skutečností. To metafora Neckerovy krychle neodráží. Vystihuje pouze myšlenku přeskočení z jednoho pohledu do druhého, nedocení však jeho význam. Nemluvíme zde o něčem, co je prohozením rovnocenných pohledů, ale v krajních případech o úplném přehodnocení pohledu.

Nerad bych mylně přisoudil nějaký takový význam mému skromnému příspěvku. Ale i tak je to důvod, proč od sebe nechci tvrdě odlišit vědu a její „popularizaci“. Objasňování myšlenek, které se zatím objevily jen v odborné literatuře, je nelehké umění. Je k němu zapotřebí originálních slovních obrátů a odhalujících metafor. Zajdete-li s obměnami jazyka a s metaforami dostatečně daleko, můžete se dobrat k novému pohledu. A nový pohled, jak jsem právě uvedl, může být svým způsobem originální příspěvek vědě. Samotný Albert Einstein nebyl nijak významným popularizátorem. Míval jsem podezření, že jeho jedinečné metafory udělaly víc, než jen pomohly nám ostatním. Nepoháněly vlastně i jeho tvůrčího génia?

Pohled na darwinismus z pozice genu je nastíněn už ve spisech R. A. Fishera a dalších velkých průkopníků neodarwinismu v časných třicátých letech. Plně jej však vyslovil až W. D. Hamilton a G. C. Williams v šedesátých letech. Jejich chápání problému považuji za vizionářské, zato jejich vyjádření za příliš stručné a nedostatečně hlasité. Byl jsem skálopevně přesvědčen, že rozšířená a rozvinutá verze by mohla sladit otázky života tak, aby do sebe zapadaly. Chtěl jsem napsat knihu zabývající se evolucí z pohledu genu. Měla se soustředit na příklady společen-

ského chování a omezit podvědomý skupinový selekcionismus, který se tehdy v evoluční biologii rozšířil. Knihu jsem začal psát v roce 1972, když výpadky proudu narušily mou práci v laboratoři. Ty naneštěstí (z jednoho pohledu) skončily po dvou kapitolách, a tak jsem v psaní až do roku 1975, kdy jsem dostal studijní dovolenou, nepokračoval. Zatím byla teorie rozvinuta zvláště Johnem Maynardem Smithem a Robertem Triversem. Dnes si uvědomuji, že to bylo jedno z těch tajemných období, kdy nové myšlenky přímo visely ve vzduchu. *Sobecký gen* jsem psal ve stavu horečnatého vzrušení.

Když se se mnou z nakladatelství Oxford University Press spojili kvůli druhému vydání, trvali na tom, že obvyklé úpravy textu stranou po straně nebyly na místě. Některé knihy jsou jakoby určeny k řadě vydání, *Sobecký gen* však k nim nepatří. První vydání mělo mladistvý nádech doby, kdy bylo napsáno. Byl v něm náznak revolučnosti, nádech Wordsworthova „bláženého úsvitu“. Bylo by škoda měnit dítě té doby, nacpat ho novými poznatky nebo ho zamotat do komplikací. Proto jsem ponechal text v původní podobě, se všemi kazy, „sexistickými“ zájmeny a dalšími prohřešky.

Dodatky na konci pokryjí opravy, odezvy a rozšíření. Navíc přibyly nové kapitoly (12. a 13.) o tématech, ve kterých byl v posledních revolučních letech zaznamenán pokrok. Pro tyto kapitoly posloužily jako inspirace dvě knihy, které mě v poslední době nejvíce zaujaly: *The Evoluti-on of Cooperation (Evoluce spolupráce)* Roberta Axerolda, neboť ta, jak se zdá, nabízí naději do budoucna, a má vlastní práce *Rozšířený fenotyp*, neboť ona podle mě oné době dominovala a je to nejspíš nejlepší věc, kterou jsem kdy napsal, byť to zrovna nemusí znamenat, že je bůhvíjak výjimečná.

Název kapitoly „Milí hoši skončí první“ jsem si vypůjčil z televizního programu BBC *Horizont*, který jsem uváděl roku 1985. Šlo o pa-desátiminutový dokument o využití teorie her při studiu evoluce spolupráce, vytvořený Jeremym Taylorem. Natáčení tohoto dokumentu a ještě dalšího, *Slepého hodináře*, se stejným režisérem mě naplnilo respektem k jeho povolání. Tvůrci *Horizontu* (některé z jejich programů lze shlédnout i v Americe, často pod názvem *Nova*) se dostávají na úroveň pokročilých studentů v daném tématu. 12. kapitola dluží mé zkušenosti se spoluprací s Jeremym Taylorem a skupinou *Horizontu* za více než jen za název a za vše jsem jim vděčný.

Nedávno jsem se dozvěděl nepříjemnou věc. Někteří vlivní vědci se podepisují pod publikace, na nichž nemají žádnou zásluhu. Vypadá to, že někteří starší vědci trvají na částečném autorství, přestože nepřispěli ničím víc než místem v laboratoři, grantovými penězi či pročitáním kon-

ceptu. Pokud je mi známo, řada vědců si vybudovala reputaci na pracích studentů a kolegů! Nevím, co proti takové nepoctivosti dělat. Možná by měli vydavatelé požadovat, aby každý ze spoluautorů napsal přesný seznam toho, čím k dané publikaci přispěl. Zmiňuji se o tom na okraj, abych podtrhl určitý kontrast. Helena Croninová toho pro zlepšení každé věty, každé formulace udělala tolik, že by měla být uvedena jako spoluautor všech nových doplňků této knihy, což však neoblomně odmítala. Jsem jí hluboce zavázán a je mi líto, že se má vděčnost musí omezit pouze na tuto zmínku. Musím také poděkovat Marku Ridleymu, Marian Dawkin-ové a Alanu Grafenovi za rady a konstruktivní kritiku jednotlivých částí a Thomasi Websterovi, Hilary McGlynnové a dalším z nakladatelství Oxford University Press za to, s jakým nadhledem tolerovali mé vrtochy a okolky.

*Richard Dawkins*

## **Obsah**

Kde se vzali lidé? .....	8
Replikátory .....	11
Nesmrtelné šroubovice .....	14
Nástroje genů .....	23
Agrese a stabilní strategie sobeckých strojů .....	31
Sobci sobě .....	41
Plánované rodičovství .....	49
Souboj generací .....	54
Souboj pohlaví .....	60
Podrbej mě na zádech, já se svezu na tvých .....	69
Memy: nové replikátory .....	77
Milí hoši skončí první .....	82
Dlouhé prsty genu .....	96
Dodatky .....	108
Kde se vzali lidé? .....	108
Replikátory .....	109
Nesmrtelné šroubovice .....	109
Nástroje genů .....	112
Agrese a stabilní strategie sobeckých strojů .....	114
Sobci sobě .....	117
Plánované rodičovství .....	121
Souboj pohlaví .....	121
Podrbej mě na zádech a já se svezu na tvých .....	127
Memy: nové replikátory .....	131

## Kde se vzali lidé?

Inteligentní život kdekoli ve vesmíru se stává dospělým ve chvíli, kdy nalezneme odpověď na otázku svého původu. První otázka, kterou by si položili představitelé mimozemské civilizace, když by chtěli určit stupeň vyspělosti naší civilizace, by zněla: „Zdalipak už objevili evoluci?“ Živé organismy obývaly Zemi, aniž by věděly proč, více než tři miliardy let, než jednomu z nich svítla jiskřička poznání. Jeho jméno bylo Charles Darwin. Dodejme poctivě, že jisté náznaky pravdy už objevili jeho předchůdci, ale až Charles Darwin sestavil ucelené a obhájitelné zdůvodnění naší existence. Darwin nám umožnil dát rozumnou odpověď na zvědavou dětskou otázku v titulu této kapitoly. Už se nemusíme utíkat k pověrám, staneme-li tvář v tvář hlubokým problémům: „Má život nějaký smysl? Proč jsme tady? Co je člověk?“ K poslední z těchto otázek uvedl význačný zoolog G. G. Simpson následující: „Rád bych poukázal na to, že všechny pokusy zodpovědět tuto otázku před rokem 1859 jsou bezcenné a uděláme nejlépe, když je zcela pomíneme.“<sup>1</sup>

Dnes je evoluční teorie asi stejně zpochybnitelná jako tvrzení, že Země obíhá okolo Slunce, ale ještě jsme si zdaleka neuvědomili všechny její důsledky. Zoologie je stále na univerzitách menšinovým oborem a i mnozí z těch, kdo se pro ni rozhodnou, často ani plně nedoceňují její hluboký filozofický význam. Filozofie a obory známé jako „humanitní“ jsou stále vyučovány téměř tak, jako by Darwin nikdy nežil. To se bezpochyby časem změní. Tato kniha nicméně není obecnou obhajobou darwinismu. Chtěl bych se spíše zaměřit na důsledky evoluční teorie v jednom úzkém odvětví. Mým zájmem je zkoumat biologii sobectví a altruismu.

Toto téma není zajímavé jen pro odborníky. Má význam pro každého z nás. Dotýká se každé stránky našeho společenského života, naší lásky a nenávisti, bojů i spolupráce, darů i krádeží, chamtivosti i štědrosti. O podobných tématech pojednávala už Lorenzova kniha *Takzvané zlo (Das Sogenannte Böse)*, Ardreyho *The Social Contract (Společenská smlouva)* i *Love and Hate (Láska a nenávist)* Eibla-Eibesfeldta. Autoři těchto knih však problém pochopili zcela a naprosto špatně, a to proto, že špatně porozuměli mechanismu evoluce. Vyšli z chybného předpokladu, že v evoluci je podstatnější dobro druhu (nebo skupiny) než dobro jedince (čili genu). Je ironií, že Ashley Montagu kritizuje Lorenze a nazývá ho přímým pokračovatelem myslitelů 19. století, hlasatelů „přírody s krvavými zuby a drápy“. Já jsem z Lorenzova pohledu na evoluci pochopil, že by s Montaguem souhlasil a také by odmítl narážku Tennysonova slavného verše. Já si na rozdíl od obou myslím, že výraz „příroda s krvavými zuby a drápy“ vystihuje moderní pojetí přírodního výběru velmi dobře.

Než se dostanu k vlastnímu tématu knihy, rád bych stručně na příkladu přiblížil, čeho se toto téma týká a čeho ne. Pokud bychom se o někom dozvěděli, že prožil úspěšný život v chicagském podsvětí, byli bychom oprávněni vytvořit si přibližný úsudek o tom, jaký to člověk asi byl. Nejspíš bychom odhadli, že to byl drsný chlapík s pohotovou spouští a schopností udržet si věrné přátele. Tyto závěry by nebyly neomylné, ale určitě je možné udělat si přibližnou představu o povaze nějakého člověka, známe-li podmínky, ve kterých přežil a prosperoval. Hlavním tématem této knihy je představa, že, my i všechny ostatní organismy jsme nástroji vytvořenými našimi geny. Stejně jako úspěšný chicagský gangster přežily i naše geny, v některých případech miliony let, ve světě silné konkurence. To nás opravňuje očekávat u svých genů jisté vlastnosti. Musím prozradit, že u úspěšného genu by měla být nejvýraznější vlastností nemilosrdná sobeckost. Tato sobeckost genu zpravidla vede k sobeckosti v chování jedince. Avšak - jak uvidíme - pro gen je v některých situacích výhodné provozovat určitou omezenou formu altruismu na úrovni jednotlivých organismů. Klíčovými slovy v poslední větě jsou „některých“ a „omezenou“. Přestože bychom rádi věřili opaku, všeobecná láska a blaho jako takové nedávají z hlediska evoluce smysl.

To mi přivádí na mysl první věc, o které bych chtěl jasně říci, že *nepadá* do tématu této knihy. Nejsm zastáncem morálky založené na zákonech evoluce.<sup>2</sup> Říkám, jak se věci vyvinuly. Neříkám, jak by se lidé z morálního hlediska měli chovat. To bych chtěl zdůraznit, neboť vím, že bych mohl být snadno nepochopen lidmi, kteří nerozliší konstatování toho, jak to podle nás v přírodě chodí, od prosazování toho, jak by to mělo být. Mám pocit, že v lidské společnosti řídící se zákonem nemilosrdné sobeckosti bychom nežili příliš šťastně. Bohužel tím, že nějakou skutečnost shledáme politováníhodnou, se jí ještě nezabýváme. Tato kniha vás má hlavně seznámit s jistými zajímavostmi, a pokud v ní najdete nějaké morální ponaučení, berte to spíš jako varování. Uvědomte si stejně jako já, že pokud chceme budovat společnost, kde budou všichni obětavě a nesobecky spolupracovat v zájmu společného užítku, můžeme od naší

biologické přirozenosti čekat jen pramalou podporu. Zkusme se *učit* obětavosti a altruismu, neboť všichni se rodíme sobectví. Zkusme předvídat, co mají naše sobecké geny v plánu, protože jen tak bychom mohli mít šanci zabránit jejich úmyslům, a toho žádný jiný živočišný druh nedosáhl.

Na okraj těchto poznámek o učení dodejme, že je omyl, a shodou okolností velmi častý, domnívat se, že geneticky dané charakterové rysy jsou samozřejmě trvalé a nezměnitelné. Naše geny nás mohou navádět k sobeckosti, ale my nejsme povinni se jimi nechat řídit. Bude těžší se naučit altruismu, než kdybychom byli geneticky podmíněni altruisté. Mezi zvířaty se člověk odlišuje tím, že je ovládán kulturou, tedy naučenými a předanými podněty. Jsou lidé, kteří se domnívají, že kultura díky svému mohutnému vlivu na člověka nedá genům, ať už sobeckým či ne, šanci projevit se v jeho charakteru. Jiní by s tím nesouhlasili. Záleží na tom, k čemu se přiklánějí ve sporu „výchova versus dědičnost jako determinanty lidské povahy“. A další věcí, kterou se zde nemíním zabývat, je vyzdvihování jednoho z těchto názorů. Mám samozřejmě svůj názor, ten však vyjádřím až v pohledu na kulturu v 11. kapitole. I kdyby se zjistilo, že chování moderního člověka skutečně nesouvisí s jeho geny, i kdybychom skutečně byli tak jedineční mezi ostatními zvířaty, stejně by bylo zajímavé prozkoumat pravidla, jimiž se příroda řídí. A bylo by to ještě důležitější, pokud nejsme tak výjimečnými živočichy, za jaké se rádi pokládáme.

Dále bych chtěl upozornit na to, že tato kniha nemá být ani sbírkou dopodrobna vylíčených prvků chování člověka či jiného živočišného druhu. Konkrétní detaily mi poslouží jen k ilustraci. Nemíním vám vnucovat, že například sledujeme-li chování paviana a shledáme je sobeckým, pak je pravděpodobně sobecké i chování lidské. Logika mého příkladu s gangsterem je postavena jinak. Lidé, stejně jako paviani, se vyvinuli přírodním výběrem. Pokud se podíváme na to, jak



přírodní výběr funguje, zjistíme, že by všechny organismy vzniklé touto cestou měly být sobecké. Když tedy sledujeme chování člověka, paviána či různých jiných živých tvorů, předpokládáme, že bude sobecké. Můžeme se však zmylit v našich předpokladech a člověk se bude chovat skutečně altruisticky. Pak budeme postaveni před záhadu, která volá po vysvětlení.

Než se pustíme dále, měli bychom si ještě cosi ujasnit. Tvor, jako třeba pavián, je pokládán za altruistického, pokud svým chováním prospěje jinému tvorů na svůj úkor. Sobecké chování má opačný důsledek. Prospěch je chápán jako zvýšení šance na přežití, a to i tehdy, když se jeho vliv na skutečné vyhlídky přežití *zdá* zanedbatelný. Jeden z překvapujících

maného jevu. Uvádím je pro lepší představu o tom, co nazývám altruistickým a sobeckým na úrovni jedince. V této knize se dozvíte, jak lze altruismus i sobeckost jedince objasnit pomocí prvotního zákona, zákona *so-beckosti genu*. Nejdříve se však musím vypořádat s jedním, poměrně častým chybným výkladem altruismu, výkladem všeobecně známým, a dokonce vyučovaným na školách.

Tento výklad altruismu je založen na mylné domněnce, o níž jsem se už zmínil, že se živé organismy vyvinuly tak, aby konaly činy „pro dobro druhu“ či „pro dobro skupiny“. Lehko se dopátráme, jak se tato domněnka mohla uchytit v biologii. Většinu času obětují zvířata zájmu rozmnožování a většinu činů altruistického sebeobětování pozorovaných v přírodě konají rodiče ve prospěch svého potomstva. „Zachování druhu“ je běžný eufemismus pro reprodukci a je nepochybně jejím *důsledkem*. Je zapotřebí jen nepatrně překroucené logiky, abychom mohli usoudit, že „zachování druhu“ je „funkce“ rozmnožování. Odtud stačí jen maličký zavádějící krůček k závěru, že zvířata se chovají způsobem směřujícím k udržení druhu. Zdá se, že altruismus vůči příslušníkům druhu z toho vyplývá.

Tento sled úvah může být volně vyjádřen v darwinovských pojmech. Evoluce funguje na základě přírodního výběru, což znamená přežití „zdatnějšího“. Myslíme tím zdatnějšího jedince, rasu, druh, nebo něco jiného? V některých případech to nehraje žádnou roli, ale v případě altruismu je odpověď zásadně důležitá. Pokud v tom, co Darwin nazval „bojem o přežití“, mezi sebou soupeří druhy, pak je jedinec pouze pěstákem, který bude obětován, až to bude ve vyšším zájmu druhu jako takového. Vyjádřeno o něco formálněji - u skupiny, například u druhu či u populace, kde je každý jednotlivec připraven obětovat se pro blaho druhu, je menší pravděpodobnost, že druh vyhyne, než u druhu, kde se každý jedinec chová jen ve svém sobeckém zájmu. Proto se svět zaplňuje skupinami skládajícími se z obětavých jedinců. To tvrdí zastánci teorie skupinového výběru. Dlouhou dobu byla biologie, kteří nebyli dostatečně seznámeni s detaily evoluční teorie, pokládána za pravdivou. Byla znovu uvedena do povědomí ve slavné knize V. C. Wynna-Edwardse a zpopularizována Robertem Ardreyem ve *Společenské smlouvě*. Přestože se ortodoxní alternativě běžně říká „výběr jedinců“, já bych raději hovořil o výběru genů.

Zastánce teorie výběru jedinců by na zmíněné argumenty reagoval asi následovně. Téměř určitě by se i ve skupině altruistů našla menšina jedinců odmítajících se obětovat. Sobecký rebel, připravený zneužívat altruismu ostatních, má větší naději, že přežije a bude mít potomstvo, než ostatní. Tito potomci mohou zdědit jeho sobecké vlastnosti. Po několika generacích bude altruistická skupina zaplavena sobeckými jedinci a nerozlišíme ji od skupiny sobců. I za předpokladu nepravděpodobně náhodné existence skupiny složené původně pouze z altruistů bychom se těžko vyhnuli přeměně se sobeckými jedinci ze sousedních skupin. Křížení s nimi by pak ovlivnilo čistotu skupiny z hlediska altruismu.

Zastánci individuálního výběru připouštějí, že skupiny vymírají a přežití skupiny může záviset na chování jednotlivců v dané skupině. Mohli by i připustit, že *kdyby* jedinci v dané skupině mohli předvídat, uvědomili by si, že z dlouhodobého hlediska je v jejich zájmu omezit svou sobeckou chamtivost a zabránit zničení celé skupiny. Kolikrát v posledních letech muselo být něco podobného řečeno pracujícím v Británii? Vyhnutí skupiny je však nesmírně dlouhý proces oproti rychlým změnám v soutěži mezi jedinci. Sobečtí jedinci mohou i v době, kdy skupina směřuje k zániku, prosperovat na úkor altruistů. Občan Spojeného království může být obdarován schopností vidět do budoucna, ale evoluce je v tomto směru slepá.

Přestože teorie skupinového výběru má pouze malou podporu mezi profesionálními biologi, kteří rozumějí evoluci, má svůj intuitivní půvab. Generace absolventů studia zoologie, když začnou s odbornou praxí, s překvapením zjišťují, že to není ortodoxní pohled na věc. Nelze jim to však dávat za vinu, vždyť i v Nuffieldově příručce pro učitele biologie najdeme takovou větu: „U vyšších živočichů může mít chování i podobu sebevraždy jedince pro zajištění přežití druhu.“ Anonymní autor tohoto díla klidně přehlíží skutečnost, že řekl něco rozporuplného. Z tohoto hlediska patří do společnosti, která zahrnuje i některé laureáty Nobelovy ceny. V knize *Takzvané zlo* pojednává Konrád Lorenz o funkcích agresivity pro zachování druhu. Jednou z těchto funkcí je zajistit, že jenom nejzdatnějším jedincům je umožněno rozmnožit se. Je to skvostný příklad definice kruhem, a uvádím jej, abych ukázal, že teorie skupinového výběru je tak hluboce zakořeněná, že si Lorenz, stejně jako autor Nuffiel-dovy příručky, zřejmě neuvědomil, že jeho tvrzení jsou v rozporu s Darwinovou teorií.

Nedávno jsem slyšel rozkošnou ukázkou stejné chyby v jinak výborném televizním pořadu o australských pavoucích. „Expertka“ tohoto programu pozorovala, že většina mladých pavouků jednoho druhu skončí jako potrava jiného druhu. Okomentovala to slovy: „Možná je to skutečný důvod jejich existence, vždyť pro zachování druhu stačí, aby jich přežilo pár!“

Robert Ardrey ve své *Společenské smlouvě* předkládá obecné vysvětlení společenského řádu na základě teorie skupinového výběru. Zjevně považuje člověka za živočišný druh, který se odklonil od zvířecí přímocharosti.

Je vidět, že Ardrey se v oboru alespoň trochu orientuje a jeho rozhodnutí nesouhlasit s ortodoxní teorií bylo uvážené. Zaslouží si za ně pochvalu.

Možná je jedním z důvodů velkého ohlasu teorie skupinového výběru její celkový soulad s morálními a politickými ideály většiny z nás. Sice se jako jedinci často chováme sobecky, ale ve svých idealistických chvilích oslavujeme a obdivujeme ty, kdo kladou blaho jiných na první místo. Trochu nás však mate, v jaké šíři máme interpretovat pojem „druzí“. Altruismus uvnitř skupiny jde často ruku v ruce se sobectvím mezi skupinami. To je základ odborového hnutí. Na dalším stupni má nejpodstatnější prospěch z naší oběti národ a od mladých mužů se očekává, že jako jedinci položí život

pro větší slávu své vlasti. Mimoto jsou podporováni v zabíjení jiných jedinců, o kterých není známo nic víc, než že patří k jinému národu. (Je zajímavé, že požadovat od jedinců malé oběti v době míru má, v závislosti na míře, jakou rostou jejich životní standard, menší účinek než od nich požadovat, aby položili život.)

Dnes se vzrývá odpor proti rasismu a nacionalismu a tendence dosadit lidský druh za objekt pocitu sounáležitosti. Toto humanistické rozšíření cíle našeho altruismu má zajímavý logický důsledek. Zdá se být podporou teorie „pro blaho druhu“ v evoluci. Liberálové, kteří nejvíc přesvědčeně mluví o etice našeho druhu, často opovrhují těmi, kdo altruismus vztáhli i na další druhy. Šokoval bych mnoho lidí, kdybych řekl, že bych se raději zabýval záchranou velryb než zlepšováním bytové politiky.

Pocit, že jedinci vlastního druhu si spíše zaslouží morální ohledy než jedinci jiných druhů, je starý a hluboce vžitý. Vraždění lidí mimo válku je považováno za nejzávažnější zločin. Víc už naše společnost zatracuje snad jen pojidání lidí (dokonce i těch, co nebyli zabiti za účelem snědku). Zato pojidání jedinců jiných druhů nám vyhovuje. Mnozí z nás jsou ořesení popravami nejhorších lidských zločinců, zatímco mírné živočišné škůdce střílíme bez řádného soudu. Pro zábavu a rozptýlení zabíjíme členy jiných, bezbranných druhů. Lidský plod, jehož pocity nejsou o nic víc lidskými než pocity prvoka, si užívá daleko více úcty a právní ochrany než dospělý šimpanz. Ale šimpanz myslí, cítí a podle nedávných výzkumů je dokonce schopen naučit se jistou formu lidské řeči. Plod však patří k našemu druhu a tím okamžitě získává zvláštní privilegia a práva. Nevím, zda je možné etiku „druhismu“ (název zavedl Richard Ryder) řadit nad rasismus. Víím však, že nemá žádné místo v evoluční biologii.

Zmatek v lidské etice ohledně žádoucí úrovně altruismu (zda se má projevat na úrovni rodiny, národa, rasy, lidstva, či na úrovni všech živých organismů) je analogií zmatku v biologii ohledně úrovně, na které by mohl být očekáván v souladu s evoluční teorií. Ani skupinového selekcionistu by nepřekvapilo, kdyby se dvě soupeřící skupiny navzájem chovaly záškodnický. Tímto způsobem pomáhají své skupině v zápasu o omezené zdroje. Docela by mě zajímalo, jak takový skupinový selekcionista určí, která úroveň je důležitá. Jestliže selekce probíhá mezi skupinami jedinců jednoho druhu a mezi druhy, proč by neměla probíhat mezi většími skupinami? Druhy se skládají do rodů, rody do řádů, řády do tříd. Lvi i antilopy patří do třídy savců - právě tak jako my. Měli bychom snad proto očekávat, že lvi upustí od zabíjení antilop „pro blaho savců“? Určitě by měli místo nich lovit ptáky nebo plazy, aby ochránili třídu před vymřením. Co však záchrana celého kmene obratlovců?

Je snadné argumentovat pomocí *reductio ad absurdum* a poukazovat tak na slabá místa teorie skupinového výběru, ale nejdříve se musí vysvětlit očividná existence altruismu jedinců. Ardrey zachází tak daleko, že tvrdí, že jediným vysvětlením takového chování, jako je například „stot-ting“ (reakce, při níž jedinec, který upozoruje predátora, začne nápadně vyskakovat) u gazel Thomsonových, je skupinový výběr. Tyto energické a nápadné skoky před predátorem jsou analogií ptačího varovného volání. „Stotter“ varováním zbytku stáda upoutává pozornost predátora na sebe. Jsme zodpovědní za vysvětlení tohoto jevu a dalších podobných fenoménů. Ještě se k němu vrátíme v pozdějších kapitolách.

Ještě předtím musím vysvětlit, co mě vede k přesvědčení, že nejlepší pohled na evoluci je z hlediska výběru probíhajícího na nejnižší možné úrovni. V tomto jsem silně ovlivněn skvělou knihou *Adaptation and Natural Selection (Adaptace a přírodní výběr)* G. C. Williamse. Hlavní myšlenku, ze které budu vycházet, nastínil už v předgenetických dobách na sklonku století August Weismann - ve svém dogmatu o kontinuitě zárodečné plazmy. Budu se snažit dokázat, že základní jednotkou selekce, a tedy i starosti o sebe sama, není ani druh, ani skupina, dokonce ani jedinec. Je jí gen, jednotka dědičnosti.<sup>4</sup> Některým biologům může takový pohled na věc zpočátku připadat jako extrémní. Doufám, že až pochopí, jak to myslím, budou souhlasit, že do obvyklých představ o přírodě přesně zapadá, přestože je podán v nevšedním hávu. Rozvíjení důkazu zabere nějaký čas. Musíme začít na počátku u samotného vzniku života.

# Replikátory

Na počátku byla jednoduchost. Je dosti obtížné vysvětlit i počátky poměrně jednoduchého vesmíru. Považuji za zřejmé, že vysvětlit náhlé povstání plně vybaveného, uceleného řádu, jakým je život, nebo pokusné zopakování takového procesu by bylo ještě složitější. Darwinova teorie evoluce přírodním výběrem je uspokojující, protože ukazuje způsob, kterým jednoduchost přechází v komplexitu, způsob, jakým se mohly atomy bez řádu seskupovat ve stále složitější soustavy, až skončily lidmi. Z doposud navržených řešení hlubokého problému naší existence přináší Darwin jediné přijatelné. Pokusím se vysvětlit tuto velkou teorii obecněji, než je zvykem. Začnu s dobou před evolucí.

Darwinovo „přežití zdatnějšího“ je v podstatě speciálním případem obecnějšího pravidla *přežití stabilnějšího*. Vesmír je zabydlený stabilními věcmi. Aby si stabilní věc zasloužila své pojmenování, musí jít o soubor dostatečně stálý nebo běžný. Může to být jedinečný soubor atomů, jako třeba Matterhorn, který přetrvává dostatečně dlouho, aby za pojmenování stál. Nebo to může být *skupina* věcí, jako dešťové kapky, které vznikají s dostatečně vysokou frekvencí na to, aby mohly nést společné jméno, byť každá zvlášť trvá velmi krátce. Věci, které vidíme kolem sebe a o nichž si myslíme, že potřebují vysvětlení - skály, galaxie, vlny na moři -, jsou všechny, z větší či menší míry, stabilními soustavami atomů. Mýdlové bubliny mají tendenci vytvářet kulové plochy, protože je to nejstabilnější konfigurace pro tenké vrstvy vyplněné plynem. Ve vesmírných lodích je voda stabilní v kulovitých útvech, ale na Zemi je díky gravitaci její hladina vodorovná. Krystalky soli vytvářejí krychle, protože je to nejstabilnější uspořádání mezi ionty chloru a sodíku. Na Slunci probíhá fúze nejjednodušších atomů - atomů vodíku - a vznikají atomy helia, neboť v podmínkách, které tam panují, je konfigurace helia stabilnější. Složitější atomy se vytvářejí ve hvězdách po celém vesmíru už od velkého třesku, který podle převládající teorie dal vzniknout vesmíru. Takto vznikly i všechny prvky.

Někdy dojde ke srážce atomů, která vede ke vzniku chemické vazby, a vytvoří se molekula. Ta může být více či méně stabilní. Některé molekuly jsou poměrně veliké. Krystal, jakým je třeba diamant, může být považován za jedinou molekulu, v daném případě velice stabilní, ale také jednoduchou, neboť její vnitřní atomová struktura se donekonečna opakuje. V současných živých organismech nacházíme jiné, daleko komplexnější velké molekuly. Jejich komplexní struktura má několik úrovní. Příkladem takové molekuly je bílkovina hemoglobin, obsažená v červených krvinkách. Skládá se z řetězců menších molekul, z aminokyselin, z nichž každou tvoří několik tuctů přesně uspořádaných atomů. V molekule hemoglobinu je 574 molekul aminokyselin. Jsou uspořádány do čtyř řetězců, které se vzájemně proplétají a vytvářejí tak trojrozměrnou globulární strukturu úžasné složitosti. Model molekuly hemoglobinu vypadá spíše jako hustý ostnatý keř, na rozdíl od něj nemá hemoglobin strukturu nahodilou, ale přesně danou a neměnnou, identicky opakovanou bez jediné odchylky v 6 000 trilionech molekul v lidském těle. Každá větévka a každé stočení molekuly je přesně na svém místě, shodném u všech molekul hemoglobinu. Přesnost tvaru molekul bílkovin je založena na tom, že se jejich řetězce v závislosti na pořadí svých aminokyselin charakteristicky sbalí. Z toho vyplývá, že řetězce se shodnou sekvencí aminokyselin vytvoří stejnou prostorovou strukturu. Ostatní keře hemoglobinu se ve vašem těle svinují do svého „oblíbeného“ tvaru rychlostí 400 bilionů za sekundu a stejně rychle se jině odbourávají.

Hemoglobin je moderní molekula používaná k znázornění principu, jakým se atomy uspořádávají do stabilní struktury. Je na místě zmínit se, že do jisté míry mohla primitivní evoluce molekul probíhat běžnými chemickými a fyzikálními procesy. Není nutné uvažovat o záměru, účelu či nasměrování. Když se skupina atomů dostane za změny energie do stabilního uspořádání, bude mít tendenci v něm setrvat. První formou přírodního výběru byl výběr stabilních struktur a zamítnutí nestabilních. Není v tom žádná záhada. Stalo se to zákonitě.

Z toho samozřejmě nevyplývá, že stejným způsobem můžeme vysvětlit i existenci tak složitých tvorů, jako jsme my lidé. Vzít příslušný počet odpovídajících atomů, dodávat k nim energii a třepat jimi v očekávání, že nám zapadnou do správného uspořádání, jehož výsledkem bude Adam, by jistě nemělo žádný smysl. Tak bychom možná získali několik molekul složených z pár tuctů atomů, ale určitě ne organismus skládající se z makromolekul. Kdybychom se pokoušeli vyrobit člověka, museli bychom na našem biochemickém mixéru pracovat tak dlouho, že doba existence vesmíru by proti tomu byla jen pouhým okamžikem, a ani pak bychom neměli úspěch zaručen. Tady přichází na pomoc Darwinova teorie ve své nejobecnější podobě. Tam, kde končí pomalý proces seskupování molekul, je možné začít uplatňovat Darwinovu teorii.

Úvaha o vzniku života, kterou nyní předložím, je nutně spekulativní; nikdo u toho samozřejmě nebyl, aby nám mohl říci, jak to bylo. Existuje mnoho odlišných teorií, mají však jednu věc společnou. Zjednodušená úvaha, kterou uvedu, pravděpodobně není daleko od pravdy.<sup>5</sup>

Neví se přesně, jaké chemické suroviny se nacházely na Zemi před vznikem života, ale mezi přijatelnými možnostmi jsou voda, oxid uhličitý, metan a amoniak, jednoduché sloučeniny, přítomné alespoň na některých z ostatních planet naší sluneční soustavy. Chemici se pokusili imitovat chemické podmínky mladé Země. Dali tyto jednoduché sloučeniny do baňky a dodávali energii v podobě ultrafialového záření nebo elektrických výbojů - umělého napodobení pradávných blesků. Po několika týdnech se v baňce objevilo něco zajímavého: kalná hnědá polévka obsahující velké množství molekul složitějších než molekuly původní. Přesněji řečeno byly ve výsledné směsi nalezeny například aminokyseliny, stavební jednotky bílkovin, jedné z nejdůležitějších skupin biologických molekul. V době před těmito pokusy byl přírodní výskyt aminokyselin považován za ukazatel přítomnosti života. Zjištění těchto látek například na Marsu by bylo pokládáno za důkaz existence života na této planetě. Dnes by však jejich nalezení dokládalo pouze přítomnost

některých jednoduchých plynů v atmosféře, sopečnou činnost, sluneční záření nebo časté bouřky. Při pozdějších pokusech s laboratorním napodobením chemických podmínek na Zemi před příchodem života se podařilo připravit purinové a pyrimidinové sloučeniny, stavební složky DNA.

Obdobné procesy musely vyústit ve vznik „prapalévk“, která podle biologů i chemiků před 3-4 miliardami let vyplňovala oceány. Organické látky se - možná ve schnoucí pěně na pobřeží nebo v malých rozptýlených kapkách - v některých místech zahušťovaly. Vlivem přísunu energie, například ultrafialového záření, se spojovaly ve větší molekuly. Velké organické molekuly by dnes nemohly volně existovat dlouho, neboť by je brzy absorbovaly a rozložily bakterie či jiné živé organismy. Ale bakterie i my ostatní jsme přišli až později, a tak mohly velké organické molekuly putovat nedotčeny zahušťujícím se médiem.

V jisté chvíli se náhodně vytvořila obzvláště pozoruhodná molekula. Budeme ji nazývat *replikátor*. Nemusela to zrovna být ta největší či nejsložitější molekula, ale byla to molekula s mimořádnou schopností tvořit své kopie. Vypadá to jako velice pochybná náhoda. Bylo to nesmírně nepravděpodobné. V běžném životě takhle nepravděpodobné věci považujeme za nemožné. Z tohoto důvodu nikdy nevyhrajete první cenu ve sportce. Ale v lidském rozhodování, co je pravděpodobné a co ne, nejsme zvyklí počítat na stovky milionů let. Kdybyste sázeli sportku každý týden po stamiliony let, vyhráli byste pravděpodobně hned několikrát.

Ve skutečnosti není tak těžké představit si molekulu, která tvoří své kopie. Stačilo, aby se vytvořila jednou. Berte replikátor jako šablonu či chemický vzor. Představte si velkou molekulu skládající se z řetězce různých stavebních jednotek. Stavební jednotky byly hojně dostupné v polévce obklopující replikátor. Předpokládejme, že každá tato molekula má jistou přilnavost (afinitu) vůči molekulám stejného typu. Když se pak do její blízkosti dostane stavební jednotka, vůči které má afinitu, už u ní zůstane. Takto připojené jednotky se pak seskupují v sekvenci napodobující sekvenci původní molekuly. Pak je lehké si představit, jak vytvoří stabilní řetězec, stejně jako ho předtím vytvořila první molekula replikátoru. Tento proces by pokračoval skládáním vrstvy po vrstvě. Podobně rostou i krystaly. Ale zde se mohou řetězce oddělit a tím se vytvoří dva replikátory, které pak dále tvoří své kopie.

Další, složitější možnost je, že stavební jednotky nemají afinitu vůči svému druhu, ale vůči určitému jinému druhu stavební jednotky. Pak by replikátor nebyl předlohou pro stejný řetězec, ale pro řetězec „negativní“, komplementární; podle toho by se pak zase vytvořil původní, pozitivní. Pro naše účely není podstatné, jaká byla původní replikace, zda typu pozitiv - negativ, či pozitiv - pozitiv, ale musím podotknout, že dnešmekvi-valent původního replikátoru - DNA - používá replikace s pozitivními a negativními řetězci. Podstatné je, že se ve světě najednou objevil zcela nový druh stability. Je pravděpodobné, že tu předtím nebyla žádná obzvláště stabilní komplexní molekula, neboť stavební jednotky se skládaly spíše nahodile do momentálně stabilních struktur. Ve chvíli, kdy se objevil replikátor, začal moře zaplavovat svými kopiemi, až se stavební jednotky staly vzácnými a další molekuly se tvořily řidčeji.

Tím jsme se dostali k velké populaci identických kopií. Zde však musím upozornit na důležitou vlastnost procesu replikace: dělá chyby. Doufám sice, že v této knize nejsou žádné tiskové chyby, ale při pečlivém čtení jich třeba přece jen pár najdete. Asi nebudou nijak zvlášť narušovat smysl vět, protože to bude „první generace“ chyb. Představte si však dobu před vynálezem knihtisku, kdy se knihy, jako například Nový zákon, přepisovaly ručně. I mistr píšá se někdy přepíše nebo si neodpustí nějaká záměrná „vylepšení“. Kdyby všichni začínali opisovat jedinou knihu, smysl by nebyl podstatně změněn, ale když opisují kopie a kopie kopií, chyby budou častější a také větší. Nepřesnost kopírování jsme zvyklí považovat za nedostatek a z hlediska lidských dokumentů bychom těžko nějakou

chybu mohli brát jako zlepšení. Mám však za to, že tvůrci Septuaginty započali cosi velikého, když hebrejské slovo označující mladou ženu chybně přeložili do řečtiny jako „panna“ a přišli s proroctvím: „Hle, panna počne a porodí syna...“<sup>6</sup> Chybné kopírování u biologických replikátoru, jak ještě uvidíte, může přinést zlepšení. Pro účely evoluce byly tyto chyby v kopírování dokonce potřebné. Nevíme, jak přesné kopie dělaly první replikátory. Jejich moderní potomci, DNA, jsou i ve srovnání s nejdokonalejší lidskou technikou překvapivě svědomití, ale i oni udělají občas chybu - a právě takové chyby evoluci umožnily. Původní replikátory nejspíše chybovaly daleko častěji, v každém případě k chybám docházelo a hromadily se.

Jak se chyby opakovaly a rozšiřovaly, začala se prapalévka plnit různými replikujícími se molekulami, jež měly stejného předka. Důležitou otázkou je, zda byly některé varianty častější než jiné. Téměř jistě byly. Některé z nich mohly být dědičně stabilnější než jiné. A takovéto molekuly by se rozpadaly méně než ostatní. Byly by pak častější, nejen díky své „životnosti“, ale i proto, že by se za svůj delší život stihly i více pomnožit. Replikátory s dlouhou životností by tedy byly častější, a pokud by se od ostatních nelišily v jiných vlastnostech, vznikl by evoluční trend směřující k dlouhověkosti.

Replikátory se však jistě lišily i v dalších vlastnostech, a jedna z nich musela mít ještě větší vliv na výsledné rozšíření replikátoru než předchozí. Touto vlastností byla rychlost reprodukce neboli plodnost. Není těžké odvodit, že pokud by molekula replikátoru *A* udělala jednu kopii týdně, zatímco molekula *B* jednu za hodinu, brzy by početně převládla molekula replikátoru *B*, a to i v případě, že by molekula *A* žila mnohem déle. Tak by pravděpodobně vznikl evoluční trend směřující k vyšší plodnosti. Třetí vlastností, která by se zde uplatnila, je přesnost replikace. Je jasné, že pokud by se molekuly *X* a *Y* množily stejnou rychlostí a měly stejnou stabilitu, ale *X* by udělala chybu při každé desáté replikaci, zatímco *Y* až při každé sté replikaci, *Y* by byla častější. Množství *X* v populaci by bylo nižší nejen o chybné „děti“, ale i o jejich potomky, ať už existující či potenciální.

Pokud už něco o evoluci víte, zaznamenáte v posledním bodě paradox. Jak se slučuje myšlenka, že chyby v přepisu jsou pro evoluci nezbytné, s tím, že přírodní výběr upřednostňuje přesnost přepisu? Přestože se evoluce může zdát

„dobrou věcí“, obzvlášť když jsme jejím produktem, odpovědí na tuto otázku je, že nic se ve skutečnosti vyvíjet nechce. K evoluci však chtít nechť dochází i přes všechny snahy replikátoru (včetně dnešních genů) jí zabránit. Jacques Monod to velice dobře podal ve své spencerovské přednášce, v níž rovněž ironicky poznamenal: „Dalším zajímavým aspektem evoluční teorie je, že si každý myslí, že jí rozumí!“

Ale vraťme se k praprolévce. Musela být plná stabilních molekul, stabilních bud' v tom smyslu, že jednotlivé molekuly dlouho vydržely, nebo se rychle množily, nebo se replikovaly přesně. Evoluční trendy směřující k těmto třem druhům stability se projevovaly následujícím způsobem: Pokud byste vzali vzorky praprolévky ve dvou různých časech, pozdější vzorek by měl více molekul s větší životností/plodností/přesností přepisu. Toto je v zásadě to, co biolog nazývá evolucí, když mluví o živých tvorech, přičemž mechanismus je rovněž stejný - přírodní výběr.

Máme tedy první replikátory považovat za živé? Komu na tom záleží? Mohu třeba říci: „Darwin byl největší muž, který kdy žil,“ zatímco někdo jiný může zastávat názor, že jím byl Newton. Doufám, že bychom to nijak více nerozváděli. Domnívám se však, že ať bychom se dohodli na čemkoli, nedosáhli bychom žádného podstatného závěru. Význam ani životopis Newtonův a Darwinův nijak nezměníme tím, nazveme-li je velikými či ne. Stejně tak se v případě replikátoru pravděpodobně stalo to, co jsem uvedl, a nezáleží na tom, zda se je rozhodneme nazvat živými či ne. Velký díl našeho strádání vyplývá z toho, že příliš mnoho z nás není schopno pochopit, že slova jsou jen naše nástroje a pouhá přítomnost slova „živý“ ve slovníku nemusí znamenat, že odpovídá něčemu určitěmu ve skutečném světě. Ať už považujeme původní replikátory za živé nebo ne, byly našimi předky.

Další důležitou částí tématu je *kompetice*. Darwin zdůrazňoval její význam, avšak mluvil přitom o rostlinách a živočišcích, ne o molekulách. Praprolévka těžko byla s to uživit nekonečné množství replikátoru. Především proto, že Země má konečnou velikost, ale také v důsledku dalších limitujících faktorů. Doposud jsme předpokládali, že se replikátory pohybují v praprolévce bohaté na stavební jednotky nezbytné k replikaci. Ale čím více bylo replikátoru, tím méně stavebních jednotek měly k dispozici. Různé varianty replikátoru o ně musely soutěžit. Před chvílí jsme uvažovali o faktorech, které mohly zvýšit počty zvýhodněných replik. Měli bychom teď dodat, že množství zvýhodněných replikátoru muselo klesat, až nakonec řada jejich linií v důsledku kompetice vyhynula. Mezi molekulami replikátoru vzplanul boj o existenci. Nevěděly, že tento boj probíhá, a ani se tím nezabývaly. Boj probíhal bez jakýchkoli pocitů. Probíhal tak, že chyby v replikaci vedoucí k větší stabilitě či snižující stabilitu ostatních replikátoru byly uchovávané a množeny. Proces zdokonalování byl kumulativní. Způsoby zvyšování vlastní stability a snižování stability rivalů začaly být spleťtější a účinnější. Některé replikátory mohly „nalézt“ způsob, jak štěpit molekuly jiných, a použít uvolněné stavební jednotky na stavbu vlastní kopie. Tyto prvotní dravé molekuly současně odstraňovaly rivaly a získávaly „výživu“. Jiné mohly přijít na způsob, jak se chemicky chránit nebo si vystavět ochrannou bílkovinnou zeď. To mohly být první živé buňky. Replikátory skoncovaly s pouhou existencí a začaly pro sebe stavět schránky, prostředky své pokračující existence. Přežily ty replikátory, které si vytvořily *nástroje přežití*. První nástroje přežití se pravděpodobně neskládaly z ničeho více než jen z ochranné schránky. Ale život byl stále těžší a noví rivalové tak přicházeli s lepšími a účinnějšími nástroji přežití. Nástroje přežití se zvětšovaly a zdokalovaly. A tak to šlo dál a dál.

Mohlo mít toto postupné zlepšování technik a přípravků používaných replikátory k zajištění svého trvání ve světě vůbec nějaký konec? Bylo dost času na zlepšování. Jaké podivné nástroje sebezachování přinesla následující tisíciletí? Co mělo být osudem prastarých replikátorů za 4 miliardy let? Nevymřely, neboť jsou dávnými mistry v umění přežít. Nečekejte však, že je uvidíte volně plavat v moři. Této dobrodružné svobody se dávno vzdaly. Dnes se hemží ve velkých koloniích, bezpečně usazeny v gigantických nemotorných robotech,<sup>7</sup> odděleny od okolního světa, s nímž komunikují složitými nepřímými cestami a manipulují prostřednictvím dálkového ovládní. Jsou přítomny ve vás i ve mně, stvořily nás, tělo i mysl, a jejich zachování je konečným důvodem naší existence. Udělaly velký pokrok, tyto replikátory. Dnes se jim říká geny a my jsme jejich nástroje přežití.

## Nesmrtelné šroubovice

My všichni jsme nástroje přežití genů, přičemž „my“ zde neznamená jen lidské bytosti. Zahnuje všechny živočichy, rostliny bakterie i viry. Celkový počet nástrojů přežití není znám a není znám dokonce ani počet jejich druhů. Jenom u hmyzu se počet druhů odhaduje na 3 miliony a jedinců mohou být triliony.

Různé druhy těchto nástrojů se vzájemně velmi liší jak vzhledem, tak vnitřní anatomií. Chobotnice se nikterak nepodobá myši a obě se liší od dubu. Přesto jsou v zásadě shodné, co se týče chemických procesů, na nichž je založena jejich existence, a tato shoda je nejnápadnější v povaze replikátorů, který všechny organismy nesou. Jsme vlastně všichni nástroje přežití stejného druhu replikátorů - molekuly nazývané DNA -, avšak v přírodě je mnoho různých možností životních forem a tyto replikátory si vytvořily celý svět nástrojů přežití. Opice je nástroj zachování genů vysoko ve stromech, ryba genů ve vodě, a dokonce existuje malý červík, který uchovává své geny v pivních táccích. DNA má své záhadné způsoby.

Pro zjednodušení jsem navodil dojem, že moderní geny vystavené z DNA jsou víceméně stejné jako původní replikátory v prapolevce. To však nemusí nutně být pravda. Původní replikátory mohly být molekuly chemicky příbuzné DNA, nebo mohly být zcela odlišné. Potom bychom mohli usuzovat, že DNA jejich nástroje přežití v pozdějším stadiu převzala. Pokud tomu tak bylo, byly původní replikátory zcela vyhlazeny, neboť po nich v moderních nástrojích přežití nezbyla ani stopa. V souladu s tím vyslovil A. G. Cairns-Smith překvapující předpoklad, podle něž našimi předky - prvními replikátory - možná vůbec nebyly organické molekuly, nýbrž nerosty, a sice malé částičky jílu. Ať už DNA je či není až následným uchvatitelem moci, v současnosti je nesporně jejím držitelem, vedle něhož se však možná právě dere k moci nová síla, jak o tom spekuluji v 11. kapitole.

Molekula DNA je dlouhý řetězec stavebních jednotek, malých molekul zvaných nukleotidy. Tak jako molekuly bílkovin jsou řetězce složené z aminokyselin, je molekula DNA řetězec nukleotidů. Molekula DNA je příliš malá, než aby ji bylo možné pozorovat, ale její přesný tvar byl důmyslně vyváděn nepřímými metodami. Skládá se z páru řetězců nukleotidů stočených v elegantní spirále, „dvoušroubovici“ či „nesmrtelné šroubovici“. Stavebními jednotkami řetězců jsou pouze čtyři různé nukleotidy, jejichž názvy jsou zkracovány písmeny A T, C a G. Jsou stejné u všech živočichů i rostlin. Co se však liší, je pořadí, ve kterém se v molekule DNA jednotlivých organismů vyskytují. Stavební kámen G je u člověka i plže ve všech ohledech shodný. Liší se však pořadí stavebních kamenů, a to nejen mezi člověkem a hlemýžďem, ale rovněž - i když v menší míře - mezi jednotlivými lidmi (s výjimkou jednovaječných dvojčat).

DNA žije uvnitř našich těl. Neshromažďuje se však v určité části těla, nýbrž je rozmístěna ve všech jeho buňkách. Průměrné lidské tělo sestává z  $10^{15}$  (1 000 bilionů) buněk a v každé z nich, až na zanedbatelné výjimky, je obsažena jedna kompletní kopie DNA tohoto těla. Tato DNA může být považována za soubor instrukcí, zapsaný v abecedě o čtyřech písmenech, k vytvoření takového těla. Je to, jako kdyby se v obrovské budově nacházela v každé místnosti knihovna, v níž by byly stavební plány celé budovy. V případě buňky odpovídá této „knihovně“ jádro. Pokud bychom chtěli, aby naše metafora odpovídala člověku, pak by se v takové knihovně nacházelo 46 svazků. U jiných druhů je tento počet odlišný. „Svazkům“ se říká chromozomy. V mikroskopu vypadají jako dlouhá vlákna a po jejich délce jsou rozloženy jednotlivé geny. Není snadné, a pro naše účely naštěstí ani důležité, říci, kde končí jeden gen a začíná druhý.

Metafory stavebních plánů se přidržím i nadále a budu přitom volně mísit její pojmy s jazykem reality. Chromozom budeme nazývat „svazkem“. Výraz „stránka“ bude provizorně používán ve smyslu zaměnitelném s genem i přesto, že jednotlivé geny od sebe nejsou tak jasně odlišitelné jako stránky knihy. Tato metafora nám pomůže porozumět mnoha věcem, a až nám už nebude pro připodobnění skutečnosti stačit, nahradíme ji další. Mimochodem na straně přírody v tomto obraze samozřejmě chybí „architekt“. Stavební plány psané sekvencemi DNA byly vytvořeny přírodním výběrem.

Molekuly DNA dělají dvě důležité věci. První z nich je, že se replikují, tj. vytvářejí kopie sebe sama. Umějí to velmi dobře, dělají to konečkonců od počátků života. V dospělosti sestáváte z  $10^{15}$  buněk, ale původně jste byli jen jediná buňka obsahující jedinou zdrojovou kopii stavebních plánů. Ta se rozdělila na dvě buňky, z nichž každá musela obdržet svou kopii plánů. Následná dělení zvýšila počet buněk na 4, 8, 16, 32 atd. až do bilionů. Před každým takovým dělením je DNA věrně, téměř bez jakýchkoli chyb, zkopírována.

Duplikace DNA je jedna věc. Pokud je však DNA opravdu stavebním plánem těla, jak je potom tento plán uskutečňován? Jak je přeložen do přediva tkání? To má na starosti druhá funkce DNA, již je nepřímá kontrola syntézy dalšího druhu molekul - proteinů. Hemoglobin, uvedený jako příklad v minulé kapitole, je jen jednou z nepřeberné řady proteinových molekul. Kódovaný záznam uchovávaný v DNA je z jejího čtyřpísmenného kódu prostě a zcela mechanicky překládán do jiné abecedy. Je to abeceda aminokyselin, kterou je psán jazyk proteinů.

Mohlo by se zdát, že výroba proteinů má daleko do řízení, vzniku a růstu organismu a dalších úkolů, které jsme DNA připisali, ale je to první krůček tímto směrem. Proteiny nezastávají v těle jen stavební funkci, katalyzují i chemické procesy probíhající v buňce a precizně řídí, kdy a kde budou tyto reakce probíhat. Jak vede nakonec jejich aktivita k vývinu dítěte, je příběh, jehož objasnění zabere embryologům desetiletí a možná století. Že tomu tak je, je však jasné už dnes. Geny nepřímou ovlivňují vznik těl a tento vliv je přísně jednosměrný: získané vlastnosti se nedědí. Nezáleží na tom, kolik znalostí a moudrosti ve svém životě získáte; ani trošku z toho nepřenesou geny na vaše děti. Každá nová generace začíná od píky. Tělo je jen způsob genů, jak se zachovat beze změny.

Evoluční význam poznatku, že geny řídí vývoj embrya, spočívá v tom, že geny jsou přinejmenším částečně zodpovědné za své budoucí přežití, neboť jejich budoucí přežití závisí na efektivnosti těl, v nichž žijí, těl, která pomáhaly postavit.

Kdysi byl přírodní výběr představován rozdílnou úspěšností v přežití replikátorů plovoucích volně v prapolevce. Dnes dává přírodní výběr přednost replikátorům schopným vytvářet nástroje přežití, tedy genům, které dokáží řídit embryonální vývoj. V tomto ohledu nenabýly replikátory o nic víc na vědomí či účelovosti, než kdy měly. Proces automatického přírodního výběru stále probíhá slepě, v závislosti na životnosti, plodnosti a přesnosti replikace, stejně jako tomu bylo v dobách dávno minulých. Geny nejsou schopny předvídat. Neplánují dopředu. Geny *pouze jsou*, některé víc než jiné, ale to je vše. Ale vlastnosti determinující životnost a plodnost genu nejsou tak prosté jako dřív. Ani zdaleka ne.

V nedávných letech - posledních 600 milionů nebo tak nějak - dosáhly replikátory výrazných úspěchů v technologii nástrojů přežití. Za takové úspěchy můžeme považovat třeba sval, srdce nebo oko (vyvinuté několikrát nezávisle na sobě). Než v tomto tématu budeme moci postoupit dále, musíme pochopit, že replikátory předtím radikálně změnily základy svého způsobu života.

První, co u moderních replikátorů zaznamenáme, je, že jsou velice družné. Nástroje přežití neobsahují jen jeden gen, ale mnohdy až několik tisíc genů. Vytvoření těla je kooperativní proces takové spletnosti, že je téměř nemožné odlišit příspěvky jednotlivých genů.<sup>8</sup> Daný gen bude mít mnoho různých projevů na různých částech těla. Daná část těla bude ovlivňována mnoha geny a projev jednoho genu bude záviset na interakcích s mnoha jinými geny. Některé geny se chovají jako vůdčí a regulují funkce skupiny ostatních genů. V pojmech naší analogie popisuje určitá strana plánů různé části budovy a každá strana dává smysl jen spolu s dalšími stranami.

Tato spletná vzájemná závislost genů nás přivádí na myšlenku, proč jsme se vlastně rozhodli pro slovo „gen“. Proč jsme třeba nezvolili termín „genový komplex“? Pro některé účely je to skutečně dobré řešení. Podívá-me-li se na věci z jiného úhlu, má smysl uvažovat o rozdělení genového komplexu na samostatné replikátory neboli geny. Tato potřeba vzniká mimo jiné díky fenoménu sexu. Pohlavní rozmnožování míchá a přeskupuje geny. To znamená, že každý jedinec je pouze nositelem krátkodobé kombinace genů, zato geny samy o sobě mají potenciálně dlouhou životnost. Jejich životní dráhy se neustále, jak procházejí generacemi, křížují. Jeden gen můžeme brát jako jednotku, která přežívá v mnoha úspěšných jednotlivých tělech. A to je také hlavní myšlenka této kapitoly. Řada mých velice respektovaných kolegů tuto myšlenku zatvrzele odmítá. Musíte mi tedy odpustit, že ji rozvádím. Nejdříve však musím stručně objasnit některá fakta o sexu.

Už jsem řekl, že plány našeho těla jsou rozloženy v 46 svazcích. Po pravdě řečeno je to přílišné zjednodušování. Pravda je trochu zvláštní. Těch 46 chromozomů je vlastně 23 párů chromozomů. Můžeme říci, že v každém jádru každé buňky jsou obsaženy dvě alternativní sady plánů o 23 svazcích. Nazvějme je svazek la a lb, svazek 2a a 2b a tak dále až k svazku 23a a 23b. Číslo svazků a později i stran jsem samozřejmě zvolil namátkově.

Obdržíme jeden celý chromozom z každého páru od každého z rodičů, v jehož varlatech či vaječnících byly odděleny. Svazky la, 2a, 3a... jsme získali řekněme od otce, zatímco svazky lb, 2b, 3b... od matky. V praxi je to těžké, ale teoreticky bychom se mohli podívat do mikroskopu na 46 chromozomů a rozlišit těch 23 otcovských od těch 23 mateřských.

Párové chromozomy nestráví většinu života ve fyzickém kontaktu, dokonce ani ne blízko sebe. V jakém smyslu jsou tedy „spárované“? V tom smyslu, že každý díl, který máme od otce, můžeme považovat, stránku po stránce, za přímou alternativu určitého dílu od matky. Například strana 6 svazku 13a i strana 6 svazku 13b mohou nést informaci o barvě očí: jedna může například říkat, že mají být modré, druhá hnědé.

Někdy může jít o dvě alternativy shodné, ale jindy, jako v předchozím příkladu, se liší. Co dělá tělo, jsou-li jejich příkazy v rozporu? Jak kdy. Někdy jeden předpis převládne nad druhým. V příkladu s barvou očí by výsledná barva byla hnědá. Instrukce pro modrou barvu by byla opomínána, ale to neznamená, že by se nemohla přenést na další generaci. Gen, který je takto opomíjen, se nazývá *recesivní*. Opakem recesivního je gen *dominantní*. Gen pro hnědé oči je dominantní vůči genu pro modré oči. Modré oči mají jenom lidé, u nichž obě alternativní stránky pro barvu očí jednomyslně doporučují modrou. Ještě obvyklejší je, že když se dvě alternativy genu liší, bývá výsledkem něco jako kompromis. Tělo získá vlastnost, která odpovídá něčemu mezi oběma příkazy, nebo něčemu úplně jinému.

Když spolu dva geny soutěží o stejnou pozici na chromozomu, tak jako například geny pro barvu očí, nazýváme je *alely*. Pro naše účely můžeme považovat slovo „alela“ za synonymum slova „rival“. Představme si svazky architektonických plánů jako šanony, z nichž lze jednotlivé stránky vyjmout a zaměnit. Každý svazek 13 musí mít stranu 6, ale je mnoho možných stran 6, které by mohly být na místě mezi stranou 5 a 7. Jedna verze předurčuje modré oči, jiná hnědé. V populaci mohou být i jiné verze s jinými barvami, třeba se zelenou. V populaci může být roztroušeno půl tuctu alternativních alel pro stranu 6 svazku 13. Kterýkoli člověk však má jen dva svazky 13 - chromozomy. Proto může mít pouze dvě alely na pozici strany 6. Může mít dvě stejné alely, jako by tomu bylo třeba u modrookého jedince, nebo kombinaci kterýchkoli dvou z půltuctů alel vyskytujících se v populaci.

Samozřejmě nemůžete doslova jít a vybrat si své geny z fondu genů populace. Geny jsou umístěny v jednotlivých nástrojích přežití. Naše geny jsou nám prostě pasivně předány při početí a nemůžeme s tím nic dělat. Avšak je tu pohled, z kterého můžeme, z dlouhodobého hlediska, brát geny populace jako *genofond* (gene pool) - zásobu genů celé populace. Pojem „genofond“ je technický termín používaný genetiky. Je to výhodná abstrakce, neboť sex geny promíchává, byť pečlivě organizovaným způsobem. Něco jako oddělování a výměna stránek, jak brzy uvidíme, se doopravdy děje.

Popsal jsem běžné dělení buňky na dvě buňky dceřiné, kdy každá dostane kompletní sadu všech 46 chromozomů. Takový druh buněčného dělení nazýváme *mitóza*. Ale existuje ještě další druh buněčného dělení - *meióza*. Meiózou

vznikají pouze pohlavní buňky: spermie a vajíčka. Tyto buňky jsou výjimečné tím, že mají pouze 23 chromozomů. To je samozřejmě polovina 46, což naprosto vyhovuje tomu, že ze spojení dvou takových buněk vzniká nový jedinec. Meióza je speciální dělení buňky, které probíhá pouze ve varlatech nebo ve vaječnicích. Tam se buňky s plným počtem chromozomů dělí na pohlavní buňky s 23 chromozomy (uvedená čísla platí pro člověka).

Spermie se svými 23 chromozomy je vytvořena z jedné běžné buňky s 46 chromozomy. Které chromozomy tam jsou? Je důležité, aby spermie nedostala jakékoli chromozomy. Nemůže mít dva svazky 13 a žádný svazek 17. Teoreticky by se mohlo stát, že spermie dostane 23 chromozomů, a všechny od jednoho z rodičů, třeba od matky, to znamená svazky 1b, 2b, 3b ... 23b. V tomto, velice nepravděpodobném případě by dítě vzniklé oplozením touto spermií zdědilo polovinu genů od své babičky a žádné od svého děda. Ve skutečnosti k takovéto hrubé distribuci celých chromozomů vůbec nedochází. Pravda je složitější. Uvědomme si, že svazky (chromozomy) můžeme považovat za šanony s volnými listy. Při tvorbě spermie bývají často stránky či spíše skupiny stran (kapitoly) odděleny a zaměněny s odpovídajícími stranami alternativního svazku. Tak může spermie mít svazek 1 sestaven z prvních 65 stran ze svazku 1a a zbytek od 66. strany až do konce ze svazku 1b. Dalších 22 svazků bude sestaveno podobným způsobem. V důsledku toho je každá spermie jedinečná, byť všechny mají svých 23 chromozomů sestavených ze stejných 46 chromozomů. Vajíčka jsou vytvářena podobným způsobem ve vaječnicích a jsou také všechna jedinečná.

Skutečným mechanismům tohoto míchání poměrně dobře rozumíme. Během tvorby spermie (či vajíčka) se části otcovských chromozomů oddělí a vymění si místo s odpovídající částí mateřského chromozomu (zde mluvíme o rodičích jedince, ve kterém se spermie či vajíčko tvoří). Proces výměny částí chromozomu se nazývá *crossing over* [odpovídající český termín „překřížení“ se zatím příliš neujal - pozn. red.] a je velice podstatnou částí tématu této knihy. Z jeho existence vyplývá, že by nemělo žádný smysl, abyste se dívali na chromozomy něčí spermie či vajíčka a snažili se odlišit, které jsou od matky a které od otce (na rozdíl od chromozomů běžné buňky). Kterýkoli chromozom ve spermií či vajíčku bude skládáčka, mozaika mateřských a otcovských genů.

Metafora stránky pro gen zde přestává fungovat. V šanonu s volnými listy můžeme vyjmout, vložit nebo vyměnit stranu, ale ne její pouhou část. Ale genový komplex je jen dlouhý řetězec nukleotidů, který není nijak viditelně rozdělen na samostatné strany. Pro přesnost dodejme, že jsou zde určité značky pro počátek a konec sekvence kódující určitý protein, zapsané ve stejné čtyřpísmenné abecedě jako kódující sekvence. Mezi těmito ohraničujícími znameními jsou zapsány proteiny. Kdybychom chtěli, mohli bychom gen definovat jako sekvenci nukleotidů ležící mezi symboly pro počátek a konec a kódující jeden protein. Pro takovou sekvenci už existuje název *cistron*, ale někteří lidé používají slovo „gen“ ve stejném smyslu jako cistron. Avšak *crossing over* nedbá na hranice mezi cistrony. Může k němu dojít uvnitř cistronu stejně jako mezi cistrony. Je to, jako by nebyly architektonické plány napsány na jednotlivých stránkách, ale na 46 cívkách samolepicí pásky. Cistrony nemají stálou délku. Jediný způsob, jak zjistit, kde končí jeden cistron a začíná další, je podívat se na zápis na páse a hledat symboly pro začátek a konec. *Crossing over* vezme mateřskou a otcovskou pásku, přestřihne je a vymění vzájemně si odpovídající části, ať už je na nich zapsáno cokoli.

V názvu této knihy není *genem* míněn samotný cistron, ale něco ještě hůře uchopitelného. Moje definice sice nebude každému po chuti, ale žádná univerzálně uznávaná definice *genu* neexistuje. A i kdyby existovala, definice nejsou nic svatého. Slovo si můžeme definovat, jak chceme, pokud to ovšem uděláme srozumitelně a jednoznačně. Definice, kterou chci použít, pochází od G. C. Williamse.<sup>9</sup> Definuje gen jako jakoukoli část chromozomálního materiálu, která může přežít dobu dostatečně dlouhou k tomu, aby mohla sloužit jako jednotka přírodního výběru. Slovy předchozí kapitoly - gen je replikátor s vysokou přesností kopírování. Je to jeden ze způsobů, jak říci dlouhověkost ve formě kopií, ale já to zkrátím pouze na životnost. Tuto definici budu muset obhájit.

Podle jakékoli definice musí gen být částí chromozomu. Otázka je, jak velkou částí - jak dlouhou částí pásky? Představte si jakoukoli souvislou sekvenci kódových písmen na páse. *Nazvěte ji genetickou jednotkou*. Může to být sekvence deseti písmen uvnitř cistronu, může to být sekvence osmi cistronu, může začínat uvnitř jednoho cistronu a končit uvnitř druhého. Bude se překrývat s jinými genetickými jednotkami. Bude obsahovat menší genetické jednotky a bude součástí větších genetických jednotek. Ať je jakkoli dlouhá, pro účely tohoto tématu je tím, co nazýváme genetická jednotka. Je to prostě část chromozomu, která se fyzikálně nijak neliší od jeho zbytku.

Bližší se k důležitému bodu. Čím je genetická jednotka kratší, tím pravděpodobněji je, že bude žít déle - ve více generacích. Přesněji řečeno - tím méně je pravděpodobné, že bude rozdělena *crossing overem*. Předpokládejme, že chromozom při tvorbě spermie či vajíčka meiotickým dělením projde průměrně jedním *crossing overem*. K tomu může dojít kdekoli. Pokud bychom měli genetickou jednotku o délce půl chromozomu, měla by při každé meióze 50% pravděpodobnost, že bude rozdělena *crossing overem*. Pokud by délka naší genetické jednotky tvořila

pouze 1% délky chromozomu, měla by 1% pravděpodobnost, že bude při meiotickém dělení rozdělena. Můžeme tedy očekávat, že tato jednotka přežije v několika generacích potomků daného jedince. Jeden cistron by měl tvořit méně než 1% délky chromozomu. I skupina sousedních cistronů může přežít mnoho generací, než budou rozděleny *crossing overem*.

Průměrnou očekávanou délku života genetické jednotky bychom mohli vyjádřit počtem generací, které mohou být přepočteny na roky. Pokud budeme za genetickou jednotku pokládat celý chromozom, bude její životnost pouze jedna generace. Vezměme si například váš chromozom 8a, který jste zdědili po otci. Byl vytvořen v jednom z varlat vašeho otce krátce předtím, než jste byli počati. Nikdy předtím v celé historii světa takový chromozom neexistoval. Vytvořila jej meióza, přemísťující proces. Byl ukován z částí chromozomů pocházejících od vaší babičky a dědy. A pak byl uložen právě ve spermií, jedné z mnoha milionů, ohromné armády malých člunů, které se společně plavily do vaší matky. Právě



tato jediná spermie (pokud zrovna nejste neidentické dvojče) našla přístav v jednom vajíčku vaší matky a způsobila vaši existenci. Genetická jednotka, o níž uvažujeme, chromozom 8a, se spolu se zbytkem vaší genetické informace začala replikovat. Teď se nachází ve svých duplikátech po celém vašem těle. Ale než budete mít vlastní potomstvo, přetvoří se tento chromozom při tvorbě vašich vajíček či spermií. Jeho části se prohodí s částmi chromozomu 8b od vaší matky. V každé pohlavní buňce bude jiný chromozom 8. Bude možná „lepší“, možná „horší“, ale hlavně, po-mineme-li spíše nepravděpodobnou shodu okolností, bude úplně jiný, zcela jedinečný. Životní dráha jednoho chromozomu je jedna generace.

Co však životní dráha menší genetické jednotky, řekněme 0,01 délky chromozomu 8a? Tato jednotka sice také pochází od vašeho otce, ale je velice pravděpodobné, že nebyla složena v něm. Při výše uvedeném předpokladu jednoho crossing overu na chromozom v průběhu jedné meiózy je jasné, že je 99% pravděpodobnost, že celou jednotku zdědil od jednoho ze svých rodičů. Dejme tomu od své matky, vaší babičky. A ta ji opět s 99% pravděpodobností celou zdědila po jednom ze svých rodičů. Pokud bychom hledali původ malé genetické jednotky, mohli bychom se případně dostat k jejímu původnímu stvořiteli! Někdy musela být poprvé vytvořena ve varlatech či vaječnicích jednoho z vašich předků.

Zopakují spíš speciální význam, v jakém používám slovo „stvořit“. Menší podjednotky, podjednotky, ze kterých sestávají genetické jednotky, o nichž uvažujeme, mohly existovat dávno předtím. Naše genetická jednotka byla vytvořena pouze v tom smyslu, že v daném okamžiku vzniklo

dané *uspořádání* podjednotek, které nikdy předtím neexistovalo. Chvilé stvoření mohla nastat velice nedávno, řekněme u jednoho z vašich prarodičů. Pokud však máme nějakou menší jednotku, mohla být poprvé seskupena v nějakém z vašich daleko vzdálenějších předků. Možná v opicím předku člověka. Malé genetické jednotky rovněž mohou být dále v celku předávány vašim potomkům po řadu generací.

Nezapomínejme ani na to, že potomstvo jedince není jediná linie, ale větví se. Ať už daná jednotka chromozomu 8a vznikla u kteréhokoliv z vašich předků, byl pravděpodobně i předkem mnoha jiných potomků kromě vás. Jednu z vašich genetických jednotek může mít i vaše sestřeni-ce z druhého kolena. Může být ve mně, v předsedovi vlády nebo ve vašem psovi, neboť pokud jdeme dostatečně daleko do minulosti, máme všichni společné předky. Stejná jednotka může být také seskupena mnohokrát nezávisle na sobě. Pokud je malá, není tato shoda náhod natolik nepravděpodobná. Ale zato je velice nepravděpodobné, že třeba i blízký příbuzný bude mít stejný chromozom. Čím menší je genetická jednotka, tím větší je pravděpodobnost, že jí bude mít víc lidí.

Náhodné seskupení malých jednotek crossing overem je způsob, jakým vznikají nové genetické jednotky. Dalším způsobem, který má v evoluci velkou důležitost, je *bodová mutace*. Bodová mutace je chyba v přepisu, kdy dojde k záměně jednoho písmene. Je vzácná, ale samozřejmě čím delší je genetická jednotka, tím pravděpodobněji může být touto mutací na některém místě změněna.

Dalším vzácným druhem chyby či mutace s významnými dlouhodobými důsledky je *inverze*. Tehdy se část chromozomu odpojí, otočí a napojí v obráceném směru. V analogii plánů budovy by tomu odpovídalo přečíslování stran. Někdy se části chromozomu nenapojí v opačné poloze, ale napojí se na jinou část chromozomu nebo na jiný chromozom. Tomu by zase odpovídalo přemístění štosu stránek z jednoho šanonu do druhého. Význam této mutace spočívá v tom, že může příležitostně vést k bližšímu *spojení* částí genetického materiálu, který může ve spojení dobře spolupracovat. Dejme tomu, že se dva cistrony, které mají výhodný efekt, jen když jsou oba přítomny a doplňují se či svou funkci nějakým způsobem posilují, dají dohromady pomocí inverze. Přírodní výběr může nově vzniklou „genetickou jednotku“ upřednostnit a ta se rozšíří v budoucí populaci. Je možné, že genové komplexy byly během řady let tímto způsobem hojně přeskupovány a editovány.

Význam takových komplexů lze názorně ukázat na příkladu jevu známého jako *mimikry*. Někteří motýli mají nepříjemnou chuť. Většinou mají velice výrazné a odlišné zbarvení a ptáci se jim na základě těchto „varových“ znaků vyhýbají. Jiní motýli, kteří tak špatnou chuť nemají, se do této hry zapojují. *Napodobují* ty, co chutnají odporně. Narodí se se stejnou barvou a tvarem (ne však se stejnou chutí). Často tak matou nejen přírodovědce, ale i ptáky. Pták, který jednou okusí skutečně nechutného motýla, se bude všem stejně vyhlížejícím motýlům vyhýbat. Bude se tedy vyhýbat i napodobujícím druhům, a tak přírodní výběr zvýhodní geny pro vzhled podobný nechutným druhům. Takto se vyvinulo mimikry.

„Nepříjemných“ motýlů je mnoho druhů a nevypadají všechny stejně. Mimikry nemůže napodobit všechny najednou. Musí si vybrat jeden určitý nepříjemný druh. Obecně - jeden napodobující druh je vždy specialistou na napodobování jednoho určitého nepříjemného druhu. Existují však i napodobující druhy, které dělají velice zvláštní věc. Někteří jejich příslušníci napodobují jeden druh, jiní zase jiný druh. Jedinec, který by se pokoušel napodobovat oba druhy, by brzy skončil jako potrava, ale takový smíšený jedinec se nerodí. Stejně jako se jedinec musí narodit buď jako samec, nebo jako samice, musí se jedinec tohoto druhu narodit buď jako napodobitel jednoho, nebo druhého druhu. Jeden motýl může napodobovat druh A, zatímco jeho bratr druh B.

Vypadá to, jako by jeden gen rozhodoval o tom, zda bude jedinec napodobovat druh A či druh B. Ale jak by mohl jeden gen determinovat všechny rozmanité aspekty mimikry - barvu, tvar, vzor skvrn a rytmus letu? To jeden gen nemůže, myslíme-li *cistron*. Ale neúmyslným automatickým „redigováním“ způsobeným inverzemi a dalším náhodným přeskupováním genetického materiálu se na chromozomu spojila do skupiny v úzkém spojení velká škála původně oddělených genů. Celá skupina se chová jako jeden gen, ostatně podle naší definice to nyní je jeden gen, a má „alelu“,

kteřou je ve skutečnosti další skupina. Jedna skupina obsahuje cistrony zabývající se napodobováním druhu, druhá zase napodobováním druhu B. Obě tyto skupiny jsou tak zřídka rozděleny crossing overem, že můžeme těžko v přírodě vidět motýla, který je přechodem mezi těmito dvěma vzory. Příležitostně se objeví pouze tehdy, jsou-li tito motýli chováni v laboratořích ve velkém množství.

Používám slovo „gen“ ve významu genetické jednotky, která je dost malá, aby přežila v mnoha generacích a byla rozšířena v populaci y mnoha kopiích. Není to příliš jednoznačná definice, je to spíše svého druhu relativní definice, jako třeba definice slov „velký“ či „starý“. Čím je pravděpodobnější, že část chromozomu bude rozdělena crossing overem či změněna mutacemi různých druhů, tím méně ji můžeme nazývat genem ve smyslu, ve kterém tento výraz používám. Cistron do tohoto významu zapadá a některé větší jednotky ještě také. Tucet cistronů může být na chromozomu umístěno tak blízko sebe, že pro naše účely tvoří samostatnou genetickou jednotku s dlouhou životností. Skupina pro mimikry motýlů je dobrý příklad. Když- cistrony opouštějí jedno tělo a dostávají se do dalšího, když nastoupí do spermie či vajíčka na cestě do další generace, mohou zjistit, že jejich malé plavidlo veze jejich blízké sousedy z minulé cesty, staré známé námořníky, s nimiž se plavili na dlouhé pouti od těl dávných předků. Sousední cistrony na stejném chromozomu tvoří "úzce spojenou skupinu a zřídka kdy nenastoupí na stejnou loď, když přijde čas meiózy.

Kdybychom chtěli být přesní, neměla by se tato kniha jmenovat *Sobecký cistron* ani *Sobecký chromozom*, ale *Mírně sobecký velký kus chromozomu a ještě sobečtější kousek chromozomu*. Jak jistě uznáte, není to zrovna název, který by zaujal. Tak jsem definoval gen jako kousek chromozomu, který může přetrvávat mnoho generací, a knihu nazval *Sobecký gen*.

Tím jsme se vrátili k tématu, které jsme opustili na konci 1. kapitoly. Tam jsme si řekli, že sobeckost můžeme očekávat u všech věcí, které si zaslouží titul základní jednotka přírodního výběru. Také jsme viděli, že někteří lidé pokládají za jednotku přírodního výběru druh, jiní populaci či skupinu uvnitř druhu a jiní zase jedince. Řekl jsem, že bych za základní jednotku přírodního výběru, a tím pádem i starosti o sebe sama, raději považoval gen. Teď jsem gen definoval tak, že musím mít pravdu!

Přírodní výběr ve svém nejobecnějším výkladu znamená rozdílné přežití objektů. Některé žijí a jiné umírají, ale aby tato selektivní smrt měla ve světě nějaký vliv," musí být splněna další podmínka. Každá věc musí existovat v mnoha kopiích a alespoň některé musí být s to přežít postřeh-nutelně dlouhou dobu evolučního času. Malé genetické jednotky jsou toho schopny, jedinci, skupiny a druhy nikoli. Gregor Mendel už dávno ukázal, že dědičné jednotky lze považovat za nedělitelné a nezávislé částice. Dnes víme, že to bylo příliš zjednodušené. I cistron se může příležitostně dělit a žádné dva geny na chromozomu nejsou zcela nezávislé. Definoval jsem gen jako jednotku, která se velice blíží ideálu nedělitelné jednotky. Gen sice není nedělitelný, ale jen zřídka bývá rozdělen. Rozhodně je buď přítomen, nebo nepřítomen v těle daného jedince. Gen cestuje neporušen od prarodičů k praprotomkům, procházejí generacemi, aniž by se míchal s jinými geny. Kdyby se geny neustále míchaly, byl by přírodní výběr, tak jak ho známe teď, nemožný. Právě představa, že dědičnost je proces založený na směřování vlastností, panující v jeho době, dělala Darwinovi značné starosti. Těch jej mohla ušetřit znalost Mendelovy práce, v té době už publikované. Bohužel se s ní však nikdy nesetkal, protože se jí za Darwinova a Mendelova života nedostalo přílišného ohlasu. Mendel si nejspíše neuvědomil význam svých objevů, neboť jinak by Darwinovi patrně napsal.

Další zvláštností genu je, že nestárne, a ať je starý sto nebo milion let, nezvětšuje se pravděpodobnost, že by zahynul. Přeskakuje z jednoho těla do druhého přes generace a ovlivňuje svým způsobem a ve svém zájmu jedno tělo za druhým. Opouští řadu smrtelných těl dříve, než zestárnou a zemřou.

Geny jsou nesmrtelné, či spíš jsou definovány jako objekty, které mají velice blízko tomu, aby si charakteristiku nesmrtelnosti zasloužily. My, jednotlivé nástroje jejich přežití ve světě, můžeme očekávat, že se dožijeme několika desítek let. Zato délka života genů může být měřena ne v desítkách, ale v tisících či milionech let.

U pohlavně se rozmnožujících druhů je jedinec příliš velká a příliš nestálá genetická jednotka, než abychom jej mohli považovat za základní jednotku přírodního výběru.<sup>10</sup> Skupina jedinců je ještě větší jednotka. Z hlediska genů jsou jedinci a skupiny jedinců jako mraky na obloze či jako písečná bouře v poušti. Jsou to jenom přechodné shluky či sdružení. V evolučním čase nejsou stálé. Populace mohou vydržet dlouhou dobu, ale neustále se míchají s jinými populacemi, a tak ztrácejí svou identitu. Jsou také předmětem evolučních změn. Populace není dostatečně ohraničený předmět, aby mohla tvořit jednotku přírodního výběru. Není dost stálá a jednotná, aby jí ve výběru mohla být dána „přednost“ před jinou populací.

Jednotlivé tělo se zdá být dostatečně samostatné, dokud přetrvává, ale jak dlouho že to je? Každý jedinec je jedinečný. Nemůžete donutit evoluci, aby si vybírala mezi jednotlivci, když každý z nich existuje pouze v jediné kopii! Pohlavní rozmnožování není replikace. Stejně jako je populace ovlivňována jinými populacemi, jsou potomci jedince ovlivňováni jeho sexuálním partnerem. Vaše děti jsou jen z poloviny vámi a vnoučata jen z jedné čtvrtiny. Maximálně můžete doufat v to, že v dalších generacích budete mít mnoho potomků, z nichž každý bude mít z vašich genů jen nepatrnou částičku, přestože několik z nich bude nosit i vaše příjmení.

Jedinci nejsou stabilní, jsou pomíjiví. Chromozomy jsou odsunuty do zapomnění, jako rozložení karet z minulých her, ale karty tento přesun přežijí. Geny jsou jako karty. Crossing overem se nezníčí, pouze si vymění partnery a jdou dál. Samozřejmě jdou dál. To je jejich práce. Jsou replikátory a my jsme jejich nástroje přežití. Když splníme svůj účel, jsme odloženi stranou. Ale geny jsou obyvateli geologického času; geny jsou věčné.

Geny, stejně jako diamanty, jsou věčné, ale ne ve stejném smyslu. U diamantu zůstává nezměnná soustava atomů. Molekulám DNA není

vlastní tento druh trvalosti. Život kterékoli molekuly DNA je poměrně krátký, trvá možná několik měsíců, určitě ne víc než jeden život. Teoreticky však může molekula DNA - ve formě svých *kopíí* - žít stamiliony let. Mimoto se kopie určitého genu mohou rozšířit po celém světě, tak jako prastaré replikátory. Rozdíl je v tom, že moderní verze jsou pěkně zabalené uvnitř těl nástrojů přežití.

Zdůrazňuji potenciální nesmrtelnost genu v podobě kopíí jakožto jeho definující vlastnost. Pro některé účely je dobré definovat gen jako jeden cistron, ale v případě evoluční teorie je tuto definici nutné rozšířit. Míra tohoto rozšíření závisí na účelu definice. Chceme najít praktickou jednotku přírodního výběru. Aby se nám to podařilo, začneme s vlastnostmi, které musí úspěšná jednotka přírodního výběru mít. Podle předcházející kapitoly je to dlouhá životnost, plodnost a přesnost replikace. Pak prostě definujeme gen jako největší jednotku, která tyto vlastnosti alespoň potenciálně má. Gen je dlouhověký replikátor existující v mnoha kopiích. Nežije věčně. Dokonce ani diamant není doslova věčný a dokonce i cistron může být rozdělen crossing overem. Gen je definován jako část chromozomu, která je dostatečně krátká, aby mohla vydržet *dost dlouho* na to, aby mohla fungovat jako významná jednotka přírodního výběru.

Co přesně znamená to „dost dlouho“? Neexistuje žádná jednoznačná a rychlá odpověď. Záleží na síle selekčního tlaku. To znamená, o kolik menší šanci přežít má „špatná“ genetická jednotka než její „dobrá“ alela. To je otázka kvantitativních detailů, které budou u jednotlivých případů různé. Největší praktická jednotka přírodního výběru - gen - se ve stupnici umístí někde mezi cistronem a chromozomem.

Právě potenciální nesmrtelnost dělá gen dobrým kandidátem na základní jednotku přírodního výběru. Ted' přišel čas, abychom zdůraznili slovo „potenciální“. „Gen *může* žít milion let, ale mnoho nových genů neprojde ani první generací. Těch pár, co uspěje, uspěje částečně díky štěstí, ale hlavně díky svým vlastnostem, které ve svém souhrnu znamenají schopnost vytvářet kvalitní nástroje přežití. Ovlivňují vývoj embrya každého dalšího těla, v němž se nacházejí, tak, že toto tělo má větší šanci, že bude žít a rozmnožovat se, než by mu zajistil konkurenční gen či alela. „Dobrý“ gen může například zajistit své přežití obdařením těl, v nichž se nachází, dlouhými nohama; ty pak těmto tělům pomáhají prchnout před predátory. Tento příklad není univerzální. Dlouhé nohy nemusí být vždy užitečnou vlastností. Pro takové krtka by byly nevýhodou. Než zabídnout do detailů, pokusme se raději hledat *univerzální* vlastnosti, které bychom očekávali u všech dobrých (tj. dlouhověkových) genů. Vezměme to z opačné strany. Které vlastnosti činí gen automaticky „špatným“, krátkověkým? Takových univerzálních vlastností může být celá řada, ale jedna má velice blízký vztah k této knize. Na úrovni genů musí být altruismus špatný a sobeckost dobrá. To přesně vychází z našich definic altruismu a sobeckosti. Geny přímo soutěží o přežití se svými alelami, neboť jejich alely v genofondu usilují o stejnou pozici na chromozomech příštích generací. Gen, který se snaží zvýšit své šance na přežití v genofondu na úkor svých alel, bude mít samozřejmě v přímém důsledku větší šanci přežít. Gen je základní jednotkou sobeckosti.

Tím bylo vysloveno hlavní poselství této kapitoly. Záměrně jsem přešel některé komplikace a skryté předpoklady. První komplikace už byla stručně naznačena. Jakkoli nezávislé a svobodné mohou být geny na své cestě generacemi, *nejsou* příliš nezávislé a svobodné v řízení embryonálního vývoje. Nesmírně spleť spolupracují a interagují jednak mezi sebou a jednak s okolním prostředím. Výrazy jako „gen pro dlouhé nohy“ či „gen pro altruistické chování“ jsou výstižná slovní spojení, ale je důležité porozumět jejich významu. Neexistuje gen, který by sám vytvořil nohu dlouhou či krátkou. Vytvoření nohy je kooperativní podnik mnoha genů. Nepominutelné jsou i vlivy vnějšího prostředí - nohy jsou vlastně vytvořeny z jídla! Může však existovat gen, který za daných podmínek sám způsobí, že narostou nohy delší, než by byly *za stejných podmínek* pod vlivem alternativní alely tohoto genu.

Jako analogii si představte vliv hnojiva, řekněme dusičnanu, na vzrůst obilí. Každý ví, že obilí více vyroste po pohnojení dusičnanem než v jejich nepřítomnosti. Nikdo však nebude takový hlupák, aby tvrdil, že samotný dusičnan způsobuje růst obilí. Samozřejmě jsou zapotřebí i semínka, půda, slunce, voda a různé minerály. Pokud jsou tyto faktory konstantní nebo se mění jen mírně, pak dodání dusičnanů způsobí větší růst. Stejně je to s jednotlivými geny ve vývoji embrya. Vývoj embrya je ovlivňován spleť vztahů tak složitých, že o nich raději nebudeme uvažovat. Žádný faktor, ať už genetický či vnější, nemůže být považován za jedinou „příčinu“ vzniku části těla. Vlastnosti kterékoli části dětského tělčka mají téměř nekonečný řetěz možných příčin. Avšak *rozdíl* mezi dvěma dětmi, třeba v délce nožiček, může snadno spočívat v jedné či několika málo rozdílných příčinách, buď genetických, nebo vnějších. V soutěživém boji o přežití rozhodují *rozdíly*; v evoluci rozhodují geneticky řízené *rozdíly*.

Z hlediska genu jsou jeho alely rivalové na život a na smrt. Jiné geny jsou pouze částí prostředí, srovnatelnou s teplotou, potravou, predátory či společníky. Projev genu závisí na jeho okolí, které zahrnuje i ostatní geny. Někdy se gen projevuje jedním způsobem v přítomnosti určitého jiného genu a v přítomnosti dalšího genu se projevuje zcela jinak. Celý soubor genů v těle vytváří cosi jako genetické klima či pozadí, ovlivňující a měnící účinky kteréhokoliv určitého genu.

Jak se zdá, dospěli jsme k paradoxu. Pokud je vytvoření dítěte takový spleť kooperativní podnik a každý gen potřebuje ke splnění svého úkolu tisíce dalších genů, jak se to pak slučuje s mou představou nedělitelných genů, které po staletí skáčou jako nesmrtelný kamzík z jednoho těla do druhého, s představou volných, nespoutaných a sobeckých nosičů života? Byly to snad nesmysly? Vůbec ne. Mohl jsem se možná nechat trochu unést svými květnatými frázemi, ale neuvědomil jsem žádné nesmysly a žádný skutečný paradox zde není. To se pokusím vysvětlit pomocí další analogie.

Jeden veslař sám těžko vyhraje závod osmiveslic. Potřebuje k tomu osm kolegů. A každý aby byl specialista na určitém místě - u kormidla, na zádi či přídě atd. Veslování je kolektivní podnik, avšak někteří ze závodníků jsou lepší veslaři než druzí. Dejme tomu, že si má trenér vybrat ideální tým z množství kandidátů, z nichž někteří jsou specialisté na

pozici na přídi, jiní na kormidle atd. Dejme tomu, že svůj výběr provede tak, že dá každý den náhodným výběrem dohromady tři posádky a nechá je spolu navzájem zápolit. Po několika týdnech vyjde najevo, že někteří jedinci se často vyskytují ve vítězných týmech. Může je tedy označit za dobré veslaře. Jiní jedinci se naopak častěji vyskytují v pomalejších posádkách - a jsou posléze z výběru vyřazeni. Ale i nadmíru dobrý veslař se někdy může ocitnout v pomalé posádce, buď kvůli podřadnosti ostatních členů posádky, nebo v důsledku nešťastné náhody, třeba kvůli silnému protivětru. Nejlepší muži jsou v nejlepších posádkách spolehlivě pouze v dlouhodobém průměru.

Veslaři jsou geny. Rivalové o určité sedadlo v lodi jsou alely, potenciálně schopné zastávat stejnou pozici na chromozomu. Rychlé veslování odpovídá stavbě těla úspěšného v přežití, vítr vnějším přírodním podmínkám a množství kandidátů genofondu populace. V otázce přežití těla jsou všechny jeho geny na jedné lodi. Mnoho dobrých genů se dostane do špatné společnosti. Mohou třeba sdílet tělo i se smrtelným genem, který je zahubí v dětství. Dobrý gen je zničen spolu s ostatními. Ale to jde pouze o jedno tělo. Další kopie tohoto dobrého genu se nacházejí v jiných tělech, v tělech bez smrtelného genu. Mnoho kopií dobrých genů je znevýhodněno tím, že se dělí o tělo se špatnými geny, mnoho zahyne kvůli jiné nešťastné náhodě, třeba když je jejich tělo zasaženo bleskem. K náhodám, špatným i dobrým, však (už z povahy věci) dochází náhodně, a tak gen, který se neustále ocitá na straně prohrávajících, není obětí nešťastné náhody, ale je to špatný gen.

Jednou z předností dobrého veslaře je schopnost dobré týmová práce, schopnost zapadnout mezi ostatní a spolupracovat se zbytkem posádky. Ta může být stejně důležitá jako silné svaly. Jak jsme viděli v případě motýlů, přírodní výběr může nevědomky sestavit genový komplex inverzemi a jiným nedbalým přemísťováním částí chromozomu a takto dát dohromady geny, které dobře spolupracují. V jistém smyslu mohou být pro svou vzájemnou kompatibilitu vybrány geny, které nejsou nijak fyzicky spojeny. Gen, který dobře spolupracuje s většinou ostatních genů nacházejících se v řadě těl, tj. s geny zbytku genofondu, je ve výhodě.

Například tělo masožravců nese řadu znaků, které jsou potřebné v účelném těle masožravce - ostré špičáky, správný druh střev na trávení masa a mnoho dalších. Zato účelné tělo býložravce potřebuje ploché roz-mělnovací zuby a mnohem delší střevo s odlišnými trávicími enzymy. V genofondu býložravců by gen pro ostré špičáky příliš neuspěl. Ne že by takové zuby byly univerzálně špatné, ale těžko můžete požívat maso, ne-máte-li správný druh střeva na trávení masa a mnoho dalších znaků masožravého způsobu života. Geny pro ostré masožravé zuby nejsou vysloveně špatné, jenom v genofondu obsahujícím převážně geny pro vlastnosti býložravců se tak jeví.

Je to ožehavá a složitá záležitost. Složitá proto, že „okolí“ genu je tvořeno z větší části jinými geny, z nichž každý byl vybrán pro svou schopnost spolupráce v prostředí ostatních genů. Mohli bychom se s tímto ožehavým tématem sice vypořádat analogií, dotyčná analogie však neodpovídá běžným zkušenostem. Je to analogie s lidskou teorií her (game theory), s níž vás seznámím v 5. kapitole v souvislosti se souboji mezi jednotlivými zvířaty. Z tohoto důvodu odkládám další rozebírání tohoto tématu na konec 5. kapitoly a vracím se k hlavnímu sdělení této kapitoly - že bychom neměli za základní jednotku přírodního výběru považovat druh ani populaci, a dokonce ani jedince, ale nepatrnou jednotku dědičného materiálu, kterou je vhodné označit jako gen. Jak už bylo řečeno, úhelným kamenem tohoto tvrzení je předpoklad, že geny jsou potenciálně nesmrtelné, zatímco těla a další vyšší jednotky jsou dočasné. Tento předpoklad vychází ze dvou skutečností: z vlastností pohlavního rozmnožování a crossing overu a ze smrtelnosti jedince. O těchto poznatcích nikdo nepochybuje. Avšak to nás nemůže odvrátit od otázky, proč tomu tak je. Proč se my a většina ostatních nástrojů přežití rozmnožujeme pohlavně? Proč probíhá crossing over? Proč nežijeme věčně?

Odpověď na otázku, proč umíráme stářím, je složitá a její podrobnosti by překročily rámeček této knihy. Kromě konkrétních příčin byly navrženy ještě nějaké obecné. Podlé jedné teorie je stárnutí důsledkem nahromadění škodlivých chyb v replikaci a dalšího poškození genů v průběhu života. Další teorie, teorie sira Petera Medawara, je dobrým příkladem evolučního myšlení ve spojení se selekcí genů.<sup>11</sup> Nejdříve se stručně vypořádal s tradičními argumentacemi typu: „Když umírají staří jedinci, je to altruistický čin vůči zbytku druhu, neboť kdyby tu zůstali i přesto, že už jsou příliš sešlí na rozmnožování, dovedli by svět do záhuby.“ Medawar poukázal na to, že je to důkaz kruhem, vycházející z předpokladu, o němž předstírá, že jej dokazuje, a sice, že staří jedinci nejsou schopni rozmnožování. Zároveň je to naivní způsob druhově či skupinově selekcionistického vysvětlení, i když tato jeho složka by se dala upravit do důvěryhodnější podoby. Medawarova vlastní teorie má krásnou logiku. Je vystavěna následujícím způsobem.

Když jsme se zamýšleli nad tím, co jsou nejobecnější vlastnosti „dobrého“ genu, rozhodli jsme, že „sobeckost“ mezi ně patří. Ale další obecná vlastnost, kterou budou mít úspěšné geny, je snaha pozdržet smrt nástroje přežití, alespoň dokud neproběhne reprodukce. Je možné, že někteří z vašich vzdálených prastrýců či sestřenic zemřeli v dětství. Ale určitě se to nestalo žádnému z vašich přímých předků. Předkové prostě v dětství neumírají!

Geny, který způsobuje smrt svých nositelů, se říká letální gen. Semile-tální gen má pouze takové oslabující účinky, že zvyšuje pravděpodobnost smrti z jiné příčiny. Každý gen vyvíjí maximální úsilí ovlivnit naše tělo v určitém životním období a letální a semile-tální geny tvoří výjimku. Většina genů má maximální účinek během vývoje plodu, další v dětství, další během adolescence, ještě další ve středním věku a nějaké také během stáří. (Uvědomte si teď, že housenka a motýl, ve kterého se později přemění, nesou přesně stejnou genetickou informaci.) Bude se tu samozřejmě projevovat tlak směřující k odstranění letálních genů z genofondu. Avšak stejně samozřejmě je, že později účinkující letální geny budou v genofondu stabilnější než dříve účinkující letální geny. Gen, který je letální pro starší tělo, může být v genofondu úspěšný, pokud se jeho účinky projeví až poté, co mělo tělo čas alespoň na nějakou reprodukci. Například gen, který způsobuje rakovinu u starých těl, bude předán dalším generacím, neboť se jedinci stačí rozmnožit dříve, než

rakovinou onemocní. Na druhé straně gen, který by způsoboval rakovinu v raném reprodukčním věku, by nemohl být předán velkému počtu potomstva a gen, který by způsoboval fatální nádory před dosažením reprodukčního věku, by nebyl předán žádnému potomstvu. Podle této definice je sešlost věkem pouze důsledkem nahromaděných pozdě účinkujících letálních a se-miletálních genů v genofondu. Těmto genům bylo umožněno projít sítím přírodního výběru jen proto, že účinkují pozdě.

Medawar zdůrazňuje, že v důsledku toho bude výběr dávat přednost genům, které mohou oddálit projev letálních genů, a také těm genům, které urychlují funkce dobrých genů. Je možné, že velká část evolučních procesů spočívala ve vývoji mechanismů načasování aktivace jednotlivých genů.

Je třeba si povšimnout, že tato teorie nepotřebuje vytvářet žádné předpoklady ohledně období, v němž dochází k reprodukci. I kdybychom vyšli z předpokladu, že pravděpodobnost zplození potomka je u všech jedinců s věkem stejná a neměnná, předpoví Medawarova teorie nahromadění pozdě účinkujících zhoubných genů a jako druhotný důsledek tendenci ke snížení rychlosti rozmnožování se stoupajícím věkem.

Mimochodem jednou z příjemných vlastností této teorie je, že vede k zajímavým spekulacím. Můžeme z ní například odvodit dva způsoby, jak prodloužit lidský život. Za prvé bychom mohli zakázat rozmnožování před určitým věkem, řekněme před čtyřicátým rokem. Po několika stoletích by se tato hranice zvedla na padesát let atd. Můžeme si představit, že by se tak délka lidského života prodloužila přímo metuzalémsky. Těžko si však představit, že by kdokoli vážně chtěl takovou metodu zavést.

Druhou možností by bylo geny „ošálit“ tak, aby se domnívaly, že jsou v mladším těle, než tomu ve skutečnosti je. Prakticky by to vyžadovalo poznat, jak se vnitřní chemické prostředí těla mění s postupem věku. Kterákoli z těchto změn by mohla být podnětem pouštějícím pozdě účinkující zhoubné geny. Napodobením vnitřních chemických podmínek mladého těla by bylo možné zabránit spuštění jejich funkce. Zajímavé je, že chemické sloučeniny ve starém těle nemusí být samy o sobě škodlivé. Předpokládejme, že sloučenina *S* se ve starších tělech vyskytuje ve větších koncentracích než v mladých tělech. Může to být celkem neškodná sloučenina původem z potravy, která se postupně v těle hromadí. Potom gen, který by měl zhoubný účinek při zvýšené koncentraci *S*, zatímco jinak by byl prospěšný, by byl v genofondu výběrem zvýhodněn a v důsledku toho by *se stal* genem „pro“ smrt stářím. K léčbě by pak stačilo odstranění *S* z těla.

Revoluční je zde myšlenka, že *S* slouží pouze jako „značka“ vysokého věku. Kterýkoli lékař, jenž by si povšiml, že vysoké koncentrace *S* vedou ke smrti, by pravděpodobně začal *S* považovat za nějaký jed a lálal by si hlavu, aby našel přímou spojitost mezi *S* a špatnou funkcí těla. V našem hypotetickém příkladě by jen plýtvat časem.

Mohla by také existovat sloučenina *Y*, „značka“ mladého věku v tom smyslu, že koncentrace v mladém těle je větší než ve starém těle. Ve spojitosti s ní budou upřednostněny geny, které budou mít přínosný účinek při její vysoké koncentraci, zatímco v její nepřítomnosti budou jejich účinky zhoubné. I bez znalosti skutečné podstaty sloučenin *S* a *Y* (takových sloučenin může být mnoho) můžeme vyslovit obecnou předpověď, že čím věrněji napodobíte nebo přizpůsobíte vnitřní chemické podmínky uvnitř starého těla podmínkám mladého těla, jakkoli povrchní se tyto podmínky mohou zdát, tím déle bude to tělo žít.

Měl bych zdůraznit, že jde o pouhé spekulace založené na Medawarově teorii. Ačkoli v jistém smyslu musí mít Medawarova teorie něco pravdy, neznámá to, že by byla tím správným vysvětlením sešlosti věkem u nějakého konkrétního příkladu. Pro naše účely je důležité, že pro genově selekcionistický pohled na evoluci není problém vysvětlit tendenci jedinců zemřít, když zestárnou. Předpoklad smrtelnosti jedince, který je částí jádra tématu této kapitoly, je vysvětlitelný v rámci této teorie.

Obhájit další předpoklad, který jsem přidal, existenci pohlavního rozmnožování a crossing overu, je o něco těžší. Crossing over nemusí probíhat vždy. U sameček octomilky nebyl zjištěn. Existuje gen, který potlačuje crossing over i u sameček. Kdybychom vypěstovali populaci, v níž by tento gen měli všichni jedinci, stal by se u této populace základní nedělitelnou jednotkou chromozom. Pokud bychom postupovali podle našich definic až k logickému závěru, zjistili bychom, že tento chromozom musíme považovat za jeden „gen“.

Připomeňme ještě, že existují alternativy pohlavního rozmnožování. Samičky mšic mohou bez partnera přivést na svět samičí potomstvo, z něhož každá samička má genetický materiál identický s matkou. (Mimochodem embryo v „lůně“ matky může mít ve svém nitru další embryo. Tak může mšice „porodit“ svou dceru i vnučku zároveň, přičemž obě s ní budou geneticky identické jako jednovaječná dvojčata.) Mnoho rostlin se rozmnožuje vegetativně vytvářením oddenků. V tomto případě bychom možná spíše měli hovořit o *růstu než* o rozmnožování. Pokud o tom zauvažujete, shledáte mezi růstem a nepohlavním rozmnožováním poměrně malý rozdíl, neboť obojí se děje jednoduchým mitotickým dělením. Někdy se rostliny vzniklé vegetativním rozmnožováním oddělí od „mateřské“ rostliny. Jindy, jako například u jilmů, zůstane spojení zachováno. Celý jilmový les bychom tak vlastně mohli považovat za jednu rostlinu.

Otázkou tedy zůstává, proč - když mšice a jilmly to dělat nemusí - zacházíme my ostatní tak daleko, že mícháme naše geny s geny někoho dalšího, než zplodíme potomka? Zdá se to být výstřední způsob. Proč vůbec vznikl sex, to bizarní překroucení přímé replikace? Co je na sexu dobrého?<sup>12</sup>

Pro evolučního biologa je to nesmírně těžká otázka. Většina vážnějších snah o odpověď zahrnovala složité matematické zdůvodňování. Tomu se ze srdce rád vyhnu, jen bych chtěl upozornit na jedno. Určitá část problémů, které mají teoretici s vysvětlováním evoluce sexu, pramení z jejich zvyku předpokládat, že jedinec se snaží maximalizovat počet svých genů, které přežijí. V této souvislosti by však sex byl paradoxní, neboť je to „nedostačující“ způsob propagace genů

jedince. Vždyť každý potomek má pouze 50 % genů rodičovského jedince. Druhých 50 % dostává od jeho partnera. Kdybychom si tak mohli stejně jako mšice nechat vypučet potomky, kteří by byli naše přesné kopie a zdědili by 100 % genetické informace, stejně jako další generace. Tento zřejmý paradox dohnal některé teoretiky do náručí skupinovým selekcionistům, neboť na úrovni skupin je velice jednoduché přijít na výhody pohlavního rozmnožování pro skupiny. W. F. Bodmer to stručně vystihl: „Sex usnadňuje nahromadění různých výhodných mutací, vzniklých odděleně v jiných jedincích, do jednoho jedince.“

Pokud uvažujeme v rámci naší teorie a pohlížíme na jedince jako na nástroj přežití, postavený krátkodobým sdružením věkovitých genů, zdá se tento paradox méně paradoxní. „Účelovost“ z hlediska jedince se pak zdá být nepodstatná. Pohlavnost proti nepohlavnosti budou brány jako znak řízený jedním genem, stejně jako modré oči proti hnědým. Gen „pro“ sexualitu manipuluje se všemi ostatními geny v zájmu svých sobeckých potřeb. Gen pro crossing over dělá totéž. Existují dokonce geny zvané mutátory, které ovlivňují množství chyb v prepisu ostatních genů. Chyba v prepisu je samozřejmě nevýhodou pro prepisovaný gen. Ale pokud je výhodná pro sobeckého mutátora, který ji indukuje, pak způsobí jeho rozšíření v genofondu. Podobně prospívá-li crossing over genu pro crossing over, je to dostatečně odůvodnění existence crossing overu. A pokud pohlavní rozmnožování, jako opak nepohlavního, prospívá genu pro pohlavní rozmnožování, je to dostatečně odůvodnění jeho existence. To, zda prospívá zbytku genů organismu, je celkem nepodstatné. Z pohledu sobeckého genu není sex tak nepochopitelný.

Zde se nebezpečně přibližujeme k uzavřenému kruhu, vzhledem k tomu, že existence pohlavního rozmnožování je základní podmínkou pro celý řetěz obhajoby genu jako jednotky výběru. Věřím, že existují způsoby, jak se z tohoto kruhu vymanit, naše kniha však není místem pro jejich rozbor. Existence pohlavního rozmnožování je nezvratná. Na jejím základě a na základě existence crossing overu můžeme považovat malou genetickou jednotku neboli gen za nejbližší základnímu, nezávislému činiteli evoluce.

Sex není jediným zdánlivým paradoxem, který přestává být tolik matoucí, jakmile na něj nahlédneme z hlediska sobeckého genu. Zdá se například, že množství DNA v organismu je větší, než by bylo nezbytně nutné k vytvoření organismu. Velká část DNA není vůbec využita k tvorbě bílkovin. Z pohledu jedince se to zdá být paradox. Pokud je účelem DNA řídit stavbu těla, pak musí překvapit, nalezneme-li velké množství DNA, která se ničeho takového neúčastní. Biologové si lámou hlavu s tím, čím je tato nadbytečná DNA užitečná. Ze strany sobeckých genů zde žádný paradox není. Účelem DNA je přežít, nic víc, nic míň. Nejjednodušší způsob, jak vysvětlit nadbytečnou DNA, je předpokládat, že je to parazit, v nejlepším případě neškodný, ale také nepoužitelný pasažér, autostopař v nástroji přežití vytvořeném jinými molekulami DNA.<sup>13</sup>

Mnoho lidí vznáší námitky vůči tomu, co považují za přemrštěně ge-nocentrický pohled na evoluci. Argumentují tím, že nakonec jsou to celé jedinci i se svými geny, kdo ve skutečnosti žije a umírá. Doufám, že jsem v této kapitole řekl dost, abych prokázal, že tu není žádná neshoda. Stejně jako celé lodě vyhrávají či prohrávají závody, jedinci žijí a umírají a k *okamžitému* projevu přírodního výběru dojde téměř vždy na úrovni jedince. Dlouhodobé důsledky nenahodilých smrtí jedinců a reprodukčních úspěchů se však projeví změnou frekvence genů v genofondu. S jistými výhradami lze říci, že genofond hraje dnes roli prapolevky pro současné replikátory. Pohlavní rozmnožování a crossing over zajišťují proměnlivost dnešního ekvivalentu prapolevky, díky nim je genofond neustále dobře promícháván a geny i skupiny genů nebo naopak jejich části přesouvány. Evoluce je proces, v jehož důsledku některé geny začnou být v genofondu četnější a jiné méně četné. Kdykoli se snažíme objasnit evoluci nějaké vlastnosti, třeba altruistického chování, je dobré zvyknout si ptát se sami sebe: „Jak tato vlastnost ovlivní frekvence genů v genofondu?“ Čas od času se genetický jazyk stává fádním, a tak pro stručnost a oživení sklouzneme do metafory. Ale na své metafory se vždy musíme dívat s odstupem, abychom si mohli být jisti, že půjdou, kdykoli to bude třeba, přeložit zpět do genetického jazyka.

Z hlediska genu je genofond jen nový druh polévky, ve které žije. Jediné, co se změnilo, je, že gen teď spolupracuje s řadou skupin kolegů, vybraných z genofondu, a společně stavějí jeden nástroj přežití za druhým. Těmto nástrojům a způsobu, jakým geny ovlivňují jejich chování, se budeme věnovat v příští kapitole.

## Nástroje genů

Prvními nástroji přežití byly víceméně pasivní úkryty; neposkytovaly genům o moc více než stěny, chránící před chemickými útoky jejich konkurentů a poškozením v náhodných molekulárních srážkách. Zpočátku se „živily“ z volně dostupných molekul organické prapolevky. Jejich jednoduchý život však skončil, když tyto zásoby, jež se v průběhu staletí pomalu nahromadily z energie slunečního svitu, byly vyčerpány. Jedna z hlavních skupin těchto nástrojů, dnes nazývaná rostliny, začala využívat sluneční energii přímo a ukládat ji do složitých organických molekul, čímž urychlila původní syntetické procesy, které probíhaly v prapolevce. Druhá skupina, známá jako živočichové, „objevila“, jak zužitkovat rostlinnou produkci, a to buď spásáním rostlin, nebo lovem ostatních živočichů. Obě hlavní skupiny vyvíjely stále rafinovanější triky k zvýšení účinnosti svých rozdílných přístupů, a tak se životu začaly otevírat nové cesty, jimiž se mohl ubírat. V uvedených skupinách se objevily podskupiny a uvnitř těchto další a každá z nich vynikala ve svém specializovaném způsobu, jak si opatřit živobytí: v moři, na zemi, ve vzduchu, pod zemí, na stromech, a dokonce i uvnitř jiných organismů. Tak povstala obrovská rozmanitost živé přírody, která nás v současnosti tolik udivuje.

Jak zvířata, tak rostliny se vyvinuly v mnohobuněčné formy, obsahující kopie všech genů v každé buňce těla. Nevíme přesně, kdy, z jakých příčin ani kolikrát - nezávisle na sobě - k tomu došlo. Někteří lidé přirovnávají tělo mnohobuněčného organismu ke kolonii buněk. Já na ně spíše pohlížím jako na *kolonii genů* a na buňku jako na přijatelnou pracovní jednotku pro chemické provozy řízené geny.

Přestože na těla živých organismů můžeme pohlížet jako na kolonie genů, chovají se v mnoha ohledech jako celek. Zvíře se pohybuje jako koordinovaný celek, jako jednotka. Já se subjektivně rovněž cítím jako jedinec, nikoli jako kolonie. Je to pochopitelné. Výběr totiž upřednostňuje geny, které spolupracují s ostatními. V tvrdé soutěži o vzácné zdroje, v neutuchající snaze požrout jiné nástroje přežití a vyhnout se vlastní záhubě musí být zvýhodněna centrální koordinace proti poměrně nezávislosti panující v kolonii. V současnosti dosáhla komplikovaná vzájemná koevo-luce genů takového stupně, že koloniální charakter jednotlivých nástrojů přežití je prakticky nerozpoznatelný. Proto ho také mnozí biologové nevidí a nebudou se mnou souhlasit.

Naštěstí pro „věrohodnost“ (*jak by to nazvali novináři*) zbytku této knihy je tento rozpor spíše akademický. Právě tak jako není vhodné vypočítávat řadu jinak nezbytných malých součástek, když popisujeme, jak funguje automobil, je totiž často nezákonné a nepotřebné připomínat geny v debatě o chování organismů. V praxi je pohodlnější použít přiblížení, ve kterém organismus nahlédneme jako prostředek snažící se zvýšit počet svých genů v další generaci. Rád bych se tohoto pojetí držel. Pokud to na některém místě blíže neupřesním, budu nadále jako o altruistickém a sobeckém chování mluvit o chování jednoho zvířete vůči druhému.

Tato kapitola je o *chování* - tricích rychlého pohybu, hojně využívaných živočišnou větví nástrojů přežití. Živočichové se stali aktivními dravými vehikly genů - genovými nástroji. Pro chování, ve smyslu, ve kterém biologové tento termín používají, je charakteristické, že je rychlé. Rostliny se rovněž pohybují, ale pomalu. Na zrychleném filmu může popínávací rostlina v mnoha ohledech připomínat splanující zvíře, nicméně pohyb rostlin má ve většině případů charakter nevratného růstu. Naproti tomu Živočichové vyvinuli nesrovnatelně rychlejší způsoby pohybu. Od rostlin se liší i tím, že své pohyby mohou vracet do výchozí polohy a libovolně opakovat.

Nástrojem, který si živočichové pro pohyb vytvořili, je sval. Svaly jsou motory, které - tak jako parní stroj nebo spalovací motor - přeměňují energii chemického paliva v mechanický pohyb. Rozdíl je v tom, že bezprostřední mechanická síla působící ve svalu má charakter tahu, na rozdíl od našich strojů, které využívají tlaku plynu. Velmi se však podobají v tom, že rovněž pracují s lany, pákami a panty. Páky jsou známy co kosti, lana co šlachy a panty jako klouby. O molekulární podstatě svalových stahů toho víme poměrně dost, ale já považuji za zajímavější otázku Jejich *vzájemné koordinace*.

Sledovali jste někdy nějaký poměrně komplikovaný stroj, třeba tkalcovský stav, šicí stroj nebo senovazač? Nestarejme se o to, kde se bere Billa, která ho pohání, víme, že je to elektrický nebo spalovací motor, ale podrobnosti vynechme. Mnohem pozoruhodnější jsou spletené mechanismy, které tuto sílu převádějí na jednotlivé vzájemně koordinované děje. Podavače se pohybují v daném pořadí, ocelové prsty hbitě vážou uzly kolem balíků sena a pak se, ve správný moment, mihne ostří a provaz odstříhne. U mnoha lidmi vyrobených strojů je časování zajištěno skvělým vynálezem, vačkou. To je excentrické nebo různě tvarované kolečko, které převádí pohyb osy, na níž sedí, na rytmický sled úkonů. Podobně jsou konstruovány starší hrací skříňky. Pozdější stroje, například mechanické piano, využívaly papírové pásky nebo kartičky s děrovým záznamem. Dnes jsou tato mechanická časovací zařízení nahrazována elektronickými. Počítače jsou příkladem velkých a mnohostranných zařízení a mohou být použity k řízení složitě načasovaných pohybů. Základní složkou elektronického počítače jsou polovodičové jednotky, z nichž nejznámější je tranzistor.

Zdá se, že živočichové ve svém vývoji přeskočili jak vačkovou hřídel, tak děrný štítek. Zařízení, které využívají k řízení svých pohybů, má mnohem více společného s počítači, přestože pracuje na poněkud odlišných principech. Základní jednotka živých řídicích soustav, nervová buňka neboli neuron, nemá ve svých vnitřních funkcích s tranzistorem mnoho společného. Neurony mezi sebou sice komunikují prostřednictvím elektrických impulzů tak jako tranzistory, ale jsou oproti nim nesrovnatelně složitější. Zatímco tranzistor má tři spoje s okolními prvky, neurony jich mají tisíce. Neuron pracuje pomaleji než tranzistor, ale předstihuje ho co do miniaturizace, směru, jenž se v elektronice

stal trendem až v posledních desetiletích. To lze snadno ukázat srovnáním; zatímco neuronů je v mozku deset miliard, tranzistorů by se do stejného objemu vešlo pouze několik set.

Rostliny neurony nemají, protože ke svému životu pohyb nepotřebují, ale setkáváme se s nimi u většiny živočišných skupin. Neuron mohl být objeven v rané fázi evoluce a zděděn všemi skupinami, nebo mohl vzniknout několikrát nezávisle na sobě.

Neurony jsou normální jaderné buňky. Od ostatních se liší tím, že jejich membrána je vytažena do dlouhých, kabelům podobných výběžků. Jeden z těchto „kabelů“ - axon - je obvykle podstatně delší než ostatní. Přestože šířka axonu je mikroskopická, jeho délka může dosahovat až metrových rozměrů; například axony žirafy procházejí celou délkou jejího krku. Axony jsou obvykle svázané do mnohapranných svazků nazývaných nervy. Ty vedou signály z jedné části zvířete do druhé na způsob meziměstských telefonních kabelů. Některé neurony mají poměrně krátké axony a vyskytují se v oblastech hustého nahloučení nervové tkáně nazývaných ganglia - nebo mozek, pokud jsou větší. Mozek může být považován za funkční obdobu počítače.<sup>14</sup> Oba systémy totiž vytvářejí komplexní výstupní obrazce na základě analýzy komplexních vstupních obrazců s přihlédnutím k informacím uchovaným v paměti z dřívějška.

Nejdůležitější funkcí, kterou mozek přispívá k úspěchu organismu, je kontrola a koordinace svalových stahů. K tomu využívá kabely vedoucí z centra ke svalům, jimž se říká motorické nervy. Toto řízení vede k účinné ochraně genů pouze tehdy, odráží-li načasování svalových stahů/nějakým způsobem načasování událostí v okolním světě. Čelistní svaly je třeba stáhnout ve chvíli, kdy se v čelistech nachází objekt hodný zakousnutí, pohybovat svaly na nohou je zase potřeba ve chvíli, kdy se v okolí vyskytuje něco, co je záhodno dohonit nebo před čím je radno prchnout. Z tohoto důvodu dával výběr přednost organismům vybaveným smysly, orgány, které překládají obraz dějů ve vnějším světě do pulzního kódu neuronů. Mozek je připojen ke smyslům - očím, uším, chuťovým pohárkům - prostřednictvím kabelů zvaných smyslové nervy. Smyslové orgány jsou velmi dobře přizpůsobené svým funkcím a dosahují v rozpoznávání nesrovnatelně lepších výsledků než nejlepší a nejdražší z lidmi vyvinutých přístrojů. Kdyby tomu tak nebylo, nikdo by dnes například už nezaměstnával písařky; nahradily by je stroje schopné psát podle diktátu. Zatím však mají písařky svou práci jistou přinejmenším pár desítek let.

Kdysi smyslové orgány nejspíše komunikovaly přímo se svaly. Primitivní organismy, jako třeba mořské sasanky, od tohoto stavu nejsou ani dnes příliš daleko, protože pro jejich způsob života je to dostatečně účinné. Ale dosažení ucelenějšího a pružnějšího propojení mezi událostmi vnějšího světa a načasováním svalových kontrakcí vyžaduje mozek jako prostředníka. Výrazným pokrokem byl evoluční objev paměti. Pomocí tohoto „zařízení“ může načasování svalových kontrakcí ovlivnit nejenom bezprostředně ale i vzdálená minulost. Paměť je i nezbytnou součástí počítače. Počítačové paměti jsou spolehlivější než paměť lidská, ale jejich kapacita je menší a jejich schopnost získávat informace méně dokonalá.

Jednou z nejvýraznějších vlastností chování živých organismů je jeho očividná účelovost. Chování je samozřejmě přizpůsobeno tomu, aby zajišťovalo přežití genů, které je kódují, ale já mám pod pojmem účelovost na mysli ještě něco trochu jiného. Chování zvířat se totiž velmi podobá lidskému záměrnému chování. Když pozorujeme zvíře hledající potravu, partnera nebo ztracené mládě, těžko se můžeme ubránit tomu, abychom mu nepřisuzovali tytéž subjektivní pocity, jaké máme sami, když něco nebo někoho hledáme. Mohou zahrnovat i „touhu“ po daném objektu, „představu“, jak tento objekt vypadá, „vizi“ úspěchu či cíle na dosah. Každý z nás na základě vlastního sebepozorování ví, že přinejmenším u člověka přispěla tato záměrnost chování k vývoji vlastnosti, kterou nazýváme vědomím. Nejsm natolik filozoficky založen, abych se pustil do rozebírání toho, co pojem „vědomí“ přesně znamená, ale to naštěstí nevádí, protože o chování strojů lze poměrně snadno hovořit, jako by bylo záměrné, aniž bychom se dotkli otázky, zda mají vědomí nebo ne. Dá se tak uvažovat i o poměrně jednoduchých strojích, a principy nevědomé záměrnosti jsou běžné například ve strojním inženýrství. Klasickým příkladem je Wattův odstředivý regulátor parních strojů.

Základní princip, který se takového řízení účastní, se nazývá negativní zpětná vazba a vyskytuje v různých podobách. Popišme si tento princip obecně. „Účelový stroj“, stroj, který se chová, jako by měl vědomý úmysl, je vybaven nějakým měřicím přístrojem, který měří rozdíl mezi skutečným a žádoucím stavem. Jeho prostřednictvím je stroj řízen tak, aby svůj výkon zvýšil, je-li naměřená hodnota nižší než požadovaná, nebo jej snížil, pokud požadovanou hodnotu překročí (odtud „negativní zpětná vazba“). Odstředivý regulátor sestává z páru kuliček, které jsou umístěny na koncích pohyblivých ramének otáčejících se na ose poháněné parním strojem. Čím rychleji se tato osa točí, tím více jsou kuličky od ní vychylovány odstředivou silou, která působí proti zemské gravitaci, a raménka se tak přibližují horizontální poloze. Raménka jsou spojena s ventilem, který připouští páru do stroje a zavírá se, když se přibližují k horizontální pozici. To zajišťuje, aby mu regulátor, pokud by motor běžel příliš rychle, ubral páru, a on zpomalil. Pokud by zpomalil příliš, regulátor páru přidá a motor opět zrychlí. Takové stroje samozřejmě často oscilují v důsledku přehnaného signálu a jeho prodlevy a je na dovednosti inženýrů podobné oscilace zredukovat.

„Žádaným“ stavem odstředivého regulátoru je určitá rychlost otáčení. Regulátor samozřejmě nemá vědomý záměr, aby jí dosáhl. Účel takového stroje je prostě dán jako stav, do kterého se samovolně vrací. Moderní účelové stroje využívají rozšíření takových základních principů, jako je negativní zpětná vazba, k dosažení složitějšího chování, podobného chování živých organismů. Například o řízených střelách bychom mohli říci, že skutečně *hledají* svůj cíl, a když se dostanou do jeho blízkosti, tak jej *pronásledují* a opakují po něm všechny jeho otočky a kličky a občas je dokonce i „předvídají“. Není třeba rozebírat detailně, jak to dělají. Využívají principy jak negativní, tak pozitivní zpětné vazby a řadu jiných principů, které jsou dobře známé inženýrům, a dnes už víme, že se široce uplatňují i v řízení živých organismů. Není zde



potřeba hledat cokoli, co by se byl vzdáleně blížilo vědomému jednání, přestože laik pozorující řízenou střelu se občas těžko brání pocitu, že ji řídí lidský pilot.

Takové jevy mohou vyvolat mylnou představu, že když byl stroj, například řízená střela, postaven a projektován člověkem, tak musí být pod jeho bezprostřední kontrolou. Podobným omylem je domněnka, že počítače ve skutečnosti neumějí hrát šachy, ale dělají jen to, co jim přikáže jejich programátor. Je důležité, abychom si uvědomili, proč je taková představa klamná, protože to souvisí s porozuměním tomu, v jakém smyslu vlastně geny „kontrolují“ chování. Šachové programy nám poslouží jako dobrá ilustrace, a proto se o nich v krátkosti zmíním.

Počítače sice nehrají šachy tak dobře jako velmistři, dosahují však úrovně velice dobrých amatérů. Přesněji bychom měli mluvit o *programech* a neměli bychom je zaměňovat s počítačem samotným; ten je pouze hmotným základem, na němž se tyto programy realizují. Co je tedy úlohou programátora? Zajisté tu není od toho, aby manipuloval s počítačem od jednoho tahu k druhému, jako loutkář tahající za provázky. To by byl vzhledem k zadanému úkolu podvod. Programátor vytvoří program, vloží ho do počítače, ale pak je počítač odkázán sám na sebe, pak zde už není žádný lidský zásah s výjimkou protihráče zadávajícího své tahy. Může programátor zahrnout do programu odpovědi na všechny možné situace? Samozřejmě že ne, protože počet možných pozic v šachové hře je tak obrovský, že jejich výčet by nedokončil před koncem světa. Ze stejného důvodu nelze počítač naprogramovat, aby vyzkoušel všechny možné varianty odpovědi, dokud nenajde vítěznou cestu až do konce hry. Možných šachových her je totiž více než atomů v Galaxii. Tím bychom mohli skončit výčet možných způsobů, jak nenaučit počítač hrát šachy. Jak ho to však doopravdy naučit, je nesmírně obtížný problém a není divu, že šachové programy zatím nedosáhly úrovně lidských mistrů.

Skutečná úloha programátora se do značné míry podobá roli otce učícího svého syna hrát šachy. Učí počítač základní tahy, samozřejmě ne pro každou pozici zvlášť, ale v úspornější, obecnější podobě. Nemůže mu prostě říci: „Střelec se pohybuje po úhlopříčkách," ale musí mu zadat matematický ekvivalent tohoto údaje, například: „Střelec lze položit na kterékoli políčko, jehož souřadnice se rovnají součtu předchozích souřadnic  $x$ ,  $y$  a celých čísel  $m$ ,  $n$ , která jsou si v absolutní hodnotě rovna." Podobným způsobem může zadávat složitější poučky, třeba „Neponechávej krále nechráněného", nebo užitečné triky, jako je vidlička koněm. Detaily jsou zajímavé, ale příliš by nás odvedly od tématu. Důležité je, že když už počítačový program běží, tak hraje sám za sebe a jeho programátor jej v té chvíli nijak neovlivňuje. Vše, co programátor může udělat, je *předem* vybavit program vyváženou zásobou specifických informací a návodů ke strategiím a technikám.

Geny rovněž neřídí chování svých organismů přímo, taháním za šňůrky, ale nepřímo, podobně jako programátor. Mohou jen *předem* vybavit organismus prostředky, které mu v budoucnu mohou pomoci vyrovnat se s tou kterou situací, poté je organismus odkázán sám na sebe a geny jen pasivně sedí uvnitř. Proč jsou tak pasivní? Proč se nechopí vlády a neřídí organismy z kroku na krok? Odpověď je, že nemohou z důvodů časových prodlev. To lze dobře ukázat na jiné analogii, převzaté ze science fiction. *A for Andromeda (A jako Andromeda)* Freda Hoylea a Johna Elliota je vzrušující příběh a jako každá dobrá sci-fi má zajímavé vědecké problémy v pozadí. Podivné je, že kniha postrádá explicitní vyjádření těch nejdůležitějších z nich. Má tak patrně ponechat prostor čtenářově představivosti. Doufám, že autoři omluví, když se zde těmto problémům budu věnovat podrobně.

V příběhu se vyskytuje civilizace v souhvězdí Andromedy vzdálená od nás 200 světelných let.<sup>15</sup> Její příslušníci chtějí rozšířit svou kulturu do vzdálených světů. Uskutečnění takového zaměření však poněkud problematické. Přímé cestování je mimo diskusi. Rychlost světla představuje nepřekonatelnou teoretickou bariéru a hranice praktických možností jsou ještě nižší. Navíc ne všechny okolní světy stojí za takovou výpravu a nelze poznat předem, kterým směrem je záhodno se vydat. Rádio je lepším prostředkem komunikace; máte-li dost energie na vyslání signálu do všech možných směrů, můžete jím dosáhnout velkého množství světů (počet vzrůstá s druhou mocninou vzdálenosti). Rádiový signál se pohybuje rychlostí světla, což znamená, že signál z Andromedy může dorazit na Zemi za 200 let. Na takovou vzdálenost však není možné udržovat konverzaci. I když pomineme fakt, že by každá další odpověď byla vyslána lidmi staršími o dvanáct generací, konverzace na takovou vzdálenost by byla marná.

Před podobným problémem budou zanedlouho stát i lidé. Rádiový signál překoná vzdálenost mezi Zemí a Marsem za čtyři minuty. Astronauti, kteří budou cestovat takhle daleko, budou nepochybně muset přejít z obvyklého stylu lidské konverzace v krátkých střídajících se větách na dlouhé monology a samomluvy, podobné spíše korespondenci než rozhovoru. Další zajímavý příklad přináší Roger Payne. Ukázal, že akustika moře má určité vlastnosti, které dovolují, aby neobvykle hlasité „zpěvy" některých velryb, pokud plavou v určité hloubce, byly slyšet prakticky kolem celého světa. Není známo, zda mezi sebou skutečně na tuto vzdálenost komunikují, ale pokud ano, ocitaly by se před stejným problémem jako astronauti na Marsu. Rychlost zvuku ve vodě je taková, že by velrybímu zpěvu trvalo téměř dvě hodiny, než by překonal vzdálenost napříč Atlantikem a zpátky. Domnívám se, že právě proto mají velrybí zpěvy charakter dlouhého monologu bez repetice, trvajících okolo osmi minut, který se posléze vrací k počátku a znovu se opakuje.

Andromedáné ve zmíněném příběhu provedli totéž. Jelikož nemělo smysl čekat na odpověď, shromáždili všechny informace do jediné nepřerušované zprávy a tu pak odvětili do kosmu mnohokrát za sebou v cyklech trvajících několik měsíců. Jejich zpráva se však lišila od té velrybí. Sestávala z kódovaných instrukcí pro stavbu a naprogramování obřího počítače. Instrukce samozřejmě nebyly v žádném z lidských jazyků, ale téměř každý kód může být dešifrován zkušeným kryptografem, obzvláště v případě, že jeho tvůrci ho vytvořili tak, aby byl snadno dešifrovatelný. Zpráva byla zachycena radioteleskopem v Jodrell Banku a rozluštna, počítač byl zkonstruován a program spuštěn. Důsledky byly pro lidstvo téměř zničující, protože záměry Andromedánů nebyly zrovna altruistické, a počítači, než jej hrđina

příběhu roztráskal sekerou, se málem podařilo získat absolutní vládu nad světem.

Z našeho úhlu pohledu je důležitá otázka, v jakém smyslu lze říci, že Andromedáňé manipulovali událostmi na Zemi. Neměli žádnou přímou kontrolu nad tím, jak zmíněný počítač krok za krokem postupoval, dokonce ani možnost zjistit, zda byl skutečně postaven, protože takové informace by trvalo 200 let, než by se vrátila zpět. Rozhodování a činy tohoto počítače byly výhradně jeho vlastní. Nemohl se svých tvůrců ptát na žádné další informace ohledně toho, jak postupovat. Všechny jeho instrukce musely být vytvořeny s předstihem a obsaženy v jeho zadání, kvůli nepřekonatelné dvousetleté bariéře. V zásadě musel být programován velmi podobně jako šachový počítač, ale mnohem pružněji a se schopností přijímat jakékoli informace z okolí, protože nebyl projektován pro Zemi jako takovou, ale pro libovolný svět disponující rozvinutou technologií, pro kterýkoli ze světů, o jejichž detailních podmínkách nemohli mít Andromedáňé žádnou představu.

Právě tak jako Andromedáňé museli mít počítač, aby za ně na Zemi dělal rozhodnutí ze dne na den, musely nás z podobných důvodů naše geny vybavit mozkiem. Geny však nejsou jenom Andromedáňé, kteří poslali instrukce, jsou i těmi instrukcemi. A za loutkářské šňůrky nemohou tahat ze stejného důvodu, z důvodu časového prodloužení. Geny se uplatňují prostřednictvím syntézy proteinů. Je to účinný, ale pomalý způsob manipulace světem. Vývoj embrya zabere celé měsíce trpělivého tahání za proteinové šňůrky. Zato chování je velice rychlá záležitost. Pracuje spíše, v rozsahu vteřin a jejich zlomků než měsíců. Co si se šustne, sova se ohlédne, vlnění trávy prozradí kořist, a během milisekund spustí nervové systémy odpovídající akci, svaly zapracují, a něčí život je zachráněn nebo ztracen. Geny nemají takhle krátké reakční časy. Stejně jako Andromedáňé mohou pouze v předstihu udělat to nejlepší vybudováním výkonného počítače a v předstihu ho naprogramovat pravidly a návody, jak si „poradit“ s tolika eventualitami, kolik jich geny mohou „předpovědět“. Jenomže život - stejně jako šachová hra - nabízí příliš mnoho možných eventualit. Stejně jako tvůrce šachových programů musí geny své nástroje přežití vybavit spíše obecnými než podrobnými strategiemi a triky pro přežití.<sup>16</sup>

Jak poukázal J. Z. Young, geny musí zvládat úlohu analogickou předvídaní. Když se vyvíjí embryo organismu, nebezpečí a problémy na něj teprve čekají. Kdo může vědět, jací dravci na něj budou číhat za nejbližším křovím či jaká rychlonohá kořist mu přeběhne přes cestu a jakým směrem před ním bude klíčkovat? Žádný lidský prorok, ani žádný gen. Je však možné udělat určité obecné předpovědi. Geny embrya ledního medvěda mohou bezpečně předvídat, že budoucnost jejich nenarozeného nositele bude velice studená. Nepřemýšlejí o tom jako o nějakém prococtví, nepřemýšlejí vůbec, pouze kódují vznik hustého kožichu, jako to dělaly vždy předtím, a díky tomu se udržely v genofondu. Rovněž předpokládají, že krajina, po níž se bude medvěd pohybovat, bude zasněžená - a výsledkem tohoto předpokladu bude bílá barva kožichu, která maskuje. Pokud by se podnebí Arktidy změnilo tak převratně, že by se z ní stala poušť, byla by jejich předpověď nesprávná a zaplatily by patřičnou pokutu. Medvěd by zahynulo a ony s ním.

Předpovídání ve složitém světě je podnik závislý na náhodě. Každé rozhodnutí, které organismus dělá, je sázka a úkolem genů je naprogramovat mozky dopředu tak, aby jejich rozhodnutí byla v průměru výhodná. Měnou používanou v herně evoluce je přežití, přísně vzato přežití genů, ale ve většině případů může přežití jedince sloužit jako dobré přiblížení. Když se jdete napít k potoku, zvyšujete riziko, že budete sežráni číhajícím predátorem. Pokud k potoku nepůjdete, jednoho dne zahynete žízní. S každou alternativou jsou spojena rizika, a vy musíte dělat rozhodnutí, která maximalizují dlouhodobou pravděpodobnost přežití vašich genů. Nejlepším řešením asi bude odložit cestu k potoku, dokud skutečně nemáte velkou žízeň, a pak se jednou pořádně napít. Tak zredukujete počet návštěv u potoka, ale na druhé straně strávíte delší dobu se skloněnou hlavou při pití. Jinou strategií by mohlo být pít často a krátce, vždy když máte kolem potoka cestu. Na kterou z těchto strategií vsadit, závisí na řadě okolností, v neposlední řadě na zvycích predátorů, které se zase vyvinuly do podoby neúčinnější z jejich hlediska. Je tedy nutné zvážit všechny šance i rizika. Z toho však nemusíme usuzovat, že zvířata tyto kalkulace provádějí vědomě. Je pouze třeba věřit tomu, že ti jedinci, které jejich geny vybavily mozky schopnými lépe předvídat, mají větší naději přežít a v důsledku toho tyto geny pomnožují.

Metaforu sázení můžeme ještě dále rozvinout. Hráč musí uvažovat o třech hlavních proměnných: výši vkladu, pravděpodobnosti výhry a její výši. Je-li výhra vysoká, je hráč ochoten riskovat vysokou sázkou. Hráč, který riskuje vše na jeden hod, může vyhrát hodně, ale musí rovněž počítat s eventuální velkou ztrátou. V průměru jsou na tom však stejně ti, co se sázejí o velké, i ti, co se sázejí o malé částky. Podobným příkladem je srovnání mezi spekulanty a opatrnými investory na trhu s cennými papíry. V některých ohledech je trh s cennými papíry ještě lepším příkladem, protože kasina bývají úmyslně manipulována ve prospěch banku. (Což znamená, že ve skutečnosti ti, co se sázejí o velké částky, skončí chudší než ti, co se sázejí o malé částky, a ti zase skončí chudší než ti, co nesázejí vůbec. Příčiny tohoto jevu se však k naší diskusi nevztahují.) Pokud však tuto okolnost nebereme v úvahu, zdá se být rozumná jak cesta vysokých, tak nízkých sázek. Jsou však opravdu taková zvířata, která hrají na vysoké riziko, a jiná, konzervativnější? V 9. kapitole uvidíme, že samci se ve většině případů chovají jako hazardéři a samice jako opatrní investoři, což platí obzvláště u polygamních druhů, kde samci soupeří o samice. Přírodovědce v tuto chvíli jistě napadnou i příklady druhů, u nichž se obě pohlaví chovají jako hazardéři, a jiných, kteří jsou spíše investory. Prozatím však takové úvahy opustíme a vraťme se k obecnějšímu tématu, k tomu, jak se geny vyrovnávají s problémem předvídaní.

Jedním způsobem, jak mohou geny vyřešit problém předvídaní ve víceméně nepředvídatelném prostředí, je obdařit organismy schopností učení. Program pak může mít podobu následujících instrukcí: „Toto je seznam věcí, které budeš vnímat jako příjemné: sladká chuť v ústech, orgasmus, příjemná teplota, usmívající se dítě. A tady je seznam nepříjemných věcí: nerůznější druhy bolesti, kocovina, hlad, řvoucí dítě. Jestliže po něčem z toho, co uděláš, bude následovat

některá z nepříjemných věcí, víckrát to nedělej, opakuj však ty činnosti, po nichž následovaly věci příjemné." Výhodou takového programu je, že podstatně snižuje počet podrobných pravidel, která je potřeba do něj zadat, a zároveň si dovede poradit s případnými změnami podmínek, které nemohou být předvídané. Na druhé straně se ani tento přístup nevyhne nutnosti zahrnout v sobě určité předpovědi. V našem příkladu geny předvídají, že sladká chuť v ústech a orgazmus jsou „dobré“, v tom smyslu, že požívání cukru a kopulace jsou užitečné pro přežívání genů.

Existence sacharinu a masturbace v tomto příkladu předpokládána není, stejně jako nebezpečí přejídání se cukrem, pokud je k dispozici v nepřirozeném nadbytku, jako je tomu v naší společnosti.

Výukové strategie byly použity i v některých šachových programech.

Ty se pak zlepšují ve své hře, čím více hrají s lidmi nebo jinými programy. Mají sice rovněž od začátku určité informace o pravidlech a strategii, ale navíc i schopnost vkládat do své hry určitá náhodná rozhodnutí. Drží si záznam o výsledcích předchozích utkání, a kdykoli vyhrají, o něco zvýší důležitost, kterou přihrávají té strategii, která k vítězství vedla, takže příště je o něco pravděpodobnější, že jí použijí znovu.

Jednou z nejzajímavějších metod předvídaní budoucnosti je simulace. Předvídaní je úkol, který stojí například před generálem, jenž se má rozhodnout, jaká válečná strategie je za daných podmínek nejvýhodnější. Některé podmínky, třeba počasí, nadšení vojáků a možná protipatření nepřítele, jsou neznámé. Jedním ze způsobů, jak vyzkoušet, zda je plán dobrý, je prostě jít a uskutečnit ho, ale je nemožné takto vyzkoušet všechny možné plány, přinejmenším proto, že zásoby mladých mužů odhodlaných „padnout za vlast“ nejsou nevyčerpatelné a možných plánů může být mnoho. Je lepší vyzkoušet různé alternativy nanečisto než v podobě krvavých jatek. K tomu slouží velká cvičení typu „modří“ proti „zeleným“, s použitím slepé munice; i ta jsou však materiálně a časově dosti náročná. Méně náročně se takové válečné hry dají hrát s cínovými vojíčky či s modely tanků na maketách terénu.

V současnosti tuto úlohu převzaly počítače, a to nejen ve válečné strategii, ale ve všech oblastech, kde je nezbytné předvídaní budoucnosti - v ekonomii, ekologii, sociologii a dalších. Říkáme-li, že v počítači je vytvořen model nějakého jevu, tak to samozřejmě neznamená, že u něj někdo odšroubuje kryt a rozestaví v něm věrné zmenšeniny uvažovaných objektů. Když v počítači běží šachový program, jehož výstupem jsou pouze zkratky udávající jeho tahy, a nikoli obrázek celé partie, pak nikde v paměti tohoto počítače vůbec nemusí být žádná data, která by bylo možné prohlásit za obraz šachovnice s figurkami. Šachovnice a pozice figur na ní je zde představována souborem elektronických kódů. Mapa je pro nás miniaturní model části světa zobrazený v rovině. V počítači může být představována seznamem měst s dvěma údaji u každého z nich, zeměpisnou délkou a šířkou. Není však důležité, jak počítač ve skutečnosti svůj model uchovává, pokud je schopen s ním pracovat, dělat na něm experimenty a podávat člověku jejich výsledky ve srozumitelné podobě. Prostřednictvím simulací mohou být modelové bitvy vyhrávány či prohrávány, simulovaná letadla létají nebo padají, ekonomická rozhodnutí vedou k prosperitě či krachu. Ve všech případech proběhne celý proces uvnitř počítače v krátkém zlomku času, který by zabral ve skutečném životě. Samozřejmě že jsou dobré a špatné modely a že i ty dobré jsou pouhým přiblížením skutečnosti. Ani ten nejrozsáhlejší model nemůže

přesně předpovědět, co se skutečně stane, ale dobrá simulace je mnohem přijatelnější než slepý pokus a omyl.

Simulace by mohly být vhodně označeny jako zástupný pokus-omyl, nebýt toho, že tento termín už nějakou dobu používají v poněkud odlišném významu behavioristé.

Je-li simulace skutečně tak dobrý vynález, mohli bychom očekávat, že evoluce objevila dávno před námi. Řada principů využívaných v naší současné technice vznikla v evoluci dávno předtím, než člověk vůbec přišel na scénu: čočky a parabolické reflektory, frekvenční analýza zvukových vln, servo ovladače, sonar, vyrovnávací paměti pro příjem informací a spousta dalších s ještě delšími názvy, jejichž podrobnosti nás nyní nezajímají. Nebylo by tedy vůbec divné, kdyby se v evoluci živočichů objevila i schopnost simulace. Máte-li před sebou nějaké složité rozhodnutí, které zahrnuje neznámé prvky, provedete něco jako simulaci. Představíte si, co by se stalo, kdybyste si zvolili některou z možností, které se vám nabízejí. V duchu si vytvoříte model, ne celého světa, ale omezené sady prvků, které se vám zdají důležité. Můžete je v duchu vidět zcela živě a můžete manipulovat s jejich stylizovanými abstrakcemi. V každém případě je nepravděpodobné, že někde ve vašem mozku je uložena prostorová maketa uvažovaných objektů. Avšak právě tak jako u počítače jsou detaily toho, jak váš mozek takový model ve skutečnosti vytváří, méně důležité než skutečnost, že je schopen využít je pro předvídaní možných událostí. Organismy se schopností simulovat budoucnost jsou o krok před těmi, které jsou pouze schopny učít se na základě skutečných pokusů a omylů. Nevýhodou skutečného pokusu je, že spotřebovává energii a čas. Nevýhodou skutečného omylu je, že bývá často fatální. Simulace je rychlejší i bezpečnější.

Vrcholem vývoje schopností simulovat se zdá být vznik subjektivního vědomí. Jak vzniklo, je podle mého názoru jedna z nejsložitějších otázek, před nimiž moderní biologie stojí. To, že se systém zabývá simulacemi, samo o sobě ke vzniku vědomí nestačí, není žádný důvod domnívat se, že počítače zabývající se simulacemi mají vědomí, byť můžeme připustit, že v budoucnu je mít mohou. Vědomí možná vzniká v té fázi, kdy mozek organismu už simuluje natolik rozsáhlé modely, že do nich musí zahrnovat i model sebe sama.<sup>17</sup> Tělo a končetiny organismu dozajista tvoří podstatnou část jím simulovaného světa; patrně ze stejného důvodu i simulace sama musí být zahrnuta ve světě, který je třeba simulovat. Jiným výrazem pro totéž může být pojem „sebeuvědomování“. Toto vysvětlení mi však nepřipadá jako plně uspokojivé, mimo jiné proto, že v sobě zahrnuje rekurentní prvek: je-li model modelu, proč není model modelu v modelu a tak dále.

Přestože filozofická debata o pojmu vědomí zůstává otevřená, pro účely našeho vyprávění můžeme vědomí chápat jako vyvrcholení evolučního trendu směrem k emancipaci organismů jako výkonných rozhodujících činitelů a jejich

nezávislosti na jejich vrchnosti, genech. Nejenomže jsou mozky schopny řídit organismy krok za krokem v jejich chování, ale mají i získanou schopnost předpovídat budoucnost a jednat podle toho. Jsou dokonce schopny se genům vzepřít, například nemít tolik potomků, kolik by mít mohly. Nicméně v tomto ohledu je člověk, jak uvidíme, velice výjimečný případ.

Co to má společného s naším vyprávěním o altruismu a sobeckosti? Pokouším se zde nastínit myšlenku, že chování zvířat je sice pod nepřímou, ale zato velice silnou kontrolou genů. Předpisem, jak mají být organismy a jejich nervová soustava vybudovány, si geny udržují téměř absolutní kontrolu nad jejich chováním. Ale okamžité rozhodování spočívá na nervové soustavě. Geny jsou primárními zákonodárci, mozky jsou vykonavatelé. Ale jak se mozky stávaly dokonalejšími, přebíraly víc a více z běžného rozhodování za pomoci triků, jako je učení a předvídání. Logickým vyvrcholením tohoto trendu, jehož zatím u žádného druhu nebylo dosaženo, by bylo omezení vlivu genů na chování zvířat na jednu jedinou instrukci: „Dělejte cokoli, co nás udrží při životě.“

Analogie s počítači a lidským rozhodováním nám pomohly navodit problémy, které před geny stojí. Vraťme se však ke genům samotným a připomeňme si, že evoluce probíhá krok po kroku v důsledku rozdílného přežívání genů v genofonu. Proto k je tomu, aby se vyvinul nějaký vzorec chování, ať už sobecký či altruistický, nutné, aby gen pro toto chování přežíval v genofonu úspěšněji nežli jeho konkurenční alely. Gen pro altruistické chování znamená jakýkoli gen, který ovlivňuje vývoj nervové soustavy tak, že organismus je k takovému chování náchylnější.<sup>18</sup> Zatím bohužel postrádáme experimentální důkazy dědičnosti altruistického chování, to však nepřekvapuje, neboť na dědičnost chování vůbec se zatím zaměřovalo jen velmi málo experimentů. Povězme si místo toho o jedné studii týkající se chování, které sice není výrazně altruistické, ale je dostatečně složité, aby upoutalo naši pozornost. Poslouží nám jako model toho, jak se může dědit i altruistické chování.

Medonosné včely trpí infekční chorobou nazývanou mor plodu. Infekce napadá larvy v jejich komůrkách. Některé linie domácích chovných včel jsou k této chorobě náchylnější nežli ostatní. Zjistilo se, že alespoň někdy spočívá příčina v rozdílném chování. Existují kmeny hygienické, které se epidemie rychle zbavují tak, že vyhledávají nakažené larvy, vytažují je z jejich komůrek a vyhazují je z úlu. Citlivé kmeny jsou k této infekci náchylné proto, že tuto hygienickou infanticidu neprovazují. Chování, které tuto hygienu zajišťuje, je poměrně komplikované. Dělnice nejdříve musí nakaženou larvu nalézt, potom odvíčkovat její komůrku, vytáhnout larvu ven, odnést ke dvětem úlu a vyhodit ji na smetiště.

Provádění genetických experimentů na včelách je poměrně obtížná záležitost, a to z několika důvodů. Dělnice samy se nerozmnožují, musíte křížit královnu jedné linie s trubcem druhé a potom pozorovat chování dceřiných dělnic. To udělal W. C. Rothenbuhler. Zjistil, že všichni kříženci první generace byli nehygieničtí. Geny pro hygienické chování u nich sice byly přítomny, ale byly recesivní, jako například gen pro modrou barvu očí u člověka. Když Rothenbuhler poté zpětně zkřížil hybridy první generace s čistě hygienickou linií, dostal ještě zajímavější výsledek. Výsledná včelstva se rozdělila do tří skupin. Jedna vykazovala bezchybné hygienické chování, druhá je naopak úplně postrádala a třetí se zarazila na půli cesty. Dělnice z této skupiny sice odvíčkovaly komůrky nakažených larev, ale postižené larvy neodklidily. Rothenbuhler usoudil, že by zde mohly hrát roli dva oddělené geny, jeden pro odvíčkování a druhý pro odklizení. Normální hygienické linie mají oba geny, citlivé linie mají místo nich jejich alely - konkurenční geny. Hybridy, kteří se zarazili na půli cesty, pravděpodobně měli gen pro odvíčkování (v dvojité dávce), ale postrádali gen pro odklizení. Rothenbuhler předpokládal, že v jeho experimentální skupině Unii, které postrádaly jakékoli hygienické chování, bude podskupina linií, které mají geny pro odklizení, jež se ovšem nemohou projevit v nepřítomnosti genu pro odvíčkování. Vzápětí to velice elegantně prokázal tím, že těmto včelám u komůrek s larvami odstranil víčka sám. Nato polovina těchto prokazatelně nehygienických včel předvedla perfektní odklízeč chování.<sup>19</sup>

Tento příběh ilustruje řadu důležitých otázek, které vstaly v minulé kapitole. Ukazuje, že je naprosto na místě hovořit o „genu pro takové či onaké chování“, aniž bychom měli sebemenší představu o řadě embryonálních procesů vedoucích od genu k určitému chování. Může se dokonce ukázat, že taková příčinná souvislost zahrnuje i učení. Například od-víčkovací gen včele umožní rozpoznat chuť vosku víčka nakažené larvy jako příjemnou. To znamená, že taková včela potom bude po jídání voskových víček obětí infekce vnímat jako uspokojující a bude toto chování opakovat častěji. I kdyby tento gen skutečně takto fungoval, je to stále gen pro odvíčkování, pokud - za předpokladu, že ostatní okolnosti zůstanou stejné - přítomnost tohoto genu vede k odvíčkování nakažené larvy a jeho nepřítomnost má opačný výsledek.

Za druhé tento příklad ilustruje skutečnost, že geny „spolupracují“ ve svých účincích na chování společného organismu. Odklízeč gen je nefunkční bez odvíčkovacího a naopak. Nicméně genetické experimenty ukazují stejně jasně, že takové geny jsou v principu oddělitelné na své cestě generacemi. Co se týče jejich funkce, lze o nich uvažovat jako o jediné spolupracující jednotce, ale jako replikující se geny jsou to dva volné a nezávislé prvky.

Pro naši diskusi je nezbytné vyjasnit si otázku existence genů „pro“ děláním nejrůznějších věcí, u nichž bychom neočekávali, že budou geneticky řízeny. Budu-li například mluvit o hypotetickém genu „pro záchranu tonoucího bližního“, a vám se takový nápad bude zdát nesmyslný, vzpomeňte si na hygienické včely. Vzpomeňte si, že nemluvíme o takovém genu jako o jediné předpokládané příčině všech svalových kontrakcí, smyslových vjemů, či dokonce vědomých rozhodnutí potřebných k zachraňování bližního před utonutím. Neříkáme nic o tom, zda k vývoji takového chování nějak přispělo učení, zkušenost nebo vlivy prostředí. Pouze připouštíme, že je možné, aby jeden gen v situaci, kdy ostatní podmínky včetně přítomnosti řady jiných nezbytných genů a faktorů prostředí zůstanou zachovány, způsobil, aby tělo jeho nositele bylo více náchylné k zachraňování svých bližních než tělo nositele alternativní alely.

Nakonec se může ukázat, že se tyto dvě alely nepatrně liší ve svém vlivu na nějakou proměnnou. Detaily embryonálního vývoje, jakkoli jsou samy o sobě zajímavé, jsou v evolučních úvahách zanedbatelné. Tuto úvahu dobře rozvinul Konrád Lorenz.

Geny jsou mistrní programátoři a programují o život. Jsou posuzovány podle toho, jak si jejich programy dovedou poradit se všemi nástrahami, jimž život jejich organismy vystavuje, a posuzuje je bezohledný soudce u soudu přežití. Později se dostaneme i k otázce, jak může být pro přežití genů výhodné altruistické chování. Hlavní prioritou pro organismus a mozek, který za něj rozhoduje, je však jeho vlastní přežití a rozmnožení. S těmito prioritami budou jistě souhlasit všechny geny v „kolonii“. A proto zvířata přesně vědí, jak daleko se jim vyplatí jít za potravou, jak se vyhnout nebezpečí, nemoci či nehodě, jak se chránit před nepřízní počasí, jak najít partnera a přimět ho k páření a předat mu své geny a s nimi spojené výhody. Nemíním to ilustrovat na příkladech, ale pokud o nějaký stojíte, podívejte se pozorně na první divoké zvíře, s nímž se setkáte. Chci však uvést jeden konkrétní druh chování, protože se o něm budeme bavit, až přijde řeč na sobectví a altruismus. Toto chování se souhrnně nazývá *komunikace*.<sup>2</sup>

Říci, že organismus komunikuje s druhým, můžeme v situaci, kdy nějak ovlivňuje jeho chování nebo stav jeho nervové soustavy. Na této defi-

nici bych nerad trval příliš dlouho, ale prozatím s ní vystačíme. Zde mám pod ovlivňováním na mysli přímé příčinné ovlivňování. Příkladem komunikace je nedohledná řada - zpěv ptáků, žab či cvrčků, vrtění ocasem nebo jezení srsti u psů, cenění zubů u šimpanzů, lidská gesta a řeč. Řada organismů své geny nepřímo zvýhodňuje právě ovlivňováním chování jiných organismů. Zvířata dospěla v zefektivňování této komunikace velmi daleko. Ptačí zpěv okouzloval a udivoval generace Udí. Už jsem zde zmínil dokonalé a záhadné zpěvy keporkaků, jejichž frekvence přesahují celý rozsah lidského sluchu od infrazvukového brumláni do ultrazvukového pískotu. Krtonožky zesilují svůj zpěv tím, že jej provozují sedíce v ozvučné noře, kterou předtím pečlivě upravily do podoby dvojité expo-nenciály, tvaru megafonu. Včely svými tanečky v temnotách úlu sdělují ostatním přesné informace o směru a vzdálenosti zdroje potravy, což je výkon, který dokáže překonat jen lidská řeč.

Podle tradičního podání etologů se komunikace vyvinula pro vzájemný prospěch vysílatele i příjemce signálu. Kuře například pípáním upozorňuje svou matku, že se ztratilo a je mu zima. Matka na to okamžitě zareaguje a přivede je zpět k hejnu. Dalo by se říci, že toto chování se vyvinulo k vzájemnému prospěchu, tedy že výběr upřednostnil kuřata, která pípají, když se ztratí, a slepice, které na pípání reagují.

Rádi bychom (i když to není nezbytné) takovým signálům přikládali význam, informační obsah: například v předchozím případě „Ztratilo jsem se“. O poplachu, který spouštějí malí ptáci, o nichž jsem se zmiňoval v 1. kapitole, bychom mohli říci, že nese informaci „Pozor, jestřáb“. Zvířata, která tuto informaci zachytí a zařídí se podle ní, jsou zvýhodněna. Proto se o této informaci dá říci, že je pravdivá. Podávají však zvířata někdy nepravdivé informace, lžou někdy?

Zmínka o zvířeti, které lže, svádí k nesprávnému pochopení, jemuž bych rád předešel. Vzpomínám si na svou účast na přednášce Beatrice a Allena Gardnerových o jejich slavné „mluvící“ šimpanzici Washoe (domlouvá se americkou znakovou řečí a její výsledky jsou velmi zajímavé pro studenty jazyků). Mezi účastníky byli jacísi filozofové, kteří v diskusi po přednášce přišli s dotazem, zda je Washoe schopná lhát. Měl jsem podezření, že Gardnerovi byli přesvědčeni, že jsou zde daleko zajímavější otázky k diskusi, a v duchu jsem s nimi souhlasil. V této knize používám výrazy jako „podvod“ a „lež“ v mnohem přímočařejším smyslu než zmínění filozofové. Ty zajímal vědomý úmysl podvádět. Já mluvím prostě o činnosti, jejímž výsledkem je oklamání druhého. Jestliže pták použije signál „Pozor, jestřáb“ v situaci, kdy nablízku žádný nepřítel není, zaplaší tak své kolegy a může si všechno sežrat sám, lze o něm říci, že lhal. To však neznamená, že bychom tvrdili, že chtěl vědomě podvést ostatní. Vše, co by tím bylo řečeno, by bylo, že lhář získal jídlo na úkor ostatních v důsledku toho, že použil signál „Pozor, jestřáb“, a ostatní reagovali přiměřeně přítomnosti jestřába.

Řada druhů hmyzu se chrání před snědením tím, že napodobuje vzhled druhů, které jsou jedovaté, nechutné či obdařené žihadlem. Lidé mívají často potíže rozeznat žluto-černě pruhované pestřenky od vos. Některé mouchy jsou ještě dokonalejší v napodobování včel. Predátoři rovněž klamou. Ďas mořský v klidu čeká na dně, splývá s okolím. Jediná pozorovatelná část jeho těla je červovitý přívěsek, který se svíjí na konci dlouhého „rybářského prutu“ vyčnívajícího z jeho hlavy. Když se přiblíží kořist, ďas svou návnadu roztančí a láká jí kořist do prostoru své ukryté tlamy. Náhle se tlama otevře a malá rybka je vcucnuta a požitena. Ďas klame, využívá tendence malých rybek považovat kroučící se červovité objekty za kořist. Láká „Tady je červ“, a malá rybka, která tomu uvěří, se záhy ocitne v jeho útrobach.

Některé organismy takto využívají sexuální spády jiných. Některé rostliny (rod *Ophris*) dovedou přimět včely k pokusu o kopulaci s jejich květy, protože vzhledem připomínají jejich samice. Získávají tak možnost opy-lení, protože samec, který se takto nachytá dvakrát, přenese pyl z jedné rostliny na druhou. Světlušky přitahují své partnery světlem. Každý druh má svou světelnou morseovku, která zabraňuje nedorozumění a mezi-druhového křížení. Tak jako námořníci poznají majáky podle jejich různých signálů, vyhlížejí světlušky kód svého druhu. Samičky rodu *Photuris* však zjistily, že mohou přilákat samečky rodu *Photinus*, když napodobí kód používaný samičkami tohoto rodu. Přilákaného samečka pak sežerou. Vybavují se mi báje o sirenách či Lorelei, ale lidé z Cornwallu si patrně spíš vzpomenu na pobřežní piráty, kteří lucernami mátlí lodě a po ztroskotání je vylupovali.

Kdykoli se vyvine nějaký způsob komunikace, vyvstane vždy nebezpečí, že jej někdo zneužije ke svým cílům. Jelikož jsme byli vychováni v představě evoluce upřednostňující vlastnosti, které zvýhodňují druh, uvažujeme-li o

lhářích a podvodnicích v přírodě, napadnou nás vždy nejdříve takoví, kteří klamou příslušníky jiného druhu: predátora, kořist nebo hostitele. Nicméně podvádění a lež a sobecké využívání komunikace musíme očekávat všude tam, kde tato potřeba vyvstane jako zájem různých jedinců, včetně jedinců téhož druhu. Jak uvidíme, můžeme očekávat, že děti klamou své rodiče, manželé podvádějí manželky a bratr lže bratru.

Dokonce i předpoklad, že zvířecí komunikace se původně vyvinula

k dosažení vzájemných výhod a teprve poté byla zneužita zlovolnými jedinci, je příliš zjednodušený. Právě tak může být pravda, že v každé komunikaci je prvek podvádění obsažen od počátku, protože všechny vztahy mezi zvířaty v sobě zahrnují střet zájmů. Následující kapitola nabízí účinný přístup, jak nahlížet na konflikt zájmů z evolučního hlediska.

## Agrese a stabilní strategie sobeckých strojů

Hlavním tématem této kapitoly je ještě dnes špatně chápaná otázka agrese. I nadále v ní budeme na jednotlivce pohlížet jako na sobecký stroj, naprogramovaný k chování, které je nejvýhodnější pro jeho geny. Je však dobře mít na paměti, že jde o zjednodušující jazyk. V závěru kapitoly se vrátíme k terminologii jednotlivých genů.

Pro jeden nástroj přežití je jiný nástroj přežití (který není jeho potomkem ani blízkým příbuzným) součástí prostředí, stejně jako kámen, řeka nebo kus potravy. Je to něco, co překáží, nebo něco, co může být využito. V jednom důležitém ohledu se však organismus od kamene liší: snaží se bránit. Je totiž nositelem nesmrtelných genů, jejich jedinou nadějí do budoucna, a tak se nezastaví před ničím, co je v zájmu jejich ochrany. Přírodní výběr dává přednost genům, které své nástroje řídí tak, aby co nejlépe využily prostředí, v němž žijí. To zahrnuje i co nejlepší využití jiných nástrojů přežití, ať už příbuzného nebo jiného druhu.

V řadě případů si nástroje přežití zřídka zasahují do života. Například kos a krtek se navzájem nepožirají, nepáří se se stejnými samicemi ani spolu nesoutěží o životní prostor. Přesto bychom o nich neměli uvažovat jako o úplně izolovaných jedincích. O něco soutěžit mohou, třeba o zdroj potravy. To nemusí nutně znamenat, že by byla šance spatřit, jak se krtek s kosem přetahují o žízalu, když je daleko pravděpodobnější, že jeden druhého za celý svůj život nespátří. Kdybyste však vyhubili populaci krtek, vliv této skutečnosti na populaci kosů by jistě byl pozorovatelný, nicméně si netroufám odhadovat, jaké by byly jeho detaily ani jakými záhadně nepřímými cestami by se prosadil.

Nástroje přežití dvou různých druhů se ovlivňují navzájem rozličnými způsoby. Mohou být predátory nebo kořisti, parazity či hostiteli nebo mohou soutěžit o nějaký vzácný zdroj. Mohou být druhými využívány i velmi neobvyklými způsoby, jako například včely sloužící květinám jako opylovači.

Nástroje přežití stejného druhu zasahují do svých životů mnohem přímějšími způsoby. Má to mnoho důvodů. Jedním z nich je, že polovina

populace jsou možní partneři k páření, potenciálně využitelní spolupracovníci k produkci potomstva. Dalším důvodem je, že příslušníci téhož druhu, kteří jsou si velmi podobní v tom, že se snaží zachovávat své geny ve stejném prostředí a stejným způsobem života, přímo soutěží o všechny životní zdroje. Kos a krtek možná soutěží o žízaly, ale kos s jiným kosem soutěží o žízaly a všechno ostatní. Jsou-li příslušníky stejného pohlaví, soutěží dokonce i o partnery. Z důvodů, které vysvětlím později, jsou to většinou samci, kteří soutěží o samice. To znamená, že samec může zvýhodnit své geny, pokud nějakým způsobem poškodí jiného samce.

Jako logický postup z hlediska každého nástroje přežití se tedy může zdát zabít všechny rivaly a pokud možno je pak sežrat. Přestože se zabíjení i kanibalismus v přírodě vyskytují, nejsou zdaleka tak časté, jak by plynulo z naivního výkladu teorie sobeckého genu. Například Konrád Lorenz ve své knize *Takzvané zlo* zdůrazňuje zdrženlivý a šlechtný charakter zvířecích soubojů. Jako pozoruhodnou věc předkládá, že zvířecí souboje mají charakter formálních klání, uskutečňovaných podle určitých pravidel, tak jako utkání v boxu či šermu. Zvířata bojují pěstmi v rukavicích nebo otupeným ostřím. Hrozba a zastráňování zde nahrazuje vražednou důslednost. Dá-li poražený svou porážku najevo, vítěz se s tím spokojí, namísto aby protivníkovi zasadil vražednou ránu nebo mu prokousl hrdlo, jak by předpokládala naivní interpretace naší teorie.

Takový popis zvířecí agrese jakožto zdrženlivé a formální je však sporný. Především je nepochybně nesprávné odsuzovat starého chudáka *Homo sapiens* jako jediný druh schopný vraždit své bližní, jediného dědice Kainova znamení, a podobnými melodramatickými soudy. To, zda výzkumník klade důraz spíše na zdrženlivost než na útočnost zvířecí agrese, závisí nejen na druhu, jež pozoruje, ale i na předem zvoleném výkladu evoluce - konečkonců Lorenz je jedním z obhájců hesla „Pro dobro druhu“. Představa zvířecích soubojů v rukavičkách sice může být přehnaná, je však alespoň částečně pravdivá. Při povrchním pohledu to vypadá jako forma altruismu. Teorie sobeckého genu se pak s tímto složitým úkolem musí vyrovnat. Proč zvířata nezkoušejí vyvraždit všechny konkurující příslušníky téhož druhu při každé vhodné příležitosti?

Obecná odpověď zní, že zaslepená bojovnost nemá za výsledek jenom výhody, ale rovněž se za ni platí, a to nejenom zjevnými ztrátami energie a času. Předpokládejme například, že *B* a *C* jsou moji sokové a já náhodou potkám *B*. Zdálo by se, že nejlepší, co jakožto sobecký jedinec mohu udělat, je pokusit se ho odstranit. Ale pozor! *C* je rovněž můj soupeř a je rovněž soupeřem *B*. Zabiji-li tedy *B*, prokážu tím službu i *C* - odstráním

i jeho soka. Lepším řešením tedy může být nechat *B* naživu, aby soutěžil a případně bojoval s *C*, a tak nepřímě prospíval mně. Z tohoto jednoduchého hypotetického příkladu plyne poučení, že nevybíravé pokusy zabít každého rivala nepřinášejí žádný zjevný prospěch. Ve velkém a provázaném systému soutěžení nemusí odstranění jednoho soka ze scény přinést žádný užitek, ba co víc, jeho smrt může přinést prospěch dalším sokům. Podobnou lekcí už dávno dostali odborníci pro boj s plevelem. Když vyvinuli metodu, jak úplně zlikvidovat nějakého škůdce, a široce ji uplatnili, často zjistili, že nějakému jinému škůdci jeho odstraněním prospěli daleko více než samotnému zemědělství; to nezřídka skončilo v horší situaci, než v jaké se nacházelo na začátku.

Na druhou stranu se může zdát dobrým přístupem zabít soupeře, nebo alespoň s některými ze soupeřů bojovat, budeme-li si mezi nimi vybírat. Je-li *B* samec rypouše sloniho vlastního velkého harém samic a já jako druhý samec jeho zabitím tento harém získám, je žádoucí, abych se o to pokusil. Ale s takovou selektivní bojovností jsou spojeny výdaje a rizika. To, že odvrací útok v obraně cenného majetku, je pro *B* jistá výhoda. Zahájím-li boj, mohu v něm přijít o život

právě tak jako on. A možná že spíše než on. Důvod, proč s ním chci bojovat, je ten, že je držitelem cenného zdroje. Jak k němu ale přišel? Musel ho vyhrát v souboji a to znamená, že už musel zvítězit nad jedním nebo několika soupeři. Je to tedy dobrý bojovník. I kdybych nad ním vyhrál a harém získal, mohu být v průběhu souboje tak vážně poškozen, že nebudu moci svou kořist náležitě využít. Boj navíc stojí čas a energii, a ty může být lepší uchovat na pozdější časy. Soustředím-li se určitý čas na svou výživu a bezpečnost, pak vyrostu a zesílím. Odložím-li tedy souboj o harém do té doby, budou mé šance na vítězství daleko vyšší, než kdybych se do něj zbrkle pustil nyní.

Předcházející subjektivní monolog měl jen poukázat na to; že rozhodnutí, zda bojovat či nikoli, je v ideálním případě podloženo složitým, byť nevědomým výpočtem „výdajů a zisku“ (cost - benefit). Ne všechny potenciální výhody mluví ve prospěch boje, ale některé z nich nepochybně ano. Podobně je tomu však i v průběhu boje samotného, kdy každé možné rozhodnutí, zda v boji pokračovat, přiosřit jej, zmírnit, nebo i ustoupit, má svá pro a proti a ta musí být zvážena. Etologové si to víceméně mlhavě uvědomovali dávno, nicméně k přesnému vyjádření dospěl až John Maynard Smith, který za etologa obvykle pokládán není. Ve spolupráci s G. R. Pricem a G. A. Parkerem našel na popis tohoto problému nástroj v matematickém oboru nazývaném teorie her. Jejich elegantní myšlenky je možné, byť na úkor přesnosti, vyjádřit bez použití matematického jazyka.

Základní koncepce, kterou Maynard Smith předkládá, je myšlenka *evolučně stabilní strategie* (evolutionary stable strategy), kterou se před ním zabývali už W. D. Hamilton a R. H. MacArthur. „Strategii“ zde rozumíme předprogramovaný způsob chování. Příkladem strategie může být "Zaútoč na protivníka, když prchá, tak jej pronásleduj, když se ti postaví, tak uteč". Je důležité si uvědomit, že zde neuvažujeme o strategii vědomě vymyšlené jedincem. Pamatujme si, že na zvíře pohlížíme jako na robo-tický stroj na přežití s předem naprogramovaným počítačem řídícím jeho svaly. To, že tuto strategii chápeme jako soubor instrukcí psaných běžnou řečí, je pouze pohodlný způsob, jak o ní uvažovat. Na základě nějakého nespecifikovaného mechanismu se zvíře chová, jako by se řídilo podle těchto instrukcí.

Evolučně stabilní strategie (ESS) je taková strategie, kterou - je-li přijata všemi příslušníky dané populace - nemůže překonat žádná jiná.<sup>21</sup> Je to důmyslná a zároveň zásadní myšlenka. Mohli bychom ji také formulovat tak, že nejlepší strategie z hlediska jedince závisí na tom, jak se chová zbytek populace. Vzhledem k tomu, že populaci tvoří jedinci, kteří se snaží maximalizovat svou úspěšnost, strategie, která přetrvává, je taková strategie, která jakmile se jednou vyvine, nemůže být překonána žádným odchylným jedincem. Po zásadní změně prostředí může nastat krátké období evoluční nestability, pravděpodobně i výkyvy v populaci. Jakmile je však dosaženo evolučně stabilní strategie, pak tato strategie přetrvává a výběr bude potlačovat jakékoli odchylky od ní.

Pro účel aplikace této myšlenky na agresivitu si proberme jeden z nejjednodušších hypotetických příkladů předložených Maynardem Smithem. Uvažujme o populaci jednoho druhu, která staví pouze na dvou různých strategiích boje. Nazvěme je strategie *jestřába* a strategie *hrdličky*. (Tato jména odpovídají jejich přenesenému významu v lidské mluvě a nemají nic společného s chováním ptáků, od jejichž jmen jsou odvozena; hrdličky bývají ve skutečnosti tvorové značně agresivní.) Každého jedince uvažované populace označme buď za jestřába, nebo za hrdličku. Jestřáb vždy bojuje tak tvrdě a nesmlouvavě, jak jen může, a vzdává se, pouze je-li vážně zraněn. Hrdlička se naopak uchyluje jen k symbolické hrozbě, aniž by se pokusila komukoli ublížit. Pokud se jestřáb pustí do boje s hrdličkou, hrdlička rychle prchá, nezraněná. Bojuje-li jestřáb s jestřábem, trvá souboj do té doby, než je jeden z nich vážně zraněn nebo zabit. Setká-li se hrdlička s jinou hrdličkou, snaží se jedna druhou překonat v pózování a vyhrožování, dokud to jednu z nich přestane bavit, nebo se s tím už nehodlá obtěžovat a vzdá se, a ani jedna z obou nedojde úhony. Prozatím předpokládáme, že ani jeden ze soupeřů není schopen

předem rozeznat, ke kterému typu patří jeho sok, a zjistit to až v průběhu souboje. Předpokládáme rovněž, že nemá schopnost pamatovat si předchozí souboje a nemůže tudíž vycházet z takovéto zkušenosti.

Nyní na základě čistě pomyslné úmluvy přiřadíme jednotlivým výsledkům souboje „hodnotu“ v bodech, dejme tomu 50 bodů za vítězství, 0 za prohru, -100 pro případ vážného zranění a -10 pro přílišnou ztrátu času. Takové body můžeme považovat za přímo směřitelné na přežití genu. Jedincem s vysokým výtěžkem (pay-off), je ten, kdo po sobě zanechá nejvíce kopií svých genů v genofondu populace. Pro pochopení tohoto problému nezáleží příliš na tom, nakolik námi zvolená čísla odpovídají realitě.

Důležité je uvědomit si, že to, co nás zajímá, *není*, zda jestřáb zvítězí nad hrdličkou v jednotlivých soubojích. Odpověď přece známe, zvítězí vždy. Chceme zjistit, zda strategie jestřába nebo hrdličky je evolučně stabilní strategie. Pokud jedna z nich je evolučně stabilní a druhá nikoli, musíme očekávat, že evoluce upřednostní první z nich. Teoreticky je možná i existence dvou evolučně stabilních strategií. Tak je tomu například v situaci, kdy je pro jedince vzhledem k podmínkám nejvýhodnější přiklonit se k té strategii, kterou uplatňuje většina populace. V takovém případě se ustaví strategie, která převládla jako první. Nicméně, jak uvidíme dále, žádná ze zatím uvedených strategií - ani jestřáb, ani hrdlička - sama o sobě evolučně stabilní není, a tudíž nemůžeme očekávat, že by se v evoluci taková strategie objevila. Abychom to ukázali jasněji, musíme nejprve zjistit, jak se tyto strategie zhodnotí v námi navrženém bodování.

Pro začátek si vezměme čistě hrdliččí populaci. Kdykoli mezi sebou bojují hrdličky, obejde se to bez zranění. Jejich souboj spočívá v dlouhých rituálních turnajích, třeba v závodech v zírání jeden na druhého, které končí, až se jeden z účastníků vzdá. Vítěz získá +50 za vítězství, -10 za ztrátu času v dlouhé soutěži v trpělivosti, jeho celkový výtěžek je tedy 40. Poražený je toliko penalizován -10 body za ztrátu času. Průměrný výtěžek je tedy průměr z +40 a -10, tedy 15. Proto se zdá, že se každé hrdličce v populaci hrdliček daří dobře.

Předpokládáme teď, že se v populaci objeví mutant s chováním jestřába. Jelikož je zde jediným jestřábem, je jeho



protivníkem vždy hrdlička. To znamená, že ve všech soubojích zvítězí a jeho průměrný výtěžek bude +50. Těší se tak obrovské výhodě oproti hrdličkám - jejich průměrný výtěžek je jenom +15. Jestřábí geny se proto v populaci silně pomnoží. Ovšem jestřáb teď už nemůže počítat s tím, že jeho soupeřem bude vždy hrdlička. Uvážíme-li krajní možnost, že se jestřábí geny pomnoží tak úspěšně, že v následné populaci zcela převládnu, pak se všechny další soubo-

je budou odehrávat za úplně odlišných podmínek. Ze souboje dvou jestřábů odejde jeden vždy vážně zraněn; jeho výtěžek je tedy -100, zatímco vítěz obdrží +50. V populaci jestřábů může jestřáb očekávat vítězství v průměru v polovině soubojů, zatímco druhou polovinu prohraje. Jeho očekávaný průměrný výtěžek je nyní průměr z +50 a -100, tedy -25. A teď se podívejme, jak by si v takové populaci vedla samotná hrdlička. Zcela jistě by prohrála všechny souboje, ale na druhou stranu by zase nikdy nebyla zraněna. Její průměrný výtěžek v populaci jestřábů by tedy byl 0, zatímco zisk jestřába v populaci jestřábů by dosáhl -25. V takové populaci by se tedy dobře šířily hrdliččí geny.

Mé podání nyní navozuje dojem, jako by v populaci muselo docházet k trvalé oscilaci. Když se dostanou k moci jestřábí geny, vytváří se výhodné podmínky pro hrdličky a v důsledku jejich pomnožení jsou znovu zvýhodněni jestřábi a tak dále. Žádná taková oscilace ve skutečnosti nenastává. Existuje totiž stabilní poměr mezi hrdličkami a jestřáby. Bodováním, které jsme zvolili v našem příkladě, by odpovídal poměr 5/12 hrdliček ku 7/12 jestřábů. Při takovémto stabilním poměru je průměrný výtěžek jestřábů i hrdliček stejný. Výběr tedy nebude dávat přednost ani jednomu z nich. Pokud by se v takové situaci začal zvyšovat počet jednoho z typů, vzrostl by tím průměrný výtěžek druhého a poměr by se začal vracet zpět ke stabilnímu. Podobně jako je stabilní poměr pohlaví 50:50, je stabilní poměr jestřábů k hrdličkám v našem hypotetickém příkladu 7:5. V obou případech platí, že odchylky od stabilního poměru nebyvají významné.

Na pohled to může připomínat skupinový výběr, ale ve skutečnosti to s ním nemá nic společného. Jako skupinový výběr to vypadá proto, že nám to umožňuje uvažovat o populaci, jako by se vždy nacházela v rovnovážném stavu, k němuž se samovolně vrací, je-li z něj vychýlena. Evolučně stabilní strategie je ovšem mnohem důmyslnější představa než skupinová selekce a nemá nic společného s úspěšností skupin. To můžeme názorně předvést na našem hypotetickém příkladu. Průměrný výtěžek jedince ve stabilní populaci sestávající z 7/12 jestřábů a 5/12 hrdliček dosahuje 6,25. To platí pro hrdličku i pro jestřába. Jenomže 6,25 je mnohem méně než průměrný výtěžek hrdličky v populaci hrdliček. Pokud by tedy všichni jedinci v populaci souhlasili s tím, že se budou chovat jako hrdličky, měli by z toho užitek všichni příslušníci této populace. Z přímočarého pojetí skupinového výběru by vyplývalo, že každá skupina, v níž by se jedinci dohodli, že se budou chovat jako hrdličky, by měla být mnohem úspěšnější než konkurenční skupina usazená na stabilním poměru. (Shodou okolností není pakt sestávající pouze z hrdliček tím nejvýhodnějším v uvedených podmínkách. Průměrný výtěžek na jeden souboj ve skupině

sestávající z 1/6 jestřábů a 5/6 hrdliček je 16,6. Je to neúspěšnější možný pakt, ale tento fakt pro náš účel můžeme zanedbat. Průměrný výtěžek v jednodušší skupině ze samých hrdliček je daleko výhodnější pro všechny jedince než evolučně stabilní strategie.) Teorie skupinového výběru by tedy předpovídala tendenci k spiknutí hrdliček, protože skupina obsahující 7/12 jestřábů by byla méně úspěšná. Se spiknutími je ovšem ta potíž, že i ta z dlouhodobého hlediska nejvýhodnější jsou náchylná k zneužití. Je nepochybné, že ve skupině samých hrdliček se všichni mají lépe než v evolučně stabilní strategii. Bohužel v takové skupině je jeden jestřáb natolik úspěšný, že nic nemůže zabránit vývoji strategie jestřába. Pakt tedy zajde na vnitřní zradu. Evolučně stabilní strategie není stabilní proto, že by byla pro zúčastněné výrazně výhodná, ale proto, že je vůči takové zradě odolná.

Pro lidi je představa spiknutí a paktů ve prospěch všech zúčastněných samozřejmá i v případě, že takové dohody nejsou stabilní ve smyslu evolučně stabilní strategie. To je však možné pouze díky *vědomé předvídatosti* každého ze zúčastněných; vidí tak, že dodržovat domluvená pravidla je v jeho dlouhodobém zájmu. Dokonce i v lidských spolicích hrozí stále nebezpečí zrad, neboť některým jednotlivcům mohou z porušení úmluv vyplýnout takové *krátkodobé výhody*, že neodolají pokušení. Snad nejlepším příkladem jsou úmluvy o udržování stálých cen. Například v nejlepším dlouhodobém zájmu majitelů benzinových čerpadel je udržovat ceny benzínu na uměle vysokých hodnotách. Tak to může vydržet poměrně dlouhou dobu. Čas od času však některý z nich podlehne pokušení zvýšit svůj obrát náhlým snížením cen. Ostatní ho rychle následují a způsobí tak celonárodní snižování cen. K nelibosti nás ostatních je však jejich dlouhodobé zájmy brzy přivedou k rozumu a ustaví se nová dohoda. Přesto vidíme, že i u člověka, druhu s darem uvědomělé předvídatosti, se dohody založené na dlouhodobé výhodnosti stále pohybují na hranici kolapsu způsobeného vnitřní zradou. U divokých zvířat, řízených vzájemně soupeřícími geny, je ještě složitější představit si, jak by se vůbec mohly takové dohody vyvinout. Musíme tedy očekávat, že všude nalezneme evolučně stabilní strategie.

V našem hypotetickém příkladu jsme vycházeli z jednoduchého předpokladu, že každý jedinec se bude chovat buď jako jestřáb, nebo jako hrdlička. Výsledkem naší úvahy byl evolučně stabilní poměr jestřábů a hrdliček. V praxi to znamená, že se v genofondu populace ustaví stabilní poměr mezi geny hrdliček a jestřábů. V genetice se tomuto stavu říká stabilní polymorfismus. Z matematického hlediska lze dosáhnout naprosto shodné evolučně stabilní strategie i bez přítomnosti polymorfismu.

Bylo by tomu tak v případě, že se *každý jedinec* bude se stejnou *pravděpodobností* účastnit souboje chovat jako jestřáb (v našem příkladu 7/12). V praxi by to znamenalo, že každý jedinec se v každém souboji náhodně rozhoduje buď pro roli jestřába, nebo hrdličky, s tím, že chování jestřába bude upřednostňovat v poměru 7:5. Důležité je, aby tato rozhodnutí, ač mírně častější pro jestřába, byla náhodná v tom smyslu, že oponent nesmí mít možnost předem se dozvědět, jak se zachová jeho soupeř. Nebylo by tedy dobré chovat se například sedmkrát za sebou jako jestřáb a pak pětkrát jako hrdlička. Kdyby se nějaký jedinec rozhodl pro takovouto jednoduchou posloupnost, mohli by ji jeho soupeři snadno

rozpoznat a využít. K vítězství nad takovým jedincem by stačilo hrát jestřába ve chvíli, kdy on by měl podle svého plánu hrát hrdličku.

Příklad hrdliček a jestřábů je samozřejmě naivně zjednodušující. Je to „model“, něco, co v přírodě ve skutečnosti neexistuje, ale co nám pomáhá skutečné procesy chápat. I jednoduché modely, tak jako tento, nám mohou pomoci pochopit podstatu problému či ujasnit si myšlenky. Jednoduché modely mohou být rozpracovávány a postupně rozvíjeny do větších podrobností. Pokud se to dělá správně, podrobnější modely se blíží více skutečnosti. Jedním ze způsobů, jak rozvíjet náš model jestřábů a hrdliček, je přidat do něj další možné strategie. Jestřáb a hrdlička nejsou jediné možné. O něco složitější strategie, zavedená Maynardem Smithem a Pricem, je strategie *odvetníka* (retaliator).

Odvetník se na začátku každého souboje chová jako hrdlička. Nepouští se do nelítostného boje a začíná formálními výhrůžnými postoji. Pokud jej však protivník napadne, útok mu oplácí. Jinými slovy - odvetník se s jestřábem utkává jako jestřáb a s hrdličkou jako hrdlička. Setká-li se s jiným odvetníkem, hraje hrdličku. Odvetník je *podmíněná strategie*. Chování odvetníka závisí na chování jeho protivníka.

Další podmíněnou strategií je *tyran* (bully). Tyran se naopak ke všem soupeřům zpočátku, dokud mu někdo jeho útok neoplatí, chová jako jestřáb. Pak okamžitě prchá. Ještě další podmíněná strategie je *odvetník-pokušitel* (prober-retaliator). Ten se chová v zásadě jako odvetník, ovšem čas od času zkusí vystupňovat konflikt a zachovat se jako jestřáb vůči protivníkovi, který na něj nezaútočil. Pokud soupeř stále neútočí, setrvává pokušítelem v útoku. Jestliže mu však protivník útok oplátí, uchýlí se ke konvenčním výhrůžkám. Je-li přímo napaden, oplácí útok jako normální odvetník.

Je-li těchto pět zmíněných strategií postaveno proti sobě v počítačové simulaci, ukáže se jako evolučně stabilní pouze jedna z nich, a to strategie odvetníka.<sup>22</sup> Strategie odvetníka-pokušítele je téměř stabilní. Hrdlička stabilní není, protože do takové populace mohou proniknout jestřábi nebo

tyrani. Jestřáb rovněž není stabilní, neboť v populaci jestřábů se mohou rozšířit hrdličky a tyrani. Ani tyran není stabilní strategie: do populace tyranů mohou proniknout jestřábi. Populaci odvetníků nemůže žádná jiná strategie napadnout, protože žádná jiná strategie si nevede tak dobře jako odvetník sám. Hrdličky by se nicméně v populaci odvetníků dařilo stejně dobře jako jim. To znamená, že pokud by nedošlo k jiným změnám, mohl by počet hrdliček pomalu vzrůstat. Jestliže by však vzrostl na významnou úroveň, odvetníci-pokušítele (a rovněž jestřábi a tyrani) by začínali být v takové populaci zvýhodněni, protože vůči hrdličkám si vedou lépe než odvetníci. Odvetník-pokušítel samotný je na rozdíl od jestřábů a tyranů téměř evolučně stabilní strategie, v tom smyslu, že v populaci pokušítelů je úspěšnější, a to jen mírně, jediná strategie - odvetník. Můžeme tedy očekávat, že ve skutečné populaci bude převládat směs odvetníků a pokušítelů, možná s mírnými výkyvy v jejich zastoupení, s příměsí kolísající menšiny hrdliček. Znovu připomínám, že nemusíme brát v úvahu poly-morfismus, kdy každý jedinec hraje buď jednu, nebo druhou strategii. Každý jednotlivec může hrát mnohotvárnou směs odvetníka, pokušítele a hrdličky zároveň.

Tento teoretický závěr není příliš daleko od toho, co se skutečně děje u řady druhů divokých zvířat. Svým způsobem jsme zde vysvětlili pěsti v rukavicích ve zvířecí agresi. Mohou však existovat výrazné odchylky v závislosti na přesném počtu bodů přičtených za vítězství, poranění, ztrátu času a ostatní výsledky. U rypoušů sloních je cenou za vítězství téměř úplný monopol nad harémem samic. Hodnota takového vítězství je tedy značně vyšší než v jiných případech. Není tedy divu, že rypouší souboje bývají zuřivě a pravděpodobnost vážných poranění u nich je velká. Náklady na ztrátu času by se ve srovnání s poraněním nebo naopak ziskem při vítězství mohly zdát zanedbatelné. Pro malého pěvce v chladném podnebí však může být ztráta času naopak rozhodujícím faktorem. Sýkora koňadra musí v období krmení mláďat chytit v průměru jednu kořist za půl minuty. Každá vteřina denního světa je pro ni vzácná. Proto i poměrně krátký čas promeškaný v souboji by v jejím případě mohl být považován za citelnější ztrátu než riziko poranění. O tom, jaké jsou skutečné náklady a zisky ve skutečné přírodě, toho bohužel zatím moc nevíme.<sup>23</sup> Musíme si tedy dávat pozor, abychom své závěry neodvozovali pouze z modelů, do nichž jsme si hodnoty dosadili podle vlastního uvážení. Těmi opravdu důležitými obecnými závěry jsou, že existuje tendence k vývoji evolučně stabilní strategie, že evolučně stabilní strategie není totiž co optimum a že zdravý rozum může být zavádějící.

Dalším druhem válečné hry, který Maynard Smith navrhl, je „opotřebovací válka“ (war of attrition). Takový postup můžeme pokládat za možný u druhů, které se nikdy nepouštějí do skutečně nebezpečných soubojů, třeba u druhů natolik opancéřovaných, že u nich vážné zranění nehrozí. Všechny spory tedy řeší konvenčními souboji, končícími tím, že se jeden ze soupeřů vzdá. K vítězství tedy není zapotřebí nic než sedět na místě a zírat tak dlouho na soka, dokud ho nepřiměje k ústupu. Žádný živočich si však zřejmě nemůže dovolit strávit vyhrožováním věčnost, protože má na práci i jiné věci. Předmět sporu může být hodnotný, ale nikdy ne nekonečně hodnotný. Stojí pouze za určitou ztrátou času, a podobně jako je tomu při aukci, je každý účastník předem rozhodnut, kolik je ho ochoten vynaložit. Měnou v této aukci o dvou lícitátorech je čas.

Předpokládejme, že si všichni jedinci předem spočítají cenu toho, oč soupeří, například cenu samice. Mutant, který by byl připraven vždy zaplatit o maličko více, by vždy nutně zvítězil. To znamená, že strategie nabádající zvolit si na začátku cenový limit a pak se jej držet, není stabilní, a to ani tehdy, lze-li zcela přesně odhadnout cenu sporného předmětu a všichni jsou ochotni ji zaplatit. Kterýkoli dva jedinci, kteří by se takovou maximalistickou strategií řídili, by svůj boj nakonec vzdali ve stejnou chvíli a ke spornému předmětu by se nedostal ani jeden z nich! Pak by se spíše vyplatilo vzdát boj hned na začátku a vyvarovat se tak zbytečné ztráty času. Podstatným rozdílem mezi aukcí a opotřebovací válkou totiž je, že v druhém případě zaplatí *oba* konkurenti, ale „zboží“ dostane jen jeden z nich. V populaci maximalistických lícitátorů by tedy strategie občasného ústupu hned v úvodu byla úspěšná a rozšířila by se v populaci. V důsledku

toho by začalo být výhodné nevzdávat se okamžitě, ale až po několika vteřinách. Taková strategie by zajistila vítězství nad právě převládajícími jedinci, kteří se vzdávají okamžitě. Výběr následně upřednostní prodloužení času věnovaného souboji, až opět dosáhne maxima určeného skutečnou hodnotou předmětu sporu.

Znovu jsme se tak v našich úvahách dostali k představě trvalé oscilace v populaci. A znovu nám matematická analýza ukáže, že tato představa je nesprávná. Opět zde lze nalézt evolučně stabilní strategii, kdy každý jedinec setrvává v souboji po dobu, která je v rámci jednoho souboje *nepředvídatelná*, ale průměr této doby ze všech soubojů je roven skutečné hodnotě předmětu. Předpokládejme například, že skutečná hodnota předmětu je pět minut strávených ve výhruzném postoji. V evolučně stabilní strategii může kterýkoli jedinec v tomto postoji setrvat delší nebo kratší dobu, či dokonce přesně zmíněných pět minut. Důležité je, aby jeho protivník neměl šanci zjistit, jak dlouho je to zmíněný jedinec tentokrát odhodlán vydržet.

Je zřejmé, že zásadní důležitost v opotřebovací válce má schopnost jedince nedat žádným způsobem najevo úmysl vzdát se. Každý, kdo by, byť jen nepatrným zacukáním licousů, prozradil, že uvažuje o vhození ručníku do ringu, by se rázem ocitl v nevýhodě. Kdyby tím signálem opravdu bylo zmíněné cukání licousů, jednoduchá vítězná strategie by vypadala následovně: „Pokud tvůj protivník zacukal licousy, vydrž ještě minutu, bez ohledu na své původní záměry. Jestliže tvůj oponent ještě nezacukal licousy a ty jsi rozhodnut vzdát se během následující minuty, vzdej se hned a neztrácej čas. Nikdy necukej licousy!“ Přírodní výběr by tedy trestal cukání licousy a všechny podobné projevy prozrazující budoucí záměry. Vyvinula by se pokerová tvář.

Proč ale pokerová tvář, a ne záměrně lživé signály? Je to opět otázka stability. Představme si druh, jehož příslušníci naježí srst v situaci, kdy jsou pevně rozhodnuti setrvat v souboji trpělivosti ještě velmi dlouho. V reakci na to se vyvine odpověď, kdy se jedinci budou vzdávat, jakmile jejich protivník naježí srst. Objeví se však podvodníci. Jedinci, kteří rozhodně nebudou mít v plánu vytrvat v souboji po dlouhou dobu, budou ježit srst při každé příležitosti a sklízet výhody snadných vítězství. Geny pro lež se tedy rozšíří. Když ovšem lháři v populaci převáží, začne výběr zvýhodňovat ty z nich, kdo svůj podvod přiznají rychleji. Počet lhářů v populaci tedy opět začne klesat. V opotřebovací válce nejsou lži o nic více stabilní než prozrazování skutečnosti. Stabilní je pouze pokerová tvář. Ústup, pokud k němu nakonec má dojít, musí být náhlý a nepředvídatelný.

Zatím jsme však probírali pouze případy, které Maynard Smith označuje jako „symetrické“ souboje. To znamená, že jsme předpokládali, že se protivníci shodují ve všech ohledech s výjimkou své bojové strategie. Jestřáby i hrdličky považujeme za stejně silné, stejně dobře vyzbrojené či obrněné a vítězství pro ně představuje stejný přínos. Pro vytvoření modelu je to pohodlný předpoklad, není to však předpoklad příliš realistický. Parker a Smith tedy pokračovali úvahami o asymetrických soubojích. Může být výsledná evolučně stabilní strategie ovlivněna rozdíly mezi soupeři ve velikosti a schopnosti bojovat, pokud jsou navíc schopni porovnat tyto vlastnosti u sebe a u soupeře? Samozřejmě že může.

Zdá se, že existují tři druhy asymetrie. S prvním, kdy se jedinci mohou lišit velikostí nebo výbrojím, jsme se právě setkali. Za druhé se mohou lišit v tom, jaký význam pro ně má výsledek souboje. Pro starého samce, který má beztak na kahaníku, neznamená vážné zranění takovou ztrátu jako pro mladého, který má většinu svého reprodukčního života ještě před sebou.

Třetí druh asymetrie je zvláštním důsledkem teorie evolučně stabilní strategie. Nějaký formální rozdíl, který se soubojem bezprostředně nespojuje, totiž může ustavit evolučně stabilní strategii tak, že poslouží jako klíč k rychlému vyřešení sporu. Bude například obvyklé, že jeden z účastníků dorazí na místo souboje dříve. Považujeme prvního za „domácího“ a druhého za „vetřelce“. Pro účely tohoto příkladu předpokládejme, že s tím, zda je někdo domácí, nebo vetřelec, nejsou spojeny žádné výhody. Později uvidíme, že jsou zde praktické důvody, proč tento předpoklad nemusí být správný, ale to teď není podstatné. Důležité je, že i v případě, kdy není žádný obecný důvod předpokládat, že pozice domácího nebo vetřelce má nějakou výhodu, můžeme očekávat ustavení evolučně stabilní strategie založené na jejich odlišnosti. Jednoduchou analogií jsou lidé, kteří drobné neshody řeší tak, že si místo zbytečného povyku hodí korunou.

Podmíněná strategie „Jsi-li domácí, zaútoč, jsi-li vetřelec, uteč“ může být evolučně stabilní strategií. Jelikož rozdíl považujeme za formální, může být opačná strategie „Jsi-li domácí, ustup, jsi-li vetřelec, zaútoč“ rovněž stabilní. Která z těchto evolučně stabilních strategií se v populaci ustaví, záleží na tom, která z nich převládne jako první. Jakmile se jednou většina populace přikloní k jedné z těchto strategií, budou odchylky od ní penalizovány. Jde tedy o příkladnou evolučně stabilní strategii.

Podívejme se na situaci, kdy se všichni přidržují strategie „Domácí vítězí, vetřelec prchá“. V takové situaci všichni jedinci v průměru zvítězí v polovině soubojů a polovinu prohrají. Nikdy však nedojde ke zranění nebo ztrátě času, protože všechny spory budou vyřešeny na základě naší formální konvence. Jak dopadne mutantní jedinec, který se od této strategie odchýlí? Řekněme že se bude chovat podle čistě jestřábí strategie -bude vždy útočit a nikdy nebude ustupovat. Zvítězí, pokud jeho soupeřem bude vetřelec. Bude-li jeho soupeřem domácí, hrozí našemu mutantovi velké riziko, že bude zraněn. Jeho průměrný výtěžek bude menší než výtěžek jedinců, kteří budou dodržovat pravidla uvažované evolučně stabilní strategie. Mutant, který by se pokusil uplatnit obrácenou konvencí, tedy „Jsi-li domácí, uteč, jsi-li vetřelec, zaútoč“, by dopadl ještě hůře. Nejenže by často opouštěl místo souboje s poraněními, ale navíc by i málokdy zvítězil. Předpokládejme však, že by jedinci uplatňující takovou strategii v důsledku nějaké náhody v populaci převládli. V takovém případě by se tato strategie stala normou a odchylky od této strategie by byly penalizovány. Lze si představit, že pokud bychom sledovali nějakou populaci celou řadu generací, mohli bychom pozorovat řadu příležitostných přesmyků z jednoho stabilního stavu do druhého.

Ve skutečném životě však pravé formální asymetrie nejspíš neexistují. Domáci budou ve většině případů jistě mít nějaké praktické výhody oproti vetřelcům. Bezpochyby znají lépe místní terén. Vetřelec navíc musí vydat něco sil na to, aby se dostal na bitevní pole, zatímco domáci tam celou dobu je. K tomu přistupuje jeden o něco abstraktnější důvod, proč je z oněch dvou uvažovaných stabilních situací v přírodě pravděpodobnější právě strategie „Domáci vítězí, vetřelec prchá“. Opačná strategie - „Domáci prchá, vetřelec vítězí“ - v sobě totiž nese základ sebezničení, něco, co Maynard Smith nazývá paradoxní strategií. V každé populaci nalézající se v takové paradoxní evolučně stabilní strategii se všichni jedinci budou snažit, aby nikdy nebyli zastiženi jako domáci, ale aby do každého souboje nastupovali jako vetřelci. Toho ovšem mohou dosáhnout pouze ustavičným a jinak bezúčelným přemísťováním. I když odhlédneme od toho, kolik by v takové situaci přišlo nazmar času a energie, byl by závažným důsledkem takového evolučního směru naprostý zánik kategorie domácího. V populaci, která se nachází v opačném stabilním stavu, tedy „Domáci vítězí, vetřelec prchá“, bude přírodní výběr upřednostňovat jedince, kteří usilují o to, aby byli domáci. Pro každého jedince to bude znamenat držet se určitého území, co nejméně je opouštět a vystupovat na jeho obranu. Takové chování, jemuž říkáme „hájení teritoria“, je v přírodě běžné.

Nejelegantnější ukázkou takové asymetrie v chování, o níž vím, předvedl významný etolog Niko Tinbergen v pokusu vyznačujícím se geniální jednoduchostí.<sup>24</sup> Umístil do akvária dva samce koljušky. Oba samci si postavili hnízda na opačných koncích akvária a „hájili“ území v jejich okolí. Tinbergen pak přemístil samce do velkých skleněných zkumavek, přiblížil tyto nádoby k sobě a pozoroval, jak se samci pokoušejí spolu přes sklo bojovat. Výsledek byl zajímavý. Když byly zkumavky umístěny v akváriu do blízkosti hnízda prvního samce, zaujal tento útočné postavení, zatímco druhý se pokoušel prchnout. Když však byly zkumavky umístěny do teritoria druhého samce, úlohy se obrátily. Tak byl Tinbergen schopen prostým přemísťováním zkumavek z jednoho konce akvária na druhý ovlivňovat, který ze samců bude útočit a který prchat. Oba samci zjevně hráli jednoduchou podmíněnou strategií „Jsi-li domáci, zaútoč, jsi-li vetřelec, uteč“.

Biologové se často ptají, jaké jsou biologické výhody teritoriálního chování, a navrhli řadu možných odpovědí; k některým se ještě vrátíme. Už teď však můžeme vidět, že sama tato otázka může být zbytečná. Hájení teritoria může být prostě evolučně stabilní strategie založená na asymetrii v čase příchodu na místo konfliktu, která obvykle charakterizuje vztah mezi dvěma jedinci a územím.

Asi nejdůležitějším typem nenáhodné asymetrie je asymetrie ve velikosti a bojeschopnosti. Velikost nemusí být nezbytně nejdůležitější vlastností potřebnou k vítězství v boji, ale je nepochybně jednou z těch důležitějších. Pokud by bylo pravidlem, že by mohutnější ze soupeřů vždy vítězil a každý jedinec by byl schopen rozpoznat, zda je větší (nebo menší) než protivník, pak by jediná rozumná strategie zněla: „Je-li tvůj soupeř větší, prchej. Napadej pouze menší.“ Věci se poněkud zkomplikují, pokud velikost tak jednoznačně úspěch neovlivní. V případě, že velikost má na vítězství pouze nepatrný vliv, může být právě zmíněná strategie pořád ještě stabilní. Jsou-li však souboje daného druhu navíc spojeny s velkým rizikem poranění, může se vyvinout druhá, paradoxní strategie. U této strategie, strategie „Pouštěj se do boje s většími, prchej před menšími“, je zjevné, proč je nazývána paradoxní. Jako by úplně odporovala zdravému rozumu. Stabilní může být proto, že v populaci, v níž se všichni jedinci drží této strategie, nebývá nikdo zraněn, protože v každém souboji jeden z účastníků, v tomto případě ten větší, ustoupí. Mutant průměrné velikosti, který bude uplatňovat „rozumnou“ strategii napadání menších protivníků, se bude v polovině konfliktů ocitát ve vážně vyhrocených soubojích. Menší protivník, jehož napadne, se s ním totiž zuřivě pustí do křížku, jak mu velí jeho paradoxní strategie, a přestože náš zastánce rozumné strategie má větší šanci zvítězit, nevyhne se nezanedbatelnému riziku porážky a vážného zranění. Protože většina populace zachovává paradoxní strategii, hrozí rozumnému stratégovi větší nebezpečí než kterémukoli paradoxnímu stratégovi.

Přestože paradoxní strategie může být strategií stabilní, má nejspíše pouze akademický význam. Paradoxní bojovníci získají víc než rozumní za předpokladu, že je značně převyšují počtem. Je těžké si představit, jak by vůbec mohl takový stav nastat. Ovšem i kdyby nastal, stačí pouze nepatrný posun v poměru rozumných k paradoxním bojovníkům, a populace se dostane do „spádové oblasti“ (zone of attraction) opačné, rozumné evolučně stabilní strategie. Spádová oblast je soubor poměrů mezi příslušníky populace, při nichž rozumní už mají výhodu nad paradoxními strategy, a pokud se do ní populace dostane, přikloní se nutně k rozumnému stabilnímu stavu. Bylo by vzrušující najít v přírodě příklad paradoxní evolučně stabilní strategie, ale pochybuji, že bychom v to mohli doufat. (Zde jsem přírodu maličko podcenil. Poté co jsem tuto větu napsal, upozornil mě profesor Maynard Smith na následující popis chování mexického společenského pavouka *Oecobius civitas* od J. W. Burgesse: „Je-li pavouk vyrušen a vyhnán ze svého úkrytu, uteče na jiné místo, a pokud zde nenajde volnou skulinu, v níž by se ukryl, zkusí hledat úkryt v útočišti jiného pavouka téhož druhu. Je-li druhý pavouk ve svém úkrytu přítomen, pak namísto aby zaútočil, uteče a hledá si úkryt jinde. Takto může vyrušení jednoho pavouka způsobit postupné přemísťování od sítě k síti, trvající několik vteřin a zahrnující přesun většiny příslušníků místní populace ze svého domova do cizího.“ / „Společenská pavouci“ („Social spiders“), *Scientific American*, březen 1976. Toto chování odpovídá paradoxu ze strany 80.)<sup>25</sup>

Co však nastane v situaci, kdy si jedinci pamatují výsledky svých předchozích bojů? Záleží na tom, zda jde o paměť obecnou, nebo specifickou. Cvrčci mají obecnou paměť na výsledky proběhlých soubojů. Cvrček, který vyhrál několik soubojů za sebou, se utvrdí ve strategii jestřába. Ten, který má za sebou sérii proher, zhrdličkovatí. Tento jev názorně demonstroval R. D. Alexander. Použil mechanického cvrčka, který porážel skutečné cvrčky. Tito poníženi jedinci pak častěji prohrávali v soubojích se skutečnými protivníky. Zdá se, že každý cvrček si průběžně aktualizuje svůj odhad vlastních bojových schopností v porovnání s průměrem populace. Jsou-li živočichové, jako jsou cvrčci, kteří mají pouze obecnou pa-

měť předchozích zápasů, drženi po nějakou dobu v uzavřené skupině, vytvoří se stav podobný dominantní hierarchii.<sup>26</sup> Pozorovatel zde může rozlišit jedince podle postavení. Jedinci v nižším postavení se častěji vzdávají těm výše postaveným. Není však nutné předpokládat, že se jedinci navzájem poznávají. Vše, co se za tím skrývá, je, že jedinci zvyklí vyhrávat pak vyhrávají v dalších bojích snáze, zatímco ti prohrávající smolaří se stávají ještě snadněji porazitelnými. Jedinci se snaží někam zařadit, dokonce i když jsou výsledky souborů zpočátku zcela náhodné. Výsledkem této snahy je, že počet souborů se postupně snižuje.

Zmíněný stav jsem nemohl nazvat přímo dominantní hierarchií, protože tímto termínem řada autorů označuje výhradně případy, kdy k vytváření hierarchie přispívá vzájemné rozpoznávání. V takových případech nejsou vzpomínky na předchozí zápasy obecné, ale specifické. Cvrčci se navzájem nerozpoznávají jako jednotlivci, zato slepice a opice ano. Když jste opice a jiná opice vás už jednou přemohla, dá se očekávat, že se jí to podaří znovu. Nejlepší strategie je chovat se k jedinci, jenž vás v minulosti přebral, spíše hrdliččím způsobem. Ocitne-li se pohromadě skupina slepic, které se předtím nikdy neviděly, vzplane řada souborů. Po čase boje utichnou. Ovšem z jiného důvodu než u cvrčků. V tomto případě se každá slepice naučí své postavení vůči každé příslušnici skupiny. Je to přínosné pro celou skupinu, což dosvědčuje skutečnost, že u hejn slepic, kde je už hierarchie ustavena, je vyšší snůška vajec než u slepic, které jsou spolu teprve krátce a jsou u nich častější potyčky. Biologové často mluví

o tom, že biologickou výhodou nebo „funkcí“ dominantní hierarchie je snížení přehnané agresivity. To je ovšem nesprávná formulace. O dominantní hierarchii jako takové můžeme těžko říci, že má nějakou evoluční „funkci“, protože je to vlastnost skupiny, a nikoli jedince. Funkci lze přisoudit pouze vzorcům chování jednotlivců, jejichž výsledkem je dominantní hierarchie. Avšak nejlepší je v tomto případě na slovo „funkce“ úplně zapomenout a uvažovat v pojmech evolučně stabilních strategií pro asymetrická utkání u druhů s pamětí a schopností vzájemného rozpoznávání mezi jedinci.

Zatím jsme uvažovali o vztazích mezi příslušníky téhož druhu. Jak to vypadá s mezidruhovými vztahy? Už jsme si řekli, že příslušníci různých druhů spolu nesoutěží tak přímo jako příslušníci téhož druhu. Pokud mezi nimi tedy očekáváme méně konfliktů, jsme na správné stopě. Například červenky hájí teritorium proti jiným červenkám, ale nikoli proti sýkorám koňadrám. Je možné namalovat mapu teritorií jednotlivých červenek v daném lese a pak přes ni přeložit mapu teritorií sýkor v témž prostoru. Teritoria těchto dvou druhů se budou zcela nezávisle překrývat. Právě tak by mohla být na dvou různých planetách.

Zájmy příslušníků různých druhů se však dostávají do jiného druhu vyhraněných střetů. Například zájmem lva je sežrat tělo antilopy, zatímco antilopa má se svým tělem zcela jiné plány. Není obvyklé pohlížet na tento problém jako na soutěž o tentýž zdroj, ale z hlediska logiky je naopak těžké si představit, že tomu tak není. Zdroj, který je předmětem sporu, je maso. Geny lva „chtějí“ toto maso jako potravu pro svůj nástroj přežití. Geny antilopy toto maso „potřebují“ jako svaly a orgány svého nástroje přežití. Tyto dva způsoby použití masa jsou vzájemně neslučitelné, a to je základ konfliktu zájmů.

Příslušníci vlastního druhu jsou ovšem rovněž z masa. Proč je tedy kanibalismus poměrně vzácný? Jak jsme viděli u racka chechtavého, dospělí občas sežerou mláďata vlastního druhu. Není však vidět, že by dospělí masožravci lovili dospělé příslušníky vlastního druhu jako potravu. Proč ne? Jsme natolik navyklí uvažovat v pojmech evoluce řízené principem „pro dobro druhu“, že často zapomínáme na zcela oprávněné otázky jako třeba: „Proč lvi neloví lvy?“ Podobně případnou otázkou, kterou zřídka klademe, je, proč antilopy před lvy utíkají, místo aby se bránily?

Lvi neloví lvy proto, že takový stav by nebyl evolučně stabilní strategií. Kanibalská strategie je nestabilní z téhož důvodu jako strategie jestřába z úvodního modelu. Je zde příliš velké nebezpečí odvety. V utkáních mezi příslušníky různých druhů tomu tak není, kořist místo obrany prchá. Ve střetu živočichů dvou různých druhů je totiž od počátku nesouměrnost,

a to nesouměrnost větší než mezi příslušníky téhož druhu. Kdykoli je v utkání výrazná asymetrie, objevují se evolučně stabilní strategie, které jsou většinou podmíněnými strategiemi závislými na této asymetrii. Strategie na způsob „Jsi-li menší, prchej, jsi-li větší, zaútoč“ se bude ve střetech mezi příslušníky různých druhů vyvíjet nejčastěji, protože se zde nabízí řada nejrůznějších nesouměrností, na nichž mohou být takové strategie založeny. Lvi a antilopy dosáhli určité stability evoluční divergencí, která původní nesouměrnost jejich utkání ještě umocnila. Lvi se tak stali mistry v umění pronásledování, antilopy zase přeborníky v unikání. Mu-tantní antilopa, která by uplatňovala strategii „Zůstaň a boj“, by byla méně úspěšná než konkurenční antilopy mizející za obzorem.

Mám pocit, že jednou se budeme na koncept evolučně stabilní strategie ohlížet jako na jeden z největších pokroků v evoluční teorii od časů Darwinových.<sup>27</sup> Lze jej použít kdekoli, kde najdeme střet zájmů, což znamená téměř všude. Vědci zabývající se chováním zvířat si zvykli mluvit o něčem, co nazývají „sociální organizací“. S touto sociální organizací je pak velmi často nakládáno jako se samostatným a nezávislým předmětem, který sám o sobě poskytuje biologické zvýhodnění. Příkladem může být už zmíněná dominantní hierarchie. Věřím, že je možné odhalit skryté skupinové selekcionistické předpoklady ležící v pozadí velkého počtu tvrzení, která biologové o sociální organizaci vyslovují. Představa evolučně stabilní strategie Maynarda Smithe dovoluje vůbec poprvé jasně rozlišit, jak může soubor nezávislých sobeckých objektů vytvořit dojem organizovaného celku. Domnívám se, že to platí nejenom pro vnitrodruhovou sociální organizaci, ale i pro ekosystémy a společenstva sestávající z více druhů. Z dlouhodobého hlediska pak očekávám, že pojem evolučně stabilní strategie způsobí převrat v ekologii.

Můžeme jej rovněž aplikovat na záležitost, kterou jsme opustili v 3. kapitole, vycházející z podobenství o

veslařích v lodi (představujících geny v těle), kteří potřebují dobrého týmového ducha. Geny jsou vybírány nikoli jako dobré samy o sobě, nýbrž jako dobré v projevech na pozadí ostatních genů v genofondu daného druhu. Gen musí být schopen součinnosti a vzájemného doplňování se s ostatními geny, s nimiž sdílí dlouhou rodovou linii těl. Gen pro řezáky uzpůsobené k spásání rostlin je dobrý v genofondu býložravého druhu, byl by však špatným genem v genofondu druhu masožravého.

Je možné si představit, že skupina spolupracujících genů je selektována jako *jednotka*. V případě motýlího mimikry z 3. kapitoly se zdá, že jde právě o tento případ. Pojem evolučně stabilní strategie nám však dovoluje si představit, jak může být téhož výsledku dosaženo výběrem

čistě na úrovni nezávislých genů. Geny nemusí být vázány na stejném chromozomu.

Podobenství s veslováním není pro vysvětlení této myšlenky dost výstižné, a proto si je o něco rozšíříme, abychom se jí více přiblížili. Předpokládejme, že pro opravdu úspěšnou posádku je důležitá schopnost jejích členů se mezi sebou slovně domlouvat. Dále předpokládejme, že ve fondu veslařů, které má trenér k dispozici, jsou někteří, kteří mluví pouze anglicky, a jiní, kteří mluví pouze německy. Angličané nejsou celkově lepší ani horší veslaři. Přesto v důsledku důležitosti domluvy budou mít smíšená družstva menší naději na vítězství než čistě anglické nebo čistě německé posádky.

Trenér si to neuvědomuje. Jediné, co dělá, je, že přehazuje muže v posádkách, dává body těm, jejichž loď zvítězila, a strhává je těm poraženým. Budou-li ve fondu veslařů převažovat Angličané, pak pravděpodobně každý Němec způsobí posádce potíže s domluvou, a tím zvýší pravděpodobnost její porážky. Budou-li naopak převažovat Němci, pak budou zase Angličané snižovat naději posádky na vítězství. Jako nejlepší ze všech posádek se prokáže jeden ze dvou stabilních stavů, tedy buď posádka čistě anglická, nebo čistě německá, ale nikdy ne smíšená. Povrchně to vypadá, jako by trenér vybíral jazykovou skupinu jako *jednotku*. Víme však, že tomu tak není. Náš trenér vybírá jednotlivé veslaře podle jejich zjevné schopnosti vítězit v závodech. Za daných okolností závisí schopnost jednotlivých veslařů vítězit na vlastnostech ostatních jedinců v zásobě. Menšinová účastníci jsou automaticky v nevýhodě, ne proto, že by byli špatnými veslaři, ale čistě proto, že jsou v menšině. Obdobně to, že geny jsou vybírány na základě vzájemné součinnosti, nemusí znamenat, že *musíme* skupiny genů považovat za jednotky, na jejichž úrovni probíhá výběr, tak jako tomu bylo v případě motýlů. Výběr na nejnižší úrovni jednotlivých genů může vytvářet dojem výběru na nějaké vyšší úrovni.

V posledním příkladu dával výběr přednost jednotnosti. Ještě zajímavější je případ, kdy jsou geny vybírány proto, že se navzájem doplňují. Jako podobenství si můžeme představit ideálně vyváženou posádku sestávající ze čtyř praváků a čtyř leváků. Znovu si představme našeho trenéra, který o této souvislosti nemá zdání a vybírá slepě na základě „předností“. Budou-li v zásobě kandidátů převažovat praváci, bude každý levák zvýhodněn, protože u něj bude větší pravděpodobnost, že dopomůže k vítězství posádce, ve které se ocitne, takže bude tvořit zdání výjimečně dobrého veslaře. Budou-li ve výchozí skupině převažovat leváci, bude naopak zvýhodněn pravák. Podobně je jestřáb úspěšný v populaci hrdliček a hrdlička úspěšná v populaci jestřábů. Rozdíl je v tom, že tehdy jsme hovořili o interakci celých organismů - sobeckých strojů -, zatímco zde ilustrujeme interakci mezi geny uvnitř organismů.

Trenérův neuvědomělý výběr „dobrých“ veslařů nakonec povede k sestavení ideální posádky ze čtyř praváků a čtyř leváků. Navenek to bude vypadat, jako by je vybral společně, jako vyváženou jednotku. Případá mi úspornější uvažovat o jeho výběru rovnou jakožto o výběru na úrovni jednotlivců. Evolučně stabilní stav (v této souvislosti by bylo slovo „strategie“ zavádějící) se čtyřmi praváky a čtyřmi leváky se objeví jako důsledek výběru jednotlivých veslařů na základě zjevných předností.

Genofond je prostředím, v němž geny dlouhodobě přežívají. Řekne-me-li, že dobré geny jsou naslepo vybírány jako ty, které přežijí v genofondu, nejde o žádnou teorii a nemusí to být ani závěr nějakého pozorování: je to tautologie. Zajímavá otázka je, co činí gen dobrým. Jako první přiblížení jsem uvedl jejich schopnost stavět účinné nástroje přežití - těla. Zkusme teď toto tvrzení upřesnit. Genofond se časem stává *evolučně stabilní sadou* genů, chápanou jako genofond, do něž nemůže proniknout nový gen. Většina nových genů, které vznikají, ať už mutací, přeskupením nebo vnesením odjinud, bude znevýhodněna přírodním výběrem a evolučně stabilní sada bude obnovena. Příležitostně je průnik nového genu do genofondu úspěšný a úspěšné je i jeho rozšíření v genofondu. Nastává přechodné období nestability, završené ustavením nové evolučně stabilní sady - odehrál se malý kousek evoluce. Analogicky se strategiemi agrese může existovat populace s více stabilními body a příležitostně může přeskakovat z jednoho do druhého. Postupující evoluce je tedy spíše řadou diskretních přechodů z jedné stabilní hladiny na druhou než stálým spojitým vzestupem.<sup>8</sup> Může se zdát, že populace se chová jako jedna samoregulující se jednotka. To je však jen iluze vzniklá činností výběru na úrovni jednotlivých genů. Geny jsou vybírány na základě předností. Tyto přednosti jsou však posuzovány na pozadí evolučně stabilní sady, jíž je genofond populace v danou chvíli.

Maynard Smith byl schopen podat věci jasně, protože se zaměřil na agresivní interakce mezi celými jedinci. Je snadné uvažovat o stabilních poměrech mezi jestřáby a hrdličkami, protože jejich těla jsou vidět. Takovéto interakce mezi geny sedícími v *různých* tělech jsou však pouze špičkou ledovce. Převážná většina důležitých interakcí mezi geny v evolučně stabilní sadě - genofondu - probíhá *uvnitř* jednotlivých těl. Tyto interakce je těžké pozorovat, protože se odehrávají uvnitř jednotlivých buněk, především v buňkách vyvíjejících se embryí. Dobře integrovaná těla existují, protože jsou produktem evolučně stabilních sad sobeckých genů.

Vraťme se však k úrovni interakce celých organismů, které jsou hlavním předmětem této knihy. Pro pochopení agresivity bylo vhodné pohlížet na jednotlivé živočichy jako na nezávislé sobecké stroje. Tento model se však rozpadá, uvažujeme-li o blízkých příbuzných - o bratrech a sestřích, bratrancích a sestřenicích, rodičích a dětech. Příbuzní totiž

sdílejí podstatnou část svých genů. Každý sebecký gen má potom zájem na úspěchu několika různých těl. To je vysvětleno v následující kapitole.





## Sobci sobě

Co je to sobecký gen? To není pouze jeden kousek molekuly DNA. Stejně jako v prapolevce jsou to *všechny kopie* určité sekvence DNA rozšířené po celém světě. Pokud si odhlasujeme právo mluvit o genech, jako by měly vědomé cíle, a zajistíme, aby kdykoli to bude zapotřebí, bylo možné přeložit tento nedbalý jazyk zpět do uznávaných termínů, pak si můžeme položit otázku, o co se takový sobecký gen snaží. Snaží se více rozšířit v genofondu. V podstatě pomáhá programovat těla, v nichž pak přežívá a množí se. Zde zdůrazňujeme, že gen je rozšířený činitel, existující v mnoha různých jedincích ve stejné chvíli. Klíčovým bodem této kapitoly je, že gen může být schopen pomáhat svým *replikám* v jiných tělech. Takový případ se sice bude jevit jako altruismus jedince, ale jeho příčinou bude sobeckost genu.

Vezměme si lidský gen pro albinismus. Ve skutečnosti existuje řada genů, které mohou albinismus vyvolat, ale já zde mluvím pouze o jednom z nich. Je to recesivní gen, což znamená, že musí být přítomen v dvojité dávce, aby byl člověk albín. Takto je tomu přibližně v každém dvacetitisícím z nás. Ale vyskytuje se v jedné dávce v každém sedmdesátém z nás. U těchto lidí se albinismus neprojevuje. Vzhledem k tomu, že je rozšířen v mnoha jedincích, mohl by gen, jako je gen pro albinismus, pomáhat svému přežití programováním svých těl, aby se chovala altruisticky k ostatním tělům albínů. Gen pro albinismus by měl být celkem šťastný, pokud některé z těl, v nichž se nachází, zemře, jestliže tím pomůže ostatním se stejným genem přežít. Podaří-li se genu pro albinismus přimět jedno ze svých těl, aby zachránilo deset jiných albínů, pak je i případná smrt tohoto altruisty bohatě vyváжена zvýšením počtu genů pro albinismus v genofondu.

Měli bychom tedy očekávat, že k se sobě albíni budou chovat výjimečně hezky? Ve skutečnosti asi ne. Abychom pochopili proč, musíme přechodně opustit naši metaforu vědomě konajícího genu, protože v této souvislosti začíná být zavádějící. Musíme ji přeložit zpět do uznávaných, byť trochu rozvláčných formulací. Geny pro albinismus nechtějí přežít ani pomáhat jiným genům pro albinismus. Avšak kdyby tyto geny náhodou způsobovaly altruismus vůči jiným albínům, pak by se automaticky, chtě nechtě, zvýšil počet těchto genů v genofondu. Jenže aby se tak mohlo stát, musel by gen mít v těle dva nezávislé projevy. Nejenže by musel mít svůj běžný projev (bledou barvu pokožky), ale musel by ještě udělit tělu tendenci chovat se selektivně altruisticky k jednotlivcům se stejnou bledou pokožkou. Kdyby existovaly geny s takovými dvěma projevy, mohly by být v populaci velice úspěšné.

Je pravda, že geny mají násobný projev, jak jsem zdůraznil v 3. kapitole. Teoreticky je možné, aby vznikl gen, který by udělil nějaké viditelné „označení“, řekněme bledou kůži nebo zelený vous, zkrátka cokoli nápadného, a zároveň i tendenci být velice hodný k nositelům tohoto znaku. To je sice možné, ale nijak zvlášť pravděpodobné. Zelený vous by se se stejnou pravděpodobností mohl spojit se zarůstajícími nehty na palci nebo jakýmkoli jiným znakem. Právě tak záliba v zelené bradce může být zase svázána s neschopností cítit frézie. Není příliš pravděpodobné, že by jeden a týž gen řídil obojí - jak vznik znaku, tak adekvátní altruismus. Nicméně teoreticky je projev altruismu zelenovouse možný.

Určitý znak, třeba zelený vous, je pouze jedním ze způsobů, jak gen pozná své kopie v jiných jedincích. Jsou ještě jiné způsoby? Může existovat i přímá vazba. Vlastníka altruistického genu lze poznat jednoduše, když udělá altruistický čin. Gen by mohl v genofondu uspět, pokud by dával následující příkaz: „Tělo, když se topí v důsledku toho, že skočil do vody, aby někoho zachránil, tak tam skoč a zachraň jej.“ Takový gen by byl úspěšný proto, že je více než průměrná pravděpodobnost, že A obsahuje stejný altruistický gen. A byl viděn, jak zachraňuje někoho jiného, a to byla značka stejně jako zelený vous. Tento znak sice už není namátkový, ale vznik podobného vztahuje i tak nepravděpodobný. Jsou i přijatelnější způsoby, jak se mohou kopie stejného genu poznat v různých jedincích?

Odpověď zní ano. Je lehké ukázat, že u *blízkých příbuzných* je vyšší než průměrná pravděpodobnost, že budou sdílet určitý gen. Už dlouhou dobu to považujeme za důvod, proč je altruismus rodičů vůči dětem tak častý. R. A. Fisher, J. B. S. Haldane a zvláště W. D. Hamilton si uvědomili, že stejně lze pohlížet i na jiné blízké příbuzenské vztahy, bratry a sestry, synovce a neteře, bratrance a sestřence. Jestliže jedinec položí život, aby zachránil deset blízkých příbuzných, jedna kopie genu pro příbuzenský altruismus přijde vničeč, ale větší počet kopií téhož genu je zachráněn.

„Větší počet“ je poněkud nepřesné vyjádření, stejně jako „blízcí příbuzní“. Hamilton ukázal, že lze dosáhnout lepšího přiblížení. Jeho dvě publikace z roku 1964 patří k nejdůležitějším příspěvkům sociální etologii, jaké kdy byly napsány. Nikdy jsem nemohl pochopit, proč jej etologo-ové tolik přehlíželi (jeho jméno se ani neobjevilo v rejstříku dvou hlavních učebnic etologie vydaných v roce 1970).<sup>29</sup> Naštěstí se nedávno objevily náznaky návratu zájmu o jeho názory. Hamiltonovy publikace jsou hodně matematické, ale jejich základním principům lze intuitivně porozumět i bez důkladného studia matematiky, i když za cenu velkého zjednodušení. Chceme spočítat pravděpodobnost, že dva jedinci, řekněme dvě sestry, budou mít společný nějaký konkrétní gen.

Pro jednoduchost budu předpokládat, že hovoříme o genech, které jsou v celém genofondu vzácné.<sup>30</sup> Většina lidí sdílí gen pro „nealbinismus“, ať jsou navzájem příbuzní či nikoli. Tento gen je v přírodě tak četný proto, že albíni mají většinou menší šanci přežít. Například je snáze oslnit slunce, a tudíž si pak nemusí všimnout blízcího se predátora. Nezabýváme se vysvětlováním převahy v genofondu u tak jednoznačně dobrých genů, jako je právě tento gen. Zajímá nás objasnění úspěchu genu, který byl výsledkem altruismu. Můžeme tedy předpokládat, že alespoň v raném stadiu procesu evoluce byly tyto geny vzácné. Důležité je, že i geny, které jsou v celé populaci vzácné, jsou běžné v rámci rodiny. Já mám několik genů, které jsou v populaci vzácné. Pravděpodobnost, že i vy budete mít tytéž vzácné geny, je minimální. Ale moje sestra má s velkou pravděpodobností několik v populaci vzácných genů společných se mnou. Šance je v tomto případě 50 % a snadno se vysvětlí proč.

Dejme tomu, že máte jednu kopii genu  $G$ . Buď jste jej zdědili po matce, nebo po otci (pro zjednodušení můžeme zanedbat různé málo časté možnosti - že  $G$  je nová mutace, že jej měli oba rodiče nebo jeden z nich měl dvě kopie). Předpokládejme, že jste jej získali od otce. Pak musí každá jeho běžná buňka mít jednu kopii genu  $G$ . Teď si připomeňme, že když se vytvářejí spermie, přijde do každé z nich polovina jeho genů. Tudiž je tu 50% pravděpodobnost, že spermie, která zplodila vaši sestru, měla gen  $G$ . Pokud je  $G$  od matky, přesně stejným způsobem usoudíte, že polovina jejích vajíček obsahovala gen  $G$ , a pravděpodobnost, že tento gen má i vaše sestra, je opět 50%. Znamená to, že kdybyste měli 100 sourozenců, přibližně 50 z nich by mělo gen  $G$ . Také to však znamená, že kdybyste měli 100 vzácných genů, přibližně 50 z nich by se nacházelo v těle kterékoli vaší sestry či bratra.

Stejně počty si můžete vyzkoušet u jakéhokoli příbuzenského vztahu. Důležitý je vztah mezi rodičem a dítětem. Máte-li jednu kopii genu  $H$ , šance kterékoli z vašich dětí, že i ono bude mít tento gen, je 50%, neboť polovina vašich pohlavních buněk  $H$  obsahuje. Máte-li jednu kopii genu  $I$ , je 50% pravděpodobnost, že jste ji zdědili od otce, neboť jste obdrželi polovinu genů od něj a polovinu od matky. Pro zjednodušení používáme index *příbuznosti*: vyjadřuje pravděpodobnost, že dva příbuzní budou sdílet určitý gen. Příbuznost mezi dvěma bratry je  $1/2$ , neboť polovinu genů jednoho bratra má i bratr druhý. To je ovšem přibližně; díky nahodilosti meiotického dělení mohou dva sourozenci sdílet genů více nebo méně. Ovšem příbuznost mezi rodičem a dítětem je vždy přesně  $1/2$ .

Protože by bylo fádňi vypočítávat pravděpodobnosti pro každý případ z prvních principů, řekněme si, jaké je zhruba použitelné pravidlo pro výpočet příbuznosti mezi kterýmikoli dvěma jedinci  $A$  a  $B$ . Může se vám to hodit, až budete psát závěť nebo se zamyslíte nad tím, kdo je ve vaší rodině komu podobný. Poslouží pro všechny jednodušší výpočty, ale ztrácí funkčnost u incestu a u některých druhů hmyzu, jak uvidíme později.

Nejdříve si označte všechny *společné předky*  $A$  a  $B$ . Například u sestřenic by společnými předky byli jejich babička a děd. Jakmile jste našli společného předka, je logické, že všichni jeho předkové jsou také společnými předky  $A$  i  $B$ . My však budeme brát v úvahu pouze nejmladší společné předky. V tomto smyslu mají dvě sestřenice pouze dva společné předky. Pokud je  $A$  předkem  $B$ , považujeme ho pro účely naší úvahy i za nejmladšího společného předka.

Poté co jsme našli společné předky  $A$  a  $B$ , musíme spočítat *vzdálenost v generacích* mezi nimi. Začneme u  $A$  a postupujeme po rodové linii vzhůru, dokud se nedostaneme ke společnému předkovi. Pak sestupme po stromu dolů k  $B$ . Celkový počet kroků nahoru a pak dolů je vzdálenost v generacích. Je-li například  $A$  strýcem  $B$ , vzdálenost v generacích mezi nimi je rovna 3. Jejich společný předek je otcem  $A$  a dědem  $B$ . Začne-me-li u  $A$ , musíme nahoru o jednu generaci ke společnému předkovi. Odtud k  $B$  musíme sestoupit o dvě generace. Vzdálenost v generacích je tedy  $1 + 2 = 3$ .

Po nalezení vzdálenosti v generacích mezi  $A$  a  $B$  přes tohoto společného předka spočítejte část jejich příbuznosti, za kterou je tento předek zodpovědný. Vypočtete ji umocněním  $\backslash$  počtem generací. Je-li vzdálenost v generacích 3, pak počítáme  $1/2 \times 1/2 \times 1/2 \backslash$  čili  $(1/2)^3$ . Jestliže je vzdálenost v generacích rovna  $G$  kroků, pak je část příbuznosti založená tímto předkem  $1/2^G$ .

To je však pouze část příbuznosti mezi  $A$  a  $B$ . Mají-li dalšího společného předka, je nutno přičíst část příbuznosti zprostředkovanou jím. Běžně bývá vzdálenost v generacích stejná pro všechny společné předky dvou jedinců. Proto musíte v praxi po vypočtení příbuznosti dvou jedinců dané jedním předkem pouze vynásobit výsledek počtem předků. Například vlastní bratranci (či sestřenice) mají dva společné předky a vzdálenost generací je 4. Proto je příbuznost  $2 \times (1/2)^4 = 1/2$ . Pokud je  $A$  pravnuk  $B$ , je

vzdálenost generací 3 a počet společných „předků“ je 1 ( $B$  sám), je příbuznost  $1 \times 1/2^3 = 1/8$ . Geneticky je vaše vlastní sestřenice ekvivalentní vašemu pravnoučeti. Podobně jste stejně příbuzní svému strýci (příbuznost =  $2 \times (1/2)^3 = 1/4$ ) jako svému dědovi (příbuznost =  $1 \times 1/2^2 = 1/4$ ).

Pro tak vzdálené vztahy, jako jsou sestřenice z druhého kolena ( $2 \times (1/2)^8 = 1/128$ ), se dostáváme k téměř stejné pravděpodobnosti, jakou má možnost, že jakýkoli gen jedince  $A$  bude sdílen kterýmkoli náhodným jedincem z populace. Sestřenice z druhého kolena je téměř ekvivalentní jakémukoli Tomášovi, Ríšovi či Jindrovi, co se týče altruistického genu. Sestřenice z prvního kolena (příbuznost =  $1/32$ ) je o trochu bližší, vlastní sestřenice je o hodně bližší ( $1/8$ ). Vlastní sourozenci a rodiče s dětmi jsou si hodně blízcí ( $1/2$ ) a jednovaječná dvojčata jsou jedno pro druhé z hlediska genů stejně významná jako sama pro sebe (příbuznost = 1). Tety a strýcové, synovci a neteře a nevlastní sourozenci tvoří střed s příbuzností  $1/4$ .

Teď už můžeme hovořit o genech pro příbuzenský altruismus (kin--altruism) daleko přesněji. Gen pro sebevražednou záchranu pěti sestřenic by se v genofondu nerozmnožil, ale gen pro záchranu pěti sourozenců či deseti sestřenic ano. Aby byl sebevražedný altruistický gen úspěšný, musel by zachránit minimálně víc než dva sourozence (nebo děti či rodiče) nebo víc než čtyři poloviční sourozence (či strýce, tety, neteře, synovce, prarodiče) nebo víc než osm sestřenic atd. Takový gen v průměru přežívá v dostatečném počtu jedinců zachráněných altruistou, aby byla vyvážena jeho vlastní smrt.

Jestliže si jedinec může být jist, že další jedinec je jeho jednovaječné dvojče, pak by měl mít stejný zájem na jeho dobru jako na svém vlastním. Jakýkoli gen pro altruismus mezi identickými dvojčaty se musí vyskytovat u obou dvojčat, a proto jestliže jeden z nich hrdinsky zemře pro záchranu druhého, geny přežívají. U pásovců devítipásých se rodí jednovaječná osmerčata. Pokud je mi známo, nebyl u mladých pásovců zaznamenán žádný příklad hrdinského sebeobětování, ale už bylo poukázáno na to, že je u nich rozhodně možné očekávat silný altruismus, a jistě by to někomu mohlo stát za to, vypravit se do Jižní Ameriky a zjistit to.<sup>31</sup>

Vidíme tedy, že rodičovská péče je pouze zvláštním případem příbuzenského altruismu. Z pohledu genů by dospělec měl věnovat stejnou péči a pozornost svému osiřelému malému sourozenci jako jednomu z vlastních mláďat. Jeho příbuznost k oběma mláďatům je přesně stejná - 1/2. Z hlediska genetického výběru by gen pro altruismus starší sestry měl mít stejnou šanci rozšířit se v populaci jako gen pro rodičovský altruismus. Pro praxi je tento pohled příliš zjednodušený z mnoha důvodů, jak ještě uvidíme. Sourozenecká péče není v přírodě zdaleka tak častá jako péče rodičovská. Ale snažím se ujasnit, že vztah rodič - mládě se *geneticky* příliš neliší od vztahu dvou sourozenců. Fakt, že rodiče předávají geny mláďatům, ale sourozenci si navzájem geny nepředávají, není důležitý, neboť sourozenci obdrží identické kopie genů od svých rodičů.

Někteří lidé používají termín *příbuzenský výběr* pro odlišení tohoto druhu výběru od skupinového výběru (rozdílné přežívání skupin) a výběru jedinců (rozdílné přežívání jedinců). Příbuzenský výběr zahrnuje altruismus uvnitř rodiny; čím bližší vztah, tím silnější výběr. Na tomto pojmu není nic špatného, ale naneštěstí je možné, že jej budeme nuceni opustit v důsledku jeho rozsáhlého chybného používání v současné době, které by mohlo pomýlit biologii v příštích letech. E. O. Wilson ve své jinak znamenité knize *Sociobiology: The New Synthesis (Sociobiologie: nová syntéza)* definuje příbuzenský výběr jako zvláštní případ skupinového výběru. Jeden z diagramů v této knize jasně ukazuje, že Wilson příbuzenský výběr považuje za prostřední variantu mezi „výběrem jedinců“ a „skupinovým výběrem“ v obecném smyslu, jak jsem jej užíval v 1. kapitole. Skupinový výběr i podle Wilsonovy vlastní definice znamená rozdílné přežívání skupin jedinců. V jistém smyslu je rodina zvláštním druhem skupiny. Avšak podstata Hamiltonova tvrzení spočívá v tom, že rozlišení mezi rodinou a nerodinou není jasné a ostré, ale je to záležitost matematické pravděpodobnosti. Do Hamiltonovy teorie vůbec nepatří představa, že by se jedinci měli chovat altruisticky ke všem členům rodiny a sobecky ke všem ostatním. Nemůžeme vytyčit čaru oddělující rodinu a nerodinu. Nemusíme dejme tomu rozhodovat, zda by se měly sestřenice z druhého kolena počítat do rodiny nebo ne. Jednoduše očekáváme, že pravděpodobnost, že budou předmětem altruismu, je i této pravděpodobnosti u mláďat či sourozenců. Zdůrazňuji, že příbuzenský výběr *není* zvláštním případem skupinového výběru.<sup>32</sup> Je to zvláštní důsledek genového výběru.

Wilsonova definice příbuzenského výběru má jeden ještě vážnější nedostatek. Záměrně vylučuje potomky - nepočítaje za příbuzné!<sup>33</sup> Wilson samozřejmě dobře ví, že potomci jsou v příbuzenském vztahu ke svým rodičům, ale raději nepoužívá teorii příbuzenského výběru pro vysvětlení altruistické péče rodičů o vlastní mláďata. Jistě má právo definovat si slovo, jak se mu zlíbí, ale jeho definice je nejzmatenější ze všech možných a doufám, že ji Wilson v budoucích vydáních své oprávněně vlivné knihy změní. Geneticky se rodičovská péče a sourozenecký altruismus vyvíjejí z naprosto stejného důvodu. V obou případech je velká naděje, že se altruistický gen vyskytuje i v těle toho, kdo má z altruismu prospěch. Prosím čtenáře o shovívavost k této jízlivé kritice a urychleně se vracím k hlavní úvaze. Zatím jsem mírně zjednodušoval a teď je čas vyslovit některé podmínky. Zatím jsem uvažoval v jednoduchých pojmech sebevražedných genů pro záchranu života určitého počtu příbuzných o přesně známé příbuznosti. Ve skutečnosti nemůžeme očekávat, že by zvířata přesně spočítala, kolik příbuzných zachraňují, ani že by prováděla ve své hlavě nějaké hamiltonovské výpočty, i kdyby nějak mohla poznat, kdo přesně jejich sourozenci a sestřenice jsou. Ve skutečnosti musí být jistá sebevražda a „záchrana“ života nahrazena *statistickými riziky* smrti jedince a ostatních. I sestřenice z druhého kolena může stát za záchranu, je-li riziko spojené se záchranou nepatrné. Navíc jak jedinec, tak příbuzný, o jehož záchranu jde, nakonec stejně jednou zemře. Každý jedinec má „očekávanou dobu života“, u níž můžeme počítat s jistou pravděpodobností chyby. Záchrana života příbuzného, který stejně brzy zemře stářím, má menší vliv na genofond budoucnosti než záchrana stejně blízce příbuzného jedince, který má celý život před sebou.

Naše symetrické výpočty příbuznosti musí být modifikovány úvahami blízkými pojišťovnické matematice. Prarodiče a vnoučata mají geneticky vzato stejný důvod chovat se jeden k druhému altruisticky, neboť se dělí o 1/4 svých genů. Ale pokud očekáváme, že vnoučata budou žít déle, budou geny pro altruismus prarodičů k vnoučatům mít vyšší výběrovou výhodu než geny pro altruismus vnoučat k prarodičům. Je poměrně dobře možné, aby čistý zisk z pomoci mladému vzdálenému příbuznému převyšoval zisk z pomoci blízkému starému příbuznému. (Mimochodem není samozřejmě nezbytně pravda, že prarodiče mají kratší očekávanou životnost než vnoučata. U druhů s vysokou úmrtností mláďat tomu může být opačně.)

Abychom rozšířili analogii pojištné matematiky, můžeme o jedincích uvažovat, jako by uzavírali životní pojistky. Jedinec může investovat či riskovat jistou část svých životních kvalit ve prospěch života dalšího jedince. Předtím však musí zvážit, zda je to „dobrá investice“, s ohledem na vzájemnou příbuznost a poměr očekávané délky života jedince, do něž investuje, k jeho vlastní. Přesněji bychom měli říci spíše „očekávané pomnožení“ než „očekávaná délka života“ nebo - abychom byli ještě přesnější - „obecná schopnost prospět vlastním genům v budoucnosti“. Aby se pak mohlo vyvinout altruistické chování, musí být celkové riziko pro altruistu menší než celkový prospěch objektu altruismu znásobený příbuzností. Rizika a prospěch musí být spočítány složitou pojistnou matematikou, o níž jsem se zmínil.

Avšak jaké to komplikované výpočty očekáváme od nebohého nástroje přežití, zvláště má-li je dělat ve spěchu!<sup>34</sup> Velký matematický biolog, J. B. S. Haldane (ve studii z roku 1955, v níž vyšel vstříc Hamiltonovi úkážkou šíření genů pro záchranu blízkých příbuzných před utopením), poznamenal: „...při dvou příležitostech, kdy jsem vytáhl topící se lidi z vody (se zanedbatelně malým rizikem pro mě) jsem neměl čas dělat takovéto výpočty.“ Naštěstí, jak Haldane dobře věděl, není nezbytně předpokládat, že nástroje přežití vědomě sčítají a násobí. Právě tak jako lze používat logaritmické pravítko, aniž bychom si museli uvědomovat, že ve skutečnosti pracujeme s logaritmy, mohou být zvířata naprogramována tak, aby se chovala, *jako by* prováděla výše uvedené výpočty.

Představit si to není tak těžké, jak by se mohlo zdát. Když člověk vyhodí míč do výšky a pak ho znovu chytí, chová se, jako by vyřešil soustavu diferenciálních rovnic a na jejím základě předpověděl trajektorii míče. Byť ve skutečnosti třeba ani netuší, co to diferenciální rovnice je, jeho zručnost s míčem to neovlivní. Na úrovni podvědomí probíhá cosi funkčně odpovídajícího matematickým výpočtům. Podobně má-li člověk učinit těžké rozhodnutí, pak po zvážení všech jeho důsledků a všech pro a proti, které si je schopen představit, provádí funkční ekvivalent velkých „zvažujících sumárních“ výpočtů, jaké může provádět počítač.

Jestliže bychom měli naprogramovat počítač, aby simuloval rozhodování modelového nástroje přežití o tom, zda se má chovat altruisticky, měli bychom postupovat zhruba následovně. Nejprve bychom měli sepsat všechny alternativy, co může zvíře provést. Pak pro každý z těchto alternativních modelů chování naprogramovat vážený sumární výpočet. Všechny zisky budou mít kladné znaménko, všechna rizika znaménko záporné. Každé z těchto položek pak bude přiřazena odpovídající *váha* vynásobením příslušným indexem příbuznosti. Pro jednoduchost můžeme ze začátku zanedbat váhu ostatních okolností, jako třeba stáří a zdraví. Protože „příbuznost“ jedince sobě samému je 1 (má zcela pochopitelně 100 % svých vlastních genů), hodnota jeho rizik a zisků tedy nebude vůbec snížena, ve výpočtu bude jejich plná hodnota. Celá suma pro jakýkoli z těchto modelů chování bude potom vypadat takto: čistý výtěžek vzorce chování = vlastní zisk - vlastní riziko + 1/2 zisku bratra - 1/2 rizika pro bratra + 1/2 zisku druhého bratra - 1/2 rizika pro druhého bratra + 1/8 zisku sestřence - 1/8 rizika pro sestřenci + 1/2 zisku mláděte - 1/2 rizika pro mládě + atd.

Výsledkem tedy bude číslo označující čistý výtěžek tohoto vzorce chování. Dále modelové zvíře spočítá stejný součet pro každý alternativní model chování ve svém repertoáru. Nakonec si vybere chování s nejvyšším čistým výtěžkem. I pokud všechny možné výtěžky budou záporné, vybere si chování s nejmenší ztrátou, nejmenší zlo. Pamatujte, že jakákoli aktivita vyžaduje energii a čas, a ty by mohly být využity lépe. Pokud se nicnedělání ukáže jako „chování“ s nejvyšším výtěžkem, pak modelové zvíře nic neudělá.

Podívejme se na zjednodušený příklad vyjádřený formou subjektivního monologu namísto počítačové simulace. Jsem zvíře, které našlo 8 hub. Po zvážení jejich výživné hodnoty a odečtení mírného nebezpečí, že by mohly být jedovaté, odhadnu cenu každé z nich na +6 jednotek (tyto jednotky jsou libovolně zvolené výtěžky stejně jako v minulé kapitole). Houby jsou však tak velké, že bych mohl sníst pouze 3. Měl bych svůj nález oznámit ostatním vydáním „potravního hlasu“? Kdo je v doslechu? Bratr *B* (jeho příbuznost se mnou je 1/2), bratranec *C* (jeho příbuznost se mnou je 1/8) a *D* (nijak zvlášť příbuzný; jeho příbuznost se mnou je nějaké malé číslo, za které pro praktické účely můžeme dosadit 0). Čistý výtěžek, pokud budu zticha, je +6 za každou ze 3 hub, které sním, tedy celkem + 18. Můj čistý výtěžek, v případě, že vydám potravní signál, zjistíme krátkou úvahou. Těch 8 hub si mezi sebou rozdělíme rovnoměrně. Výtěžek z těch 2, co sním, bude plných +6 bodů za každou, celkem tedy +12. Ke svému výtěžku však musím připočíst i to, že můj bratr a bratranec snědí každý své 2 houby, protože to prospěje našim společným genům. Čistý výtěžek vyjde na  $(1 \times 12) + (1/2 \times 12) + (1/8 \times 12) + (0 \times 12) = 19,5$ . Odpovídající čistý výtěžek ze sobeckého chování byl +18. Není to velký rozdíl, ale mé rozhodnutí je jasné. Měl bych vydat potravní signál; můj altruismus se v tomto případě mým sobeckým genům vyplácí.

Učinil jsem zjednodušující předpoklad, že jedinec zvažuje, co je pro jeho geny nejlepší. Ve skutečnosti v genofondu postupně převládají geny, které ovlivňují těla takovým způsobem, že se chovají, jako by prováděla takové výpočty.

V každém případě je předchozí výpočet pouze předběžné první přiblížení ideálnímu stavu. Mnoho věcí vynechává, například rozdíly ve stáří uvažovaných jedinců. Také v případě, kdy jsem už měl dobré jídlo, takže do sebe vpravím jen jednu houbu, bude čistý zisk z předání potravy větší, než kdybych byl hladový. Mohli bychom si asi donekonečna vymýšlet podobná vylepšení výpočtů, jaká by se mohla ve světě uplatnit. Skutečný život se však neodehrává v ideálním světě. Nemůžeme chtít, aby zvířata brala při hledání optimálního rozhodnutí v úvahu každý detail. Budeme muset pozorováním a pokusy v přírodě odhalit, jak blízko mají skutečná zvířata k dosažení ideální analýzy výdajů a zisku.

Jenom abychom se ujistili, že jsme se nenechali příliš unést subjektivními příklady, vraťme se letmo ke genetickému jazyku. Živá těla jsou nástroje programované geny, které přežily. Ty přežily v podmínkách, které v průměru odpovídaly prostředí druhu v minulosti. Proto se odhady výdajů a zisku zakládají na „zkušenosti“ z minulosti, stejně jako je tomu u lidského rozhodování. Avšak zkušenost má v tomto případě zvláštní význam genetické zkušenosti, či přesněji podmínek přežití genů v minulosti. (Vzhledem k tomu, že geny také vybavují nástroje přežití schopností učení, můžeme předpokládat, že některé odhady výdajů - zisku vycházejí ze zkušenosti jedinců.) Dokud se podmínky nemění, budou odhady dobré a nástroje přežití budou v průměru činit správná rozhodnutí. Jakmile se podmínky radikálně změní, nástroje přežití začnou dělat chybná rozhodnutí a jejich geny za to zaplatí. Stejně tak špatná bývají lidská rozhodnutí založená na zastaralých informacích.

Odhady příbuznosti jsou také předmětem chyb a nejistot. Zatím jsme v našich zjednodušených výpočtech předpokládali, že nástroje přežití *věděly*, kdo je jejich příbuzný a jak blízký. Ve skutečnosti je taková přesná znalost možná, ale Častěji může být příbuznost pouze odhadnuta jako průměrné číslo. Například dejme tomu, že by *A* a *B* mohli stejně dobře být vlastní bratři jako nevlastní. Příbuznost je buď 1/2, nebo 1/4, ale protože nevíme, zda jsou vlastními, či nevlastními bratry, musíme použít průměr: 3/8. Je-li jisté, že mají stejnou matku, ale šance, že mají stejného otce jsou 1 z 10, pak je z 10 % jisté, že jde o vlastní bratry, a z 90 % jisté, že jsou to bratři nevlastní, a efektivní příbuznost je  $1/10 \times 1/2 + 9/10 \times 1/4 = 0,275$ .

Avšak když říkáme, že něco je z 90 % jisté, o jaké jistotě mluvíme? Myslíme tím, že přírodovědec si je po dlouhé terénní práci z 90 % jist, nebo že zvířata jsou si jista z 90 %? S trochou štěstí mohou tyto dvě hodnoty být téměř shodné.

Abychom to pochopili, musíme zvážit, jak mohou zvířata skutečně odhadovat, kdo jsou jejich blízcí příbuzní.<sup>35</sup>

Víme, kdo jsou naši příbuzní, protože je nám to řečeno, protože jim dáváme jména, protože uzavíráme formální sňatky a protože máme psané záznamy a dobrou paměť. Mnoho kulturních antropologů věnuje velkou pozornost „příbuzenství“ ve společnostech, které studují. Nemyslím tím skutečné genetické příbuzenství, ale subjektivní a kulturní představy o příbuznosti. Lidé ve svých zvycích a rituálech kladou velký důraz na příbuzenské vztahy; uctívání předků je široce rozšířeno, rodinné povinnosti a závazky dominují velké části lidského života. Krevní msty a válčení klanů se dají lehce interpretovat v termínech Hamiltonovy genetické teorie. Tabu incestu svědčí o povědomí lidí o příbuznosti, přestože genetická výhoda tabu incestu nemá nic společného s altruismem; podle všeho je spojena se škodlivými projevy recesivních genů, které se při příbuzenském křížení hromadí. (Z nějakého důvodu nemají mnozí antropologové toto vysvětlení rádi.)<sup>36</sup>

Jak mohou divoká zvířata „vědět“, kdo jsou jejich příbuzní, či jinými

slovy - jaká pravidla mohou dodržovat, aby se v jejich důsledku chovala, jako by o příbuznosti věděla? Pravidlo „Buď hodný na své příbuzné“ přináší otázku, jak tyto příbuzné poznat. Zvířata musí být svými geny obdarována jednoduchým pravidlem chování, které nezahrnuje vševedoucí znalost konečného účelu tohoto chování, ale které přesto funguje, alespoň v průměrných podmínkách. Nám lidem jsou taková pravidla důvěrně známá a jsou tak mocná, že pokud se jimi necháme svázat, tak je dodržujeme, třebaže vidíme, že nepřináší žádný prospěch nám ani nikomu jinému. Někteří ortodoxní židé a muslimové by například raději zemřeli hladem, než by porušili zákaz jíst vepřové maso. Jakými jednoduchými praktickými pravidly, která za běžných podmínek nepřímo prospívají jejich blízkým příbuzným, se mohou zvířata řídit?

Jestliže by měla zvířata tendenci chovat se altruisticky k jedincům, kteří by se jim podobali, mohla by tím nepřímo prospívat svému příbuzenství. Hodně by záleželo na vlastnostech dotyčného druhu. Takové pravidlo by v každém případě statisticky vedlo ke „správným“ rozhodnutím. Pokud by se změnila podmínky, například když by druh začal žít v daleko větších skupinách, mohlo by to vést k nesprávným rozhodnutím. Rasové předsudky lze z tohoto pohledu chápat jako přehnané zobecnění příbuzensky selektované tendence hlásit se k jedincům, kteří se nám fyzicky podobají, a být zlý na jedince jiného vzhledu.

U druhů, jejichž členové se příliš nepřemísťují z místa na místo nebo jejichž členové se pohybují v malých skupinách, je velká naděje, že jakýkoli náhodný jedinec, jehož jiný příslušník skupiny potká, bude jeho poměrně blízký příbuzný. V tomto případě může pravidlo „Buď hodný na všechny členy druhu, které potkáš“ napomáhat přežití v tom smyslu, že gen nabádající svého nositele k takovému chování se může pomnožit v genofondu. Možná proto je altruistické chování tak časté u tlup opic a hejn kytovců. Velryby a delfíni by se utopili, kdyby se nemohli nadechnout vzduchu. Bylo pozorováno, jak velryby v hejnu zachraňují a drží u hladiny svá mláďata a raněné jedince, kteří by sami k hladině nedoplavali. Není známo, zda nějak velryby poznají, kdo je jejich blízký příbuzný, ale je možné, že na tom nezáleží. Může to být tak, že celková pravděpodobnost příbuznosti libovolného příslušníka hejna je tak vysoká, že se altruismus vyplatí. Mimochodem vím nejméně o jednom doloženém případě, kdy delfín v moři zachránil topičího se člověka. Můžeme to považovat za situaci, kdy se pravidlo pro zachraňování členů hejna minulo cílem. Pravidlo může „definovat“ topičího se člena hejna třeba jako „dlouhou věc plácající se a lapající po dechu poblíž hladiny“.

Bylo pozorováno, že dospělí samci pavíánů s nasazením života brání zbytek tlupy proti predátorům, třeba proti levhartům. Je poměrně pravděpodobné, že kterýkoli dospělý samec má v průměru celkem velký počet genů vázaných v jiných členech tlupy. Gen, který ve svém projevu říká: „Tělo, pokud jsi náhodou dospělý samec, braň tlupu před levharty,“ se může v genofondu množit. Než opustíme tento často citovaný příklad, bylo by spravedlivé dodat, že alespoň jedna respektovaná autorita zaznamenala velice odlišné skutečnosti. Podle ní dospělí samci zmizí jako první, když se objeví levhart.

Kuřata se krmí v rodinných hejnech, všechna následují svou matku. Vydávají dva hlavní zvuky. Kromě hlasitého pronikavého píštění, o němž jsem se už zmiňoval, reagují krátkým melodickým štěbetáním, když se krmí. Pískotu, který má za cíl přitáhnout matčinu pozornost, nevěnují ostatní kuřata pozornost. Naproti tomu štěbetání ostatní kuřata přitahuje. To znamená, že když jedno najde potravu, přitáhne k ní svým štěbetáním i ostatní. Štěbetání je tedy „potravní hlas“, o jakém jsme mluvili v příkladu s houbami. Je to očividně altruistické chování, které můžeme (stejně jako zmíněný příklad) vysvětlit na základě příbuzenského výběru. Vzhledem k tomu, že v přírodě by všichni byli vlastní sourozenci, gen pro vydávání potravního štěbetání by se rozšířil, pokud by výdaj štěbetajícího byl menší než polovina zisku ostatních. Jelikož zisk je násoben počtem celého hejna, které je obvykle větší než dva jedinci, není těžké si představit splnění této podmínky. Toto pravidlo se samozřejmě míjí účinkem ve velkochovech či menších hospodářstvích, kde slepice sedí na vajíčkách, která nejsou její vlastní, dokonce i na krutích či kachních vajíčkách. Avšak ani slepice, ani kuřata si to neuvědomují. Jejich chování bylo formováno za podmínek, které běžně přetrvávají v přírodě, a v přírodě se cizinci v hnízdě běžně nenacházejí.

V přírodě nicméně může občas dojít k podobným mýlkám. U druhů, které žijí ve stádech či tlupách, může osiřelé mládě adoptovat cizí samice, nejpravděpodobněji ta, která ztratila svého vlastního potomka. Badatelé zabývající se chováním opic někdy adoptující samici nazývají „teta“. Ve většině případů není žádný důkaz, že je to skutečně teta či vůbec jakákoli příbuzná; pokud by si pozorovatelé opic dostatečně uvědomovali význam genů, nepoužívali by tak důležité slovo jako „teta“ tak nekriticky. Ve většině případů bychom asi měli brát adopci, jakkoli se nám může zdát dojí-mavá, jako další příklad, kdy se vestavěné pravidlo minulo cílem. To proto, že obětavá samice péčí o sirotka nijak neposlouží

vlastním genům. Plýtvá časem a energií, jež by mohla investovat do životů svých příbuzných, zvláště do svých vlastních budoucích mlád'at. Nejspíš je to omyl, jaký se stává příliš zřídka, než aby se přírodní výběr „obtěžoval“ změnou pravidla, která by mateřský instinkt více zpřesnila. Mimochodem v mnoha případech se taková adopce neuskuteční - a sirotek zemře.

Známe však výjimku, a to tak výraznou, že ji možná spíše než za omyl budete považovat za důkaz proti teorii sobeckého genu. Je to případ truchlících opicích matek, které byly spatřeny, jak ukradly mládě jiné matce a staraly se o ně. Já to považuji za dvojnásobnou mýlku, neboť adoptující matka nejen plýtvá svým vlastním časem, ale navíc osvobodí konkurenční samici od břemene výchovy mláděte a tím jí umožní, aby mohla dříve přivést na svět dalšího potomka. Považuji to za závažný případ, který si zaslouží důkladný výzkum. Potřebujeme vědět, jak často se to stává, jaká je pravděpodobná průměrná příbuznost mezi adoptující matkou a mládětem a jaký je přístup pravé matky mláděte - pro tu je přece výhodné, aby její mládě *bylo* adoptováno. Snaží se matky záměrně zmanipulovat mladé naivní samice, aby adoptovaly jejich mlád'ata? (Objevil se i názor, že adoptivní matky a zlodějky mlád'at takto mohou získat hodnotnou praxi v umění výchovy mlád'at.)

Příkladem záměrného zneužití mateřského instinktu jsou kukačky a jiní hnízdní paraziti - ptáci, kteří kladou vajíčka do cizích hnízd. Kukačky zneužívají pravidlo „Buď hodný na všechna malá ptáčata v hnízdě, které jsi postavil“, zabudované v ptačích rodičích. Kdyby nebylo kukaček, pak by dodržování takového pravidla vedlo k žádoucímu omezení altruismu na nejbližší příbuzné, neboť je obvyklé, že hnízda jsou od sebe tak oddělená, že obsahem hnízda jedince jsou téměř zákonitě jeho vlastní ptáčata. Dospělý racek stříbřitý nepozná svá vlastní vajíčka a bude ochotně sedět na vajíčkách jiných racků, a dokonce i na chabých imitacích ze dřeva, podstrčených experimentátory. Ve volné přírodě není pro racky schopnost rozeznat vejce příliš důležitá, protože jejich vajíčka se nekutá-lejí tak daleko, aby se dostala do blízkosti sousedova hnízda, o několik metrů dále. Rackové však bezpečně rozeznají svá vlastní ptáčata; ta se na rozdíl od vajíček potulují a mohou snadno skončit v hnízdě souseda, často s fatálními důsledky, jak jsme viděli v 1. kapitole.

Naproti tomu alkouni svá vajíčka poznají podle strakatého vzorku a při sezení na nich se podle toho řídí. Nejspíš je to nutné proto, že hnízdí na plochých skalách, kde se vajíčka mohou rozkutálet a zaměnit. Mohli bychom se ptát, proč se vlastně obtěžují rozlišováním a sedí pouze na vlastních vajíčkách? Vždyť pokud by se každý postaral o to, aby seděl na nějakých vajíčkách, pak by jistě nezáleželo na tom, zda jednotlivé matky sedí na vlastních či cizích vajíčkách. Tak by argumentoval zastánce teorie skupinového výběru. Zkusme si představit, co by se stalo, kdyby se vyvinul takovýto skupinový kruh pěstounů. Průměrná snůška alkouna je jedno vejce.

To znamená, že pokud má tento kroužek vzájemné spolupráce pracovat úspěšně, musel by každý dospělec sedět průměrně na jednom vejci. Předpokládejme, že by někdo švindloval a odmítl na vejci sedět. Než by ztrácel čas seděním, využije jej k naklazení dalších vajec. A krása tohoto schématu je v tom, že jiní, altruističtější jedinci by se o jeho vejce starali místo něj. Pokračovali by ve věrném dodržování pravidla „Pokud vidíš zatoulané vajíčko u svého hnízda, ujmi se ho a sed' na něm“. Tak by se gen pro švindlování rozšířil v populaci a pěkný přátelský kruh by se rozlomil.

Můžeme namítnout: „Dobrá, ale co když to čestní ptáci oplátí odmítnutím vydírání a rezolutně se rozhodnou sedět pouze na jednom vejci? To by mělo podvodníky odradit, neboť by viděli, že se o jejich vajíčka nikdo nestará. To by je mělo brzy srovnat.“ Nebo taky vůbec ne. Vzhledem k tomu, že předpokládáme, že sedící jedinci nerozlišují jedno vejce od druhého, pak pokud čestní ptáci zavedou do praxe toto schéma obrany proti podvádění, skončí odmítnuta jak podvodnická vajíčka, tak vajíčka jejich. Podvodníci budou stále ve výhodě, neboť nakladou více vajíček a budou mít více potomků. Jediný způsob, jak by mohl upřímný alkoun porazit podvodníky, je aktivně rozlišovat ve prospěch svých vajíček. To znamená upustit od altruismu a hledět si vlastních zájmů.

Řečeno jazykem Maynarda Smithe - „strategie“ altruistické adopce není evolučně stabilní strategie. Je nestabilní v tom, že může být překonána rivalskou sobeckou strategií naklást více vajec, než je spravedlivé, a pak na nich odmítnout sedět. Tato další sobecká strategie je také nestabilní, neboť altruistická strategie, kterou využívá, je nestabilní a vymizí. Jedinou evolučně stabilní strategií pro alkouna je rozpoznat svá vlastní vajíčka a sedět výhradně na nich. Přesně to se také děje.

Pěvci, na nichž parazitují kukačky, se rovněž zmožili na protiúder. Nejsou sice schopni zapamatovat si svá vlastní vajíčka, zato získali instinktivní schopnost poznávat vajíčka s druhově specifickými značkami. Vzhledem k tomu, že nejsou v nebezpečí vnitrodruhového parazitismu, je to efektivní.<sup>37</sup> Kukačky však přišly s vlastním protitahem a začaly snášet vajíčka, která se barvou, velikostí a značkami čím dál tím víc podobají vajíčkům hostitelských druhů. To je příklad lži a ta často funguje. Výsledkem tohoto vyrovnaného evolučního závodu ve zbrojení je pozoruhodné vylepšení mimikry kukaččích vajíček. Můžeme předpokládat, že část kukaččích vajíček a ptácat je „odhalena“, a že ti, co odhaleni nebyli, nakladou další generaci kukaččích vajíček. Tak se geny pro efektivnější podvádění rozšíří v kukaččím genofondu. Podobně ptáci, kteří mají dostatečně bystrý zrak, aby poznali jakýkoli slabý nedostatek mimikry kukaččích vajíček, přispějí nejvíce genofondu svého druhu. To je dobrý příklad toho, jak může evoluce zosťovat aktivní rozpoznávání, v tomto případě rozpoznávání vajíček jiného druhu, jehož příslušníci dělají co mohou, aby se odhalení vyhnuli.

Vraťme se k porovnání zvířecího „odhadu“ vlastní příbuznosti s jinými členy skupiny a odhadu provedeného zkušeným terénním biologem. Brian Bertram strávil řadu let studiem chování lvů v národním parku Serengeti. Na základě svých znalostí jejich rozmnožovacích zvyků odhadl průměrnou příbuznost mezi jedinci typické lvi smečky. Jeho závěry vycházejí z následujících pozorování. Typickou lvi smečku tvoří sedm dospělých samic, které jsou jejími nejtrvalejšími členkami, a dva dospělí samci; kteří jsou méně stálí. Okolo poloviny dospělých samic vrhne mlád'ata ve stejnou dobu a

vychovává své potomky společně, takže je těžké říci, které patří komu. Jeden vrh čítá v průměru tři kořata. Otcovství vrhu je rovnoměrně rozděleno mezi dospělé samce ve smečce. Mladé samice zůstávají ve smečce a nahrazují staré samice, které zahynou či opustí skupinku. Mladí samci jsou vyhnáni, jakmile dospějí. Toulají se pak od smečky ke smečce v malých příbuzenských skupinách či dvojicích a není pravděpodobné, že by se vrátili do své původní rodiny.

Na základě těchto poznatků bylo možné vypočítat průměrnou hodnotu příbuznosti dvou členů typické lví smečky. Bertram dospěl k hodnotě 0,22 pro pár dvou náhodně vybraných samců a 0,15 pro dvojici samic. To znamená, že samci ve smečce jsou v průměru o něco méně příbuzní než nevlastní bratři a samice o trochu více příbuzné než sestřenice.

Kteroukoli dvojici samozřejmě mohou tvořit vlastní bratři, ale Bertram to nemohl nijak odlišit a je téměř jisté, že ani lvi ne. Na druhou stranu průměrné hodnoty, které Bertram odhadl, jsou v jistém smyslu známy i lvům samotným. Pokud hodnoty skutečně odpovídají průměrné lví smečce, pak by každý gen nabádající samce, aby s ostatními samci zacházel, jako by to byli nevlastní bratři, měl kladnou hodnotu přežití (survival value). Každý gen, který by zašel příliš daleko a vyvolával by přátelštější chování, chování příslušející spíše vlastním bratrům, by byl v průměru penalizován, stejně jako gen způsobující nedostatečnou přátelskost - takové chování vůči ostatním samcům, jako by to byli vzdálení bratřanci. Pokud Bertramovy poznatky skutečně odpovídají poměrům vládnoucím ve lví smečce a jestliže - což je neméně důležité - víceméně stejný stav trvá dostatečnou řadu generací, pak můžeme očekávat, že přírodní výběr, upřednostňoval altruismus úměrný stupni příbuznosti typické smečky. To jsem měl na mysli, když jsem řekl, že odhady příbuznosti provedené zvířetem a dobrým přírodovědcem se nemusí příliš lišit.<sup>38</sup>

Zjistíme tedy, že „skutečná“ příbuznost může být v evoluci altruismu méně důležitá než nejlepší *odhad* příbuznosti, jaký mohou zvířata získat. Tento fakt je pravděpodobně klíčem k pochopení, proč je v přírodě rodičovská péče o tolik častější a oddanější než sourozenecký altruismus a také proč si zvířata mohou vážit sebe sama daleko víc než několika bratrů. Stručněji řečeno bychom kromě indexu příbuznosti měli brát v úvahu něco jako index „jistoty“. Přestože geneticky není vztah rodiče a mláděte o nic bližší než vztah sourozenců, jeho jistota je větší. Obvykle si můžeme být daleko jistější, kdo jsou naši potomci, než kdo jsou naši sourozenci. A nejjistější si můžeme být tím, kdo jste sami!

Zatím jsme se zaměřili na podvodníky mezi alkouny. V následujících kapitolách se toho o lhářích, podvodnících a příživnících dozvíme ještě mnohem více. Ve světě, kde ostatní jedinci stále pasou po příležitosti zneužít příbuzensky selektovaného altruismu ke svým vlastním cílům, musí nástroj přežití vzít v úvahu, komu může věřit, kým si může být skutečně jist. *Pokud je B* skutečně můj mladší bratr, mělo by mi na něm záležet až do poloviny toho, jak mi záleží na sobě samém, a stejně, jako mi záleží na mém vlastním mláděti. Jak ale mohu s jistotou poznat, že je to můj mladší bratr?

*Pokud je C* mé identické dvojče, pak by mi na něm mělo záležet dvakrát více než na kterémkoli z mých dětí a vlastně bych si neměl vážit jeho života o nic méně než svého vlastního.<sup>39</sup> Ale mohu si jím být jist? Jistě, vypadá jako já, ale může to být tím, že pouze náhodou sdílíme stejné geny pro rysy tváře. Ne, nedám za něj život, ačkoli je *možné*, že nese 100 % mých genů. To, že já mám 100 % svých genů, vím jistě, takže jsem pro sebe cennější než on. Jsem jediný jedinec, jímž si mohou být všechny mé sobecké geny jisty. Přestože gen pro sobeckost jedince může být nahrazen rivalským genem pro altruistickou záchranu alespoň jednoho identického dvojčete, dvou dětí či sourozenců, či alespoň čtyř vnoučat atd., gen pro sobeckost jedince má nesmírnou výhodu *jistoty* identity jedince. Rivalský příbuzensky altruistický gen podléhá riziku chybování v identitě, buď čistě náhodnému, či záměrně vyvolanému podvodníky a parazity. Proto musíme v přírodě očekávat sobeckost jedinců v mnohem větší míře, než by předpovídalo samotné zvažování genetické příbuznosti.

U mnoha druhů si může matka být více jista svými mláďaty než otec. Matka položí viditelné, konkrétní vajíčko nebo porodí mládě. Má lepší možnost znát s jistotou nositele svých vlastních genů. Chudák otec je daleko náchylnější tomu, být podveden. Lze tedy očekávat, že otcové budou vkládat méně snahy do péče o mláďata. Jsou pro to i další důvody; seznámíme se s nimi v kapitole nazvané „Souboj pohlaví“ (9. kapitola). Podobně babičky z matčiny strany si mohou být svými vnoučaty jistější než babičky z otcovy strany a můžeme očekávat, že se vůči nim budou chovat altruističtěji než babičky z otcovy strany. Mohou si totiž být jisty mláďaty své dcery, zato jejich synové mohou být paroháči. Dědové z matčiny strany jsou si stejně jisti svými vnoučaty jako babičky z otcovy strany, neboť se mohou spoléhat na jednu generaci jistoty a jednu generaci nejistoty. Podobně by strýcové z matčiny strany měli mít větší zájem na blahobytu neteří a synovců než strýcové z otcovy strany a pro tety obecně platí totéž. Samozřejmě ve společnosti s vysokým stupněm nevěry by měli být strýcové z matčiny strany altruističtěji než „otcové“, neboť mají více důvodů věřit v příbuznost mláděte. Vědí, že matka je jejich alespoň poloviční sestra. „Legální“ otec neví nic. Nevím o žádných příkladech odpovídajících těmto předpokladům, ale třeba je bude znát někdo jiný, nebo je začne hledat. Myslím, že především kulturní antropologové by mě mohli doplnit nějakými zajímavými příklady.<sup>40</sup>

Vrátíme-li se k faktu, že rodičovský altruismus je častější než altruismus sourozenecký, pak se zdá rozumné vysvětlit to „problémem identifikace“. Ale to, jak se zdá, nevysvětluje základní asymetrii v samotném vztahu rodiče a mláděte. Rodičům záleží více na jejich mláďatech než mláďatům na rodičích, přestože jde o symetrický genetický vztah a jistota příbuznosti je v obou směrech stejná. Jedním z důvodů je, že rodiče mají lepší praktické možnosti pomáhat svým mladým. Jsou starší a zkušenější. I kdyby mládě chtělo nakrmit svého rodiče, není k tomu vůbec vybaveno.

Ve vztahu rodiče a mláděte je další asymetrie, která neplatí pro vztah sourozenců. Mláďata jsou vždy mladší než rodiče. To často, ačkoli ne vždy, znamená, že mají delší očekávanou životnost. Jak jsem zdůraznil výše, očekávaná délka života je důležitá proměnná, která by měla v nejlepším možném světě vstoupit do „výpočtu“ zvířete, když se „rozhoduje“, zda se zachovat altruisticky. U druhů, kde mají mláďata delší průměrnou očekávanou životnost než rodiče, by gen pro altruismus mláďat zápolil s velkým znevýhodněním. Podmiňoval by altruistické obětování se ku prospěchu jedinců, kteří

mají blíže ke smrti stárím než sám altruista. Gen pro rodičovský altruismus by na druhou stranu měl odpovídající výhodu, pokud by očekávaná délka života byla do rovnice zahrnuta.

Člověk často slyší, že příbuzenský výběr je velice dobrá teorie, ale ve světě kolem nás nalézáme jejich příkladů poskrovnu. Tak může uvažovat pouze ten, kdo nerozumí tomu, co to příbuzenský výběr znamená. Pravda je, že všechny příklady obrany dětí a rodičovské péče a všechny s tím spojené tělesné orgány, mléčné žlázy, kapsy klokanů a další, jsou příklady fungování principu příbuzenského výběru v praxi. Kritici jsou samozřejmě seznámeni s širokým výskytem rodičovské péče, jenom nepochopili, že rodičovská péče není o nic horším příkladem příbuzenského výběru než sourozenecký altruismus. Když říkají, že chtějí příklady, myslí tím jiné příklady než rodičovskou péčí a ty jsou skutečně mnohem řidší. Navrhl jsem důvodem proč tomu tak může být. Mohl jsem sejít ze své cesty jmenováním příkladů sourozeneckého altruismu - jejich popravdě málo. Ale to nechci, neboť by to posílilo chybnou myšlenku (prosazovanou například Wilsonem), že příbuzenský výběr se týká *jiných vztahů* než vztahu rodiče a mláděte.

Důvod, proč se tento omyl stále šíří, je především historický. Evoluční výhoda rodičovské péče je tak zřejmá, že jsme nemuseli čekat, až na to Hamilton poukáže. Uvažujeme o ní už od Darwina. Když Hamilton demonstroval genetickou rovnost jiných vztahů a jejich evoluční význam, přirozeně musel klást důraz na tyto ostatní vztahy. Konkrétně vykreslil příklady ze světa společenského hmyzu, jako jsou mravenci a včely, kde je vztah sester zvlášť důležitý, jak uvidíme v jedné z dalších kapitol. Setkal jsem se dokonce s lidmi, kteří se domnívali, že Hamiltonova teorie platí *pouze* pro společenský hmyz!

Jestliže někdo odmítá připustit, že rodičovská péče je příkladem příbuzenského výběru, pak by měl formulovat obecnou teorii přírodního výběru, která předpovídá rodičovský altruismus, ale *nepředpovídá* altruismus mezi příbuznými. Domnívám se, že neuspěje.



## Plánované rodičovství

Je snadné pochopit, proč někteří autoři chtěli oddělit péči o potomstvo od jiných případů příbuzensky selektovaného altruismu. Péče o potomstvo se zdá být nedílnou součástí rozmnožování, čímž například altruismus vůči synovci rozhodně není. Domnívám se, že se zde skrývá opravdu důležitý rozdíl a mnozí se mohou mýlit co do jeho podstaty. Na jednu stranu postavili reprodukci a péči o potomstvo a na druhou ostatní formy altruistického chování. Já bych však chtěl odlišit *přivádění nových jedinců na svět* na straně jedné a *péči o existující jedince* na straně druhé. Budu tyto aktivity dále nazývat plození potomstva a péče o potomstvo. Jednotlivé nástroje přežití musí učinit dvě zcela rozdílná rozhodnutí, jedno ohledně zplození potomka a druhé ohledně péče o něj. Slovem „rozhodnutí“ tu označuji nevědomé strategické činy. Pečovatelské rozhodnutí zní: „Příbuznost tohoto dítěte se mnou je tolik a tolik, jeho naděje na přežití, když ho nenakrmím, taková a taková. Mám ho nakrmit?“ Rozhodnutí o plození je pak následující: „Mám podniknout všechny kroky potřebné k tomu, abych přivedl nového jedince na svět? Mám se rozmnožovat?“ Tyto dvě varianty mezi sebou musí do jisté míry soupeřit o čas a jiné prostředky jedince a jedinec se pak musí rozhodnout: „Mám se starat o tohoto potomka, nebo přivést na svět dalšího?“

V závislosti na ekologických vlastnostech druhu se může vytvořit řada různých evolučně stabilních kombinací rozmnožovací a pečovací strategie. Čistě pečovací strategie by však nikdy nemohla být evolučně stabilní. Jestliže by se všichni jedinci soustředili na pečování o už existující mláďata natolik, že by nikdy nepřivedli na svět vlastní, hrozila by takové populaci invaze mutantních jedinců, kteří by se specializovali na plození potomstva. Pečování může být evolučně stabilní pouze jako součást smíšené strategie, v níž musí být plození vždy, alespoň částečně, přítomno.

Nám nejlépe známé skupiny, ptáci a savci, bývají dobří pečovatelé. Po rozhodnutí přivést na svět nového jedince obvykle následuje i rozhodnutí o něj pečovat. Rozmnožování v praxi tak často souvisí s péčí, že lidé tyto dva pojmy smísili dohromady. Ale z pohledu sobeckých genů neexistuje

žádný zásadní rozdíl mezi péčí o malého bratra a o syna. Obě děti jsou vašimi stejně blízkými příbuznými. Kdybyste si museli vybrat, koho z nich nakrmit, z pohledu genů neexistuje důvod, abyste vybrali syna. Na druhou stranu nemůžete přivést na svět svého bratra. Můžete se o něj však starat, když už ho na svět přivedl někdo jiný. V minulé kapitole jsme sledovali, jak by měly jednotlivé nástroje přežití rozhodovat, zda se chovat jako altruisté k jiným jedincům, kteří už existují. V této kapitole si řekneme, jak se mají rozhodovat, zda přivést na svět nové jedince.

Kvůli této záležitosti se vyhroutil spor o „skupinový výběr“, o němž jsem se už zmiňoval v 1. kapitole. Wynne-Edwards, který měl hlavní zásluhu na šíření myšlenky skupinového výběru, tak totiž učinil v souvislosti s teorií „regulace populace“.<sup>41</sup> Předložil v ní předpoklad, že jednotliví živočichové záměrně a altruisticky snižují svou porodnost pro dobro skupiny.

To je velice přitažlivá hypotéza, neboť přesně vystihuje, co by měli dělat lidé. Lidé mají příliš mnoho dětí. Velikost populace závisí na čtyřech faktorech: na počtu narozených a zemřelých, imigraci a emigraci. V rámci celosvětové populace k imigraci a emigraci nedochází, a tak zbývá pouze počet narozených a zemřelých. Jestliže na každý pár připadají průměrně víc než dva potomci, kteří přežijí a budou se také rozmnožovat, bude se počet narozených dětí zvyšovat zrychlujícím se tempem. Místo toho, aby populace vzrostla o nějaké určité množství, vzroste s každou generací o množství tvořící určitý zlomek z její velikosti. Vzhledem k tomu, že neustále roste, je i tento přírůstek čím dál tím větší. A bude-li tento růst bez omezení pokračovat, dosáhne naše populace překvapivě brzy astronomických rozměrů.

Mimochodem jednu věc si často neuvědomují ani lidé, kteří se problémy populace zabývají. Že totiž růst populace nezávisí pouze na tom, kolik dětí se rodí, ale i na tom, v jakém věku je lidé mají. Vzhledem k tomu, že populace vzrůstá o určitou část za generaci, by se roční nárůst populace snížil, kdyby od sebe byly generace časově vzdálenější. Na transparentech s heslem „Skončete u dvou!“ by stejně dobře mohlo stát „Začněte ve třiceti!“ Zrychlování nárůstu populace ale v každém případě přinese vážné problémy.

Všichni nejspíš známe varující výpočty, jimiž se tento problém popularizuje. Například současná populace Latinské Ameriky dosahuje 300 milionů. Velká část obyvatelstva je podvyživená. Pokud by dosavadní trend růstu populace pokračoval, pak by za necelých 500 let vytvořilo obyvatelstvo jednolitý koberec pokrývající celý kontinent, kde by osoby stojící jedna vedle druhé byly těsně namačkány. A to i kdybychom předpokládali, že půjde o osoby hubené, což zdaleka není nereálný předpoklad. Za 1 000 let by stáli jeden druhému na ramenou ve více než milion lidí vysoké vrstvě. Za 2 000 let by tato hora lidí, narůstající rychlostí světla, dospěla k hranicím známého vesmíru.

Určitě vám neuniklo, že jde o hypotetický předpoklad! Takhle to ve skutečnosti nedopadne z mnoha praktických důvodů. Jména některých z nich jsou hladomor, epidemie, válka *nebo*, s trochou štěstí, omezení porodnosti. Nemá smysl spoléhat na pokroky v zemědělství - „zelenou revoluci“ a podobně. Zvýšení produkce jídla může problém jen dočasně zmírnit, z matematického hlediska je však jisté, že ho zcela neodstraní, a dokonce jej může i zhoršit zvýšením tempa růstu v současnosti, podobně jako moderní medicína, která tuto krizi vyostřila. Jednoduchá logická pravda je, že bez možnosti emigrace do vesmíru raketami vzletajícími v počtu mnoha milionů za sekundu povede nekontrolovaná míra porodnosti k hroživému zvýšení míry úmrtnosti. Je těžké uvěřit, že tuto jednoduchou souvislost nechápou vůdci, kteří zakazují svým národům používat účinné antikoncepční metody a zdůrazňují přednost „přirozených“ způsobů omezování populace. Přirozený způsob je přesně to, čeho dosáhnou. Říká se mu hladomor.

Obavy, které takové dlouhodobé výpočty vyvolávají, samozřejmě pramení ze starosti o blaho celého našeho druhu.

Lidem (alespoň některým) je dána vědomá předvídatost, a tak vidí hrozivé důsledky přemnožování. Základní předpoklad této knihy je, že nástroje přežití jsou řízeny sobeckými geny a od těch jistě nemůžeme očekávat, že budou vidět do budoucnosti ani že budou mít na srdci blaho celého druhu. Zde se Wynne-Edwards rozchází s ortodoxními evolučními teoretiky. Domnívá se, že existuje způsob, jakým by se mohlo vyvinout altruistické omezování porodnosti.

Co však Wynne-Edwards ve svých spisech ani Ardrey v popularizacích jeho názorů nezdůrazňují, je, že existuje řada uznávaných faktů, které si neodporují. Na první pohled je zřejmé, že populace divokých zvířat nerostou astronomickou rychlostí, jíž by teoreticky byly schopny. V některých případech zůstává populace divokých zvířat stabilní a míra porodnosti drží přibližně krok s mírou úmrtnosti. Jindy, třeba u lumíků, populace značně kolísá mezi prudkými expanzemi a poklesy blížkými vymření. Příležitostně dojde k úplnému zániku, přinejmenším populace na určitém území. Někdy, jako v případě kanadského rysa (kdy odhady vycházejí z množství kůží vykoupných v průběhu jednotlivých let společnosti Hudson Bay Company), se zdá, jako by populace rytmicky oscilovala. Jednou z věcí, kterou populace zvířat nedělají, je, že nikdy nerostou donekonečna.

Zvířata ve volné přírodě téměř nikdy neumírají stářím: vyhladovění, nemoc nebo predátor je dostanou dávno předtím, než skutečně zestárnou. Až donedávna to platilo i o člověku. Většina zvířat umírá v raném věku, některá se nedostanou ani za stadium vajíčka. Hladovění a jiné příčiny smrti jsou neoddiskutovatelným omezením nekonečného růstu populací. Jak jsme však zjistili na příkladu našeho vlastního druhu, neexistuje nezbytný důvod, aby na ně muselo dojíti. Kdyby zvířata regulovala *míru porodnosti*, nemusela by hladovět. Podle teze Wynna-Edwardse přesně to dělají. Ale dokonce ani tady není tak velký rozpor, jak by se vám po přečtení jeho knihy mohlo zdát. I stoupenci teorie sobeckého genu souhlasí, že zvířata skutečně *regulují* svou míru porodnosti. Kterýkoli daný druh má víceméně stálou velikost vrhu (či snůšky): žádné zvíře nemá neomezený počet mláďat. Rozpor není v tom, *zda je* míra porodnosti regulována, ale v tom, *proč je* regulována - jakým procesem přírodního výběru se vyvinulo plánované rodičovství. Jádrem tohoto sporu spočívá v tom, zda je regulace porodnosti altruistická, praktikovaná pro dobro celé skupiny, nebo zda je sobecká a dodržuje se pro dobro daného jedince. Budu se těmito teoriemi zabývat popořádku.

Wynne-Edwards předpokládal, že jedinci mají méně mláďat, než by mohli mít, v zájmu prospěchu celé skupiny. Poznal, že běžným přírodním výběrem se takovýto altruismus vyvinout nemůže. Představa selekce podprůměrné míry reprodukce přírodním výběrem - už to slovní spojení v sobě nese rozpor. Proto zavedl představu skupinového výběru, s níž jsme se seznámili v 1. kapitole. Podle něj mají skupiny, jejichž členové omezují svou porodnost, větší naději, že nevyumrou v důsledku vyčerpání zdrojů potravy, než rivalské skupiny, jejichž příslušníci porodnost neomezují. Svět proto zaplní takovéto skupiny. Wynne-Edwards soudí, že jedinec podléhá kontrole porodnosti v obecném smyslu. Tuto myšlenku rozvíjí do velké představy, že celý společenský život můžeme považovat za mechanismus regulace velikosti populace. Například dvěma hlavními rysy společenského života mnoha druhů jsou *teritoriální chování* a *dominanční hierarchie*, o nichž jsem se zmiňoval v 5. kapitole.

Mnoho zvířat věnuje značnou část času a energie zjevnému obhajování území, které přírodovědci pojmenovali teritorium. Takové chování je v živočišné říši velice rozšířené, a to nejen u ptáků, savců a ryb, ale i u hmyzu, a dokonce i u mořských sasenek. Teritoriem může být rozsáhlé území, které je hlavním územím, na němž pár shání potravu, jako třeba v případě červenky, nebo, jako například u racka, malé území bez potravy, ale s hnízdem v jeho středu. Wynne-Edwards věří, že zvířata bojující o teritorium bojují spíše o *symbolickou* cenu než o nějakou skutečnou hodnotu, třeba o potravu. V mnoha případech se samice nepáří se samci bez teritoria. Samozřejmě se často stává, že samička, jejíž partner je poražen a jeho teritorium dobyt, okamžitě přilne k vítězi. Dokonce i u zdánlivě věrných monogamních druhů může být samička „provádána“ spíše za samečkového teritoria než za samečka samotného.

Jestliže populace příliš vzroste, na některé z jejích členů teritorium nezbude a nebudou se proto množit. Získat teritorium je podle Wynna-Edwardse něco jako obdržet poukázku či povolení k páření. Vzhledem k tomu, že k dispozici je pouze omezený počet teritorií, je vydán omezený počet povolení k páření. Jedinci mohou bojovat o to, kdo tyto licence dostane, ale celkový počet mláďat v populaci je omezen počtem teritorií, která jsou k dispozici. V některých případech, například u tetřeva, je na první pohled patrná zdrženlivost jedinců, neboť nejenže ti, kdo nemohou získat teritorium, se nemnoží, ale dokonce vzdávají snahu teritorium získat. Vypadá to, jako by všichni přijali pravidla hry. To znamená, že pokud jste do konce období soutěží nezískali oficiální poukázku k páření, dobrovolně od rozmnožování upustíte a necháte ty šťastnější v průběhu rozmnožovací sezóny na pokoji, aby se postarali o rozmnožení druhu.

Podobným způsobem Wynne-Edwards interpretuje dominanční hierarchie. V mnoha skupinách zvířat, především v zajetí, ale i ve volné přírodě, se jedinci naučí rozpoznávat jeden druhého a zjišťovat, koho v souboji porazí a kdo porazí je. Jak jsme viděli v 5. kapitole, snaží se podrobit bez boje jedinci, o kterém „vědí“, že by je pravděpodobně stejně porazil. Na základě toho mohou přírodovědci popsat dominanční neboli společenskou hierarchii, rozvrstvení společnosti, v níž každý zná své postavení a nevznášá požadavky, které by toto postavení přesahovaly. Někdy samozřejmě vzplanou vážné souboje a někdy se jedinci povýší nad své dřívější nejbližší postavené nadřízené. Ale v 5. kapitole jsme poznali, že v důsledku automatického podřizování se jedinců s nižším postavením bývá při soubojích málokdy někdo zraněn.

Mnoho lidí to může považovat za „dobrou věc“ z hlediska skupinového výběru. Wynne-Edwards dokonce přichází s ještě odvažnějším výkladem. Vysoce postavení jedinci mají větší šanci se množit než níže postavení jedinci proto, že jim buď samičky dávají přednost, nebo výše postavení samci fyzicky brání níže postaveným v tom, aby se dostali do blízkosti samiček. Wynne-Edwards pokládá vysoké společenské postavení za další lístek či oprávnění k rozmnožování. Místo toho, aby bojovali přímo o samičky, bojují samci o společenský status. Neumístí-li se vysoko ve společenském žebříčku,

podřídí se tomu, že nejsou oprávněni se pářit. Když jde přímo o samičky, ukázní se, ale čas od času se znovu pokoušejí získat vyšší postavení. Proto můžeme říci, že o samičky *nepřímě* bojují. Ale stejně jako v případě teritoriálního chování brání podle Wynna-Edwardse toto „dobrovolné přijetí“ pravidel příliš rychlému růstu populace. Místo toho, aby v populaci bylo příliš mnoho mláďat a pak se zjistilo, že to byla chyba, využívá se v populaci formálních soubojů o status a teritorium k omezení velikosti populace mírně pod mez, nad níž by nastalo hladovění.

Asi nejúžasnější je představa *epideiktického* chování (tento termín Wynne-Edwards vytvořil sám - „epideiktické“ chování je vlastně záměrné předvádění se). Řada zvířat tráví spoustu času v hejnech či stádech. Byly navrženy různé více či méně logické důvody, proč by takovému shlukování dával přírodní výběr přednost. O některých z nich se zmíním v 10. kapitole. Wynne-Edwards na to má poněkud svérázný názor. Tvrdí, že když se večer shromažďují hejna špačků nebo když pakomáři létají kolem světél, provádějí sčítání své populace. Vzhledem k jeho předpokladu, že jedinci omezují svou porodnost v zájmu celé skupiny a mají méně potomstva, když je populace přebujelá, by logicky měli mít nějaký způsob měření hustoty populace, podobně jako termostat potřebuje teploměr jakožto nedílnou součást svého mechanismu. Podle Wynna-Edwardse je epideiktické chování záměrné shlukování umožňující odhad velikosti populace. Netvrdí však, že to je vědomý odhad populace, ale předpokládá automatický nervový či hormonální mechanismus, spojující smyslové vnímání hustoty populace s rozmnožovacími orgány.

Snažil jsem se poskytnout teorii Wynna-Edwardse spravedlivé zadostiučinění, byť poměrně stručně. A jestliže jsem uspěl, měla by vám teď připadat celkem přijatelná. Avšak předchozí kapitoly vás měly připravit na takový skepticismus, aby vás přiměl říci, že jakkoli přesvědčivě zní, měl by Wynne-Edwards na podporu své teorie přinést hodně dobré důkazy, anebo si to měl raději ještě jednou promyslet. Ale bohužel tyto důkazy dobré nejsou. Sestávají z obrovského počtu příkladů, které by mohly být vykládány tímto způsobem, ale stejně dobře by mohly být objasněny důsledněji podle teorie sobeckého genu.

Hlavním architektem teorie plánovaného rodičovství sobeckého genu, přestože by se tak sám nikdy nenazval, byl velký ekolog David Lack. Zabýval se především velikostí snůšky divokých ptáků. Předností jeho teorii a závěrů je, že jsou obecně použitelné. Každý druh ptáka má typickou snůšku. Terejové a alkouni sedí na jednom vejci, rorýsové na třech, sýkory na šesti či více. Jsou zde variace: někteří rorýsové mohou snést pouze dvě vejce, některé sýkory až dvanáct. Dá se, a ne bezdůvodně, předpokládat, že množství vajec, které samička snese, je alespoň zčásti ovlivněno geneticky, stejně jako kterýkoli jiný znak. Řekněme, že může existovat gen pro snesení dvou vajec, rivalská alela pro snesení tří, další pro čtyři atd. V praxi to pravděpodobně není tak jednoduché. Teorie sobeckého genu nás nutí se ptát, který z těchto genů se nejvíce rozšíří v genofondu. Při povrchním pohledu to může vypadat, že gen pro snesení čtyř bude nutně ve výhodě oproti genům pro snesení dvou nebo tří. Po krátkém zamyšlení zjistíme, že jednoduché pravidlo „Čím více, tím lépe“ nemůže fungovat. Vede k očekávání, že snůška pěti vajec je lepší než snůška čtyř, deset že je ještě lepší počet atd. až donekonečna. Jinými slovy vede k absurditě. Snůška velkého počtu vajec nepřináší jenom zisk, nese s sebou i *výdaje*. Za zvýšené plození se platí méně účinnou péčí. Lackovou ústřední myšlenkou je, že pro kterýkoli daný druh v daných podmínkách musí existovat optimální snůška. Od Wynna-Edwardse se liší v odpovědi na otázku, pro koho má být optimální. Wynne-Edwards za optimum, o něž by měli jedinci usilovat, považuje to, co je nejlepší pro celou skupinu. Podle Lacka si každý sobecký jedinec vybere velikost snůšky, při níž vychová maximum potomstva. Řekneme-li, že optimum u rorýsů jsou tři vejce, znamená to, že každý jedinec, který by se snažil vysedět čtyři, v průměru skončí s menším počtem potomků než jeho sok, který byl opatrnější a zvolil výchovu tří. Mezi čtyři mláďata se potrava rozdělí do menších dílů, takže se jen málo z nich dožije dospělosti. To platí jak u rozdělování potravy, tak pro rozdělení žloutku do vajíček. Podle Lacka regulují jedinci velikost snůšky z důvodů, které rozhodně nejsou altruistické. Neregulují počet mláďat kvůli tomu, aby zabránili vyčerpání zdrojů skupiny. Regulují ho, aby počet jejich potomků, kteří přežijí, byl co největší. -To je opačný důvod, než jaký si běžně s regulací porodnosti spojujeme. Výchova ptáčat je náročný úkol. Matka musí obětovat velké množství materiálu a energie na tvorbu vajíček. Mnoho úsilí vynaloží na stavbu hnízda, s nímž mu v lepším případě pomáhá partner. Pak rodiče týdně trpělivě sedí na vajíčkách. Poté co se mláďata vyklubou, rodiče se téměř udfou k smrti, když víceméně bez přestávky shánějí potravu. Už jsme si říkali, že sýkora celý den nosí do hnízda průměrně každých třicet sekund jeden úlovek. Savci, jako třeba my, to dělají trochu jinak, ale to, že je rozmnožování náročné, obzvlášť pro matku, platit nepřestává. Je zřejmé, že když se rodič snaží rozdělit své omezené prostředky mezi příliš velký počet potomků, vychová jich méně, než kdyby se hned na začátku spokojil s jejich skromnějším počtem. Musí se strefit do rovnováhy mezi plozením a pečováním. Množství potravy a jiných prostředků, které jsou rodiče schopni zajistit, je limitujícím faktorem pro počet potomků, které mohou vychovat. Podle Lackovy teorie přizpůsobí přírodní výběr velikost snůšky (vrhu atd.) tomu, aby byly tyto limitované zdroje maximálně využity.

Jedinci, kteří mají příliš mnoho potomků, jsou potrestáni, ne však vyhynutím celé populace, ale tím, že jen málo jejich potomků přežije. Geny pro přílišné rozmnožování potomků nejsou předány do další generace ve velkém množství, neboť řada jedinců s těmito geny se nedožije dospělosti. V moderní lidské společnosti už není velikost rodiny omezena objemem zdrojů, které mohou poskytnout rodiče. Pokud zplodí muž se ženou více dětí, než uživí, zakročí jednoduše stát, což znamená zbytek populace, a pomůže udržet nadbytečné děti zdravé a živé. V podstatě není způsob, jak zabránit páru, který je zcela bez prostředků, aby měl tolik dětí, kolik může žena donosit. Sociální stát je však velice nepřirozený. V přírodě nemají rodiče, kteří mají více dětí, než mohou uživit, moc vnučat, a jejich geny nejsou předány dalším generacím. Altruistické omezování porodnosti *není* v přírodě *potřeba*, protože tam neexistuje žádný sociální stát. Každý gen pro přílišnou bezuzdnost je řádně potrestán: potomstvo s tímto genem zemře hladu. Vzhledem k tomu, že

my lidé se nechceme vrátit ke starým sobeckým způsobům, kdy bychom nechávali děti z velkých rodin zmírat hladu, zrušili jsme rodinu jakožto jednotku ekonomické soběstačnosti a dosadili za ni stát. Avšak privilegium garantované podpory by se nemělo zneužívat.

Antikonceptce bývá napadána jako „nepřirozená“. To je pravda, je velice nepřirozená. Ovšem stejně nepřirozený je sociální stát. Většina z nás však pokládá sociální stát za nezbytný. Ale nepřirozený sociální stát nemůže existovat bez nepřirozeného omezování porodnosti, jinak by to vedlo k daleko horšímu utrpení, než k jakému dochází v přírodě. Sociální stát je zřejmě největší altruistický systém, jaký kdy živočišná říše poznala. Každému altruistickému systému je však daná nestabilita, neboť je bezbranný proti sobeckým jedincům. Lidé, kteří mají více dětí, než jsou schopni vychovat, jsou nejspíš příliš omezení, než abychom je mohli obvinít z vědomého zneužívání. Instituce a vůdci, kteří je v tom záměrně podporují, ve mně vzbuzují větší podezření.

Vraťme se k divokým zvířatům. Lackova teorie velikosti snůšky může být obecně aplikována na všechny další příklady, které Wynne-Edwards uvádí: na teritoriální chování, dominantní hierarchie atd. Vezměme si třeba bělokura rousného, jehož s kolegy studoval. Tito ptáci se živí všem a všesoviště si rozdělují na teritoria, na kterých roste viditelně víc věsu, než jeho vlastníci doopravdy potřebují. Na začátku sezóny bojují o teritoria, ale po čase poražení uznají svůj neúspěch a přestanou bojovat. Stanou se z nich vydědenci, kteří nikdy nezískají teritorium a koncem sezóny jsou téměř k smrti vyhladovělí. Pouze vlastníci teritorií se rozmnožují. Jestliže vlastník teritoria sprovodí ze světa kulka, obsadí jeho místo původní vydědenc, který se pak rozmnožuje. To dokazuje, že fyzicky je i jedinec nevlastnící teritorium schopen rozmnožování. Wynne-Edwards toto extrémní teritoriální chování vysvětluje - jak už víme - tak, že neúspěšníci se „smířili“ s tím, že se jim nepodařilo získat licenci k rozmnožování, a nesnaží se rozmnožovat.

Na první pohled tento příklad vypadá jako tvrdý oříšek i pro pokus vysvětlit jej z pohledu teorie sobeckého genu. Proč vydědenci nezkoušejí znovu a znovu, dokud nepadnou vyčerpáním, vytlačit držitele teritoria? Zdá se, že by neměli co ztratit. Ale počkat, možná mají co ztratit. Víme už, že pokud držitel teritoria zemře, má vydědenc šanci zaujmout jeho místo, a tedy získat šanci se množit. Je-li šance, že vydědenc získá teritorium tímto způsobem, větší než vybojovat si je v souboji, pak se mu, jakožto sobeckému jedinci, vyplatí čekat, až někdo zemře, než vynakládat tu trochu energie, co má, na předem ztracený souboj. Podle Wynne-Edwardse je rolí vydědenců čekat v zájmu populace jako náhradníci a být připraveni pokračovat ve šlépějích držitele teritoria, který zahyne, v reprodukci skupiny. Nyní však zjišťujeme, že je to pro ně i nejlepší možná strategie jako pro sobecké jedince. Jak jsme viděli ve 4. kapitole, můžeme zvířata považovat za hazardní hráče. Nejlepší strategií pro hráče někdy bývá spíš čekat a doufat než jít hlavou proti zdi.

Podobně může teorie sobeckého genu zdůvodnit řadu příkladů, kde zvířata „přijmou“ status nerozmnožujícího se jedince. Obecná podoba tohoto zdůvodnění se nemění: pro jedince je lepší být načas zdrženlivý, v naději na větší štěstí v budoucnosti. Rypouš sloní, který neobtěžuje držitele harému, to nedělá pro dobro skupiny. Dává svůj čas v sázku čekáním na lepší příležitost. I když tato chvíle nepřijde a on skončí bez potomků, sázka se mu *mohla* vyplatit, a že se nevyplatila, je vidět až ze zpětného pohledu. Když lumíci táhnou z centra populační exploze, nedělají to proto, aby snížili hustotu populace v místě, odkud odcházejí! Každý sobecký jedinec hledá méně zaplněné místo, kde by mohl žít. Riziko, že ne všichni takové místo naleznou a přežijí, můžeme pouze předvídat. Nic to nemění na tom, že zůstat by mohlo být ještě horší řešení.

Je poměrně dobře doloženo, že přemnožení snižuje porodnost. Někdo to považuje za důkaz teorie Wynne-Edwardse. Nic takového to není. Souhlasí to s jeho teorií právě tak jako s teorií sobeckého genu. Například v jednom experimentu byly myši ponechány v ohraničeném venkovním prostoru s velkým množstvím potravy, aby se volně množily. Populace rostla do určité míry a pak se ustálila, přestože potravy byl stále nadbytek.

Příčinou bylo snížení plodnosti samic v důsledku přemnožení: měly méně mláďat. Podobný efekt byl často zaznamenán. Jako jeho bezprostřední příčina bývá často jmenován „stres“, nicméně to, že ji někdo takhle pojmenoval, jí ještě nijak nepomůže vysvětlit. V každém případě, ať už je bezprostřední příčinou cokoli, se musíme dále pít po konečném evolučním objasnění. Proč dává přírodní výběr přednost samičkám, které při přemnožení populace snižují svou porodnost?

Odpověď Wynne-Edwardse je jasná. Skupinový výběr dává přednost těm skupinám, ve kterých samičky měří velikost populace a přizpůsobují jí množství mláďat tak, aby nebyly vyčerpány zásoby potravy. V podmínkách zmíněného experimentu k vyčerpání zdroje potravy dojít nemohlo, ale u myši nelze očekávat, že si to uvědomí. Jsou programovány pro život v přírodě a v přírodních podmínkách je přemnožení spolehlivým indikátorem budoucího hladovění.

Co říká teorie sobeckého genu? Téměř totéž, ale s jedním zásadním rozdílem. Jak si jistě pamatujete, podle Lacka se budou zvířata snažit hledat optimální množství mláďat ze sobeckých důvodů. Pokud jich *přivedou na svět* příliš mnoho nebo příliš málo, *vychovají* jich méně, než když se strefí do správného počtu. Ovšem „správný počet“ bývá v letech, kdy je populace přemnožená, nižší. Jak jsme už naznačili, přemnožení může být předzvěstí hladovění. Má-li samice spolehlivý důkaz, že může očekávat hladovění, je v jejím vlastním sobeckém zájmu zredukovat počet svých mladých. Rivalové, kteří na tato varující znamení nereagují, vychovají méně potomků, byť jich přivedou na svět víc. Dojdeme sice ke stejnému výsledku jako Wynne-Edwards, ale s úplně jiným evolučním zdůvodněním.

Teorie sobeckého genu nemá problémy ani s „epideiktickým chováním“. Podle hypotézy Wynne-Edwardse se zvířata záměrně shlukují, aby se jedincům usnadnilo sčítání populace a mohli pak podle toho regulovat své množení. Neexistuje žádný přímý důkaz, že shlukování je epideiktické, ale připusťme, že by existoval. Přivedl by teorii sobeckého genu do rozpaků? Ani trochu.

Špačci na podzim nocují ve velkých hejnech. Dejme tomu by se nejenom ukázalo, že přemnožení v jednom roce snížilo plodnost na jaře dalšího roku, ale také že se tak stalo v přímé souvislosti s tím, že poslouchali zpěv ostatních. Mohlo by se experimentálně ukázat, že ptáci, kteří byli vystaveni nahrávce s velkým počtem hlasů, nakladli méně vajec než ti, kteří by poslouchali tišší nahrávku s méně hlasy. To by samozřejmě naznačovalo, že křik špačkuje epideiktické chování. Teorie sobeckého genu je může vysvětlit podobným způsobem, jakým si poradila s předchozím příkladem - s experimentem na myších.

Znovu vycházíme z toho, že geny pro plození většího počtu potomků, než je možné uživit, jsou automaticky penalizovány a jejich počet v genofondu se sníží. Úkolem samičky je předpovědět, jaká bude pro ni jakožto pro sobeckého jedince optimální snůška v příští reprodukční sezóně. Jistě si ze 4. kapitoly pamatujete zvláštní význam, v jakém používáme slovo „předpovídat“. Jak může samička ptáka předpovídat optimální velikost snůšky? Co má mít vliv na její předpověď? Druh může mít stálou předpověď, která se rok od roku nemění. V tomto smyslu je optimální snůška pro tereje v průměru jedno vejce. V letech, kdy je rybník hojný, se skutečné optimum může přechodně zvýšit na dvě vejce. Jestliže však neexistuje způsob, jak by terejové mohli předem předpovědět, jak hojný budou rybník v daném roce, nemůžeme očekávat, že budou samičky riskovat plýtváním na dvě vejce, když by to poškodilo jejich úspěšnost v průměrném roce.

U některých druhů, třeba u špačků, lze v zásadě předvídat, zda následující rok přinese dobrou úrodu jejich zdroje potravy. Vesničané znají mnoho pranostik, podle nichž například hojnost bobulí cesmíny může napovídat něco o počasí v příštím roce. Ať už je nějaká babiččina pranostika přesná nebo ne, podobná vodítka v přírodě jistě nalézt lze a dobrý prorok může na jejich základě upravit velikost své snůšky k vlastnímu prospěchu. Bobule cesmíny mohou a nemusí být spolehlivými ukazateli, avšak stejně jako v případě myší se zdá, že hustota populace dobrý ukazatel je. Samička špačka by mohla vědět, že až bude na jaře krmit své mladé, bude soupeřit o potravu s jedinci stejného druhu. Pokud v zimě odhadne hustotu populace svého druhu, může tím získat důležitý výchozí údaj pro předpověď, jak těžké bude na jaře získat potravu pro mladé. Jestliže v zimě zjistí, že populace se značně rozroste, pak uvážlivým plánem z jejího vlastního sobeckého pohledu může být naklazení relativně malého počtu vajec: její odhad optimální velikosti snůšky by se snížil.

Snížují-li jedinci velikost snůšky na základě svého odhadu hustoty populace, bylo by pro každého sobeckého jedince výhodné předstírat, že je populace větší, než je. Pokud špačci odhadují velikost populace podle hlasitosti zpěvu v zimních shromážděních, vyplatilo by se každému z nich křičet, jak nejhlasitěji dovede, aby jeho zpěv vypadal spíše na dva špačky než na jednoho. Myšlenku, že by zvířata mohla předstírat, že je jich víc než ve skutečnosti, už v jiných souvislostech navrhl J. R. Krebs; v češtině byl pro tuto taktiku použit název efekt Beau Gesta (v originále *Beau Ges-te Effect* - podle přezdívky hrdiny knihy Percivala Ch. Wrenna, v níž francouzské cizinecké legie používaly podobnou taktiku). V našem případě usilují špačci o to, aby jejich sousedé snížili svou snůšku pod opravdové optimum. Jste-li špaček, kterému se to podaří, je to vaše sobecká výhoda, neboť snižujete počet jedinců, kteří nenesou vaše geny. Z toho usuzuji, že představa epideiktického *předvádění se* Wynna-Edwardse může být správná. Možná zcela správně vysvětlil mechanismus tohoto jevu, pouze nepochopil jeho příčiny. Lackova hypotéza je dostatečně silná, aby mohla v termínech sobeckého genu vysvětlit všechny důkazy, které zdánlivě podporují teorii skupinového výběru, pokud se ještě nějaké takové důkazy objeví.

Závěrem této kapitoly budiž, že jednotliví rodiče skutečně plánují své rozmnožování, ale spíše ve smyslu optimalizování množství svých mláďat než jeho omezení pro veřejné blaho. Snaží se, aby množství přeživších potomků bylo co největší. To znamená, že nesmí mít ani příliš mnoho, ani příliš málo mladých. Geny pro plození velkého počtu mláďat v genofondu nepřetrvávají, neboť mláďata s těmito geny se nedožijí dospělosti.

Tolik ke kvantitativním úvahám o velikosti rodin. Nyní se dostáváme ke střetům zájmů uvnitř rodin. Vyplatí se matce starat o všechna mláďata stejně, nebo by měla mít své oblíbence? Měla by rodina spolupracovat jako celek, nebo můžeme očekávat sobeckost a podvádění i uvnitř rodiny? Budou se všichni členové rodiny snažit o stejné optimum, nebo se na něm neshodnou? Nalézt odpověď na tyto otázky se pokusíme v příští kapitole. Další podobnou otázku - zda rovněž nastanou konflikty zájmů mezi partnery - odsuneme až do 9. kapitoly.

## Souboj generací

Hned zkraje se pustíme do první otázky, kterou jsme si položili na konci minulé kapitoly. Měla by matka mít oblíbenec, nebo by měla být stejně altruistická ke všem svým dětem? I přes riziko, že vás budu nudit, musím znovu pronést své obvyklé varování. Slovo „oblíbenec“ zde nemá žádné subjektivní a „měla by“ žádné morální zabarvení. Pokládám matku za nástroj naprogramovaný dělat vše, co je v jeho silách, pro rozšíření genů, které nese. Ale jelikož my lidé víme, jaké to je, mít vědomé záměry, považují za vhodné používat představu záměrů jako metaforu při objasňování chování nástrojů přežití.

Co by tedy v praxi znamenalo, že matka má oblíbenec? Znamenalo by to, že by své prostředky rozdělovala mezi své děti nerovnoměrně. Prostředky matky znamenají mnoho různých věcí. Potrava, spolu s úsilím vynaloženým k jejímu vyhledávání, je tím nejzjevnějším; to samo o sobě matku něco stojí. Riziko, jemuž se vystavuje chráněním mláďat před predátory, je další položka, kterou může matka buď poskytnout, nebo odmítnout poskytnout. Energie a čas věnovaný udržování hnízda či domova, ochrana před přírodními živly a u některých druhů i čas trávený učením mláďat - to všechno jsou prostředky, které může rodič rovnoměrně nebo jinak, podle toho, jak si „vybere“, rozdělit mezi svá mláďata.

Je těžké vymyslet společnou jednotku, jíž by se daly poměřovat všechny prostředky, které může rodič investovat. Stejně jako lidem slouží peníze, univerzálně převoditelné měřítko, které může být přepočítáno na jídlo, území nebo dobu práce, i my zde potřebujeme měřítko pro prostředky, které jednotlivý nástroj přežití může investovat do jiného jedince, v tomto případě do svého mláďete. Použít jednotku energie, třeba kalorií, je lákavé - někteří ekologové se věnují výhradně vypočítávání energetických výdajů v přírodě. Nám však nebude vyhovovat, protože ji nelze přesně přepočítat na měnu, na níž skutečně záleží, na zlatý „standard evoluce“ - přežití genu. R. L. Trivers tento problém pěkně vyřešil roku 1972 svou představou *rodičovské investice* (parental investment). (Ačkoli čte-, me-li mezi řádky získáme pocit, že už sir Ronald Fisher, největší biolog 20. století, myslél roku 1930 víceméně totéž svým „rodičovským výdajem“ (parental expenditure)).<sup>42</sup>

Rodičovská investice je jakákoli investice rodiče do jednoho potomka, která zvýší jeho šance přežít na úkor investice do jiných potomků. Půvab Triversovy rodičovské investice spočívá v tom, že je měřena v jednotkách velice blízkých jednotkám, na nichž skutečně záleží. Když mládě spotřebuje trochu mléka své matky, množství zkonzumovaného mléka není měřeno v litrech ani v kaloriích, ale v jednotkách újmy na jiných mláďatech stejné matky. Má-li například matka dvě mláďata,  $X$  a  $Y$ , a  $X$  vypije půl litru mléka, většina z rodičovské investice, kterou tento půllitr představuje, je měřena v jednotkách zvýšení pravděpodobnosti, že  $Y$  zahyne, protože se na něj tento půllitr mléka nedostal. Rodičovská investice se měří v jednotkách snížení očekávané délky života ostatních mláďat, narozených či očekávaných.

Rodičovská investice není zcela ideální měřítko, protože zveličuje důležitost rodičovství oproti jiným genetickým vztahům. Možná by bylo nejlepší používat zobecněné měřítko *altruistické investice*. O jedinci  $A$  můžeme říci, že investoval do jedince  $B$ , pokud  $A$  zvýšil šance  $B$  na přežití na úkor své schopnosti investovat do jiných jedinců, včetně sebe samotného, když všechny výdaje násobíme příslušnou mírou příbuznosti. Pak by se investice rodiče do některého mláďete měla měřit nejen podle újmy na pravděpodobnosti přežití jiného potomka, ale také synovců, neteří, rodiče samého atd. To už ale v mnoha ohledech začíná zavánět slovíčkařením, obzvláště když s Triversovým měřítkem v praxi úplně vystačíme.

Každý dospělý jedinec má ve svém životě vyměřeno určité celkové množství rodičovské investice, které může vložit do svých mláďat (jiných příbuzných a do sebe, avšak pro jednoduchost uvažujeme pouze o dětech). To představuje množství potravy, které může shromáždit nebo vyrobit za život, všechna rizika, jež může podstoupit, a všechnu energii a snahu, které je schopen věnovat blahu mláďat. Jak by měla mladá dospívající samička investovat své životní prostředky? Jakým investičním plánem by se měla řídit? Od Lacka už víme, že by neměla své investice rozdělit v malých dávkách mezi velký počet mláďat. Ztratila by tak příliš mnoho genů; neměla by dost praprotomků. Na druhou stranu nesmí všechno investovat do příliš malého počtu mláďat - rozmazlených fracků. Zajistila by si tak několik praprotomků, ale rivalově s optimálním počtem mláďat jich budou mít víc. Tolik k vyrovnaným investičním plánům. Podívejme se teď, zdali se matce může vyplatit investovat mezi své děti nerovnoměrně, tedy zda má mít oblíbenec.

Neexistuje genetický důvod, aby matka dávala některým z mláďat přednost. Její příbuznost se všemi je stejná -  $1/2$ . Optimální strategie je investovat rovnoměrně do největšího počtu mláďat, který může vychovat, až do věku, kdy jsou schopna samostatného života. Ale už jsme zjistili, že někteří jedinci jsou lepšími objekty takové životní pojistky než jiní. Zakrslé mládě má stejný podíl matčiny genů jako jeho mohutnější sourozenci, zato jeho naděje na přežití jsou menší. Jinak řečeno - potřebuje víc než spravedlivý díl rodičovské investice, aby dorostlo své sourozence. V závislosti na okolnostech se matce může vyplatit odmítnout zakrslíka krmit a rozdělit jeho podíl její rodičovské investice mezi jeho sourozence. Samozřejmě se matce může vyplatit nakrmit jím jedno sourozence nebo ho sníst a využít na výrobu mléka. Prasnice někdy požírají svá selata, ale nevím, zda si vybírají ta zakrslá.

Zakrslíci představují speciální příklad. Můžeme vyslovit určité obecné předpovědi, jak může být ochota matky investovat do určitého potomka ovlivněna jeho věkem. Je-li postavena před bezprostřední volbu zachránit život tomu nebo jinému mláďeti, vybere si to starší. Jeho ztrátou by ztratila větší část svých rodičovských investic. Lépe řečeno - pokud by zachránila mladší mládě, musela by do něj investovat další drahé prostředky, než by dospělo do věku staršího sourozence.

Na druhou stranu, pokud nejde přímo o volbu mezi životem a smrtí, může být pro matku výhodnější sázka na mladšího. Předpokládejme, že se rozhoduje, zda dát určitý kousek jídla mladšímu, nebo staršímu potomku. Ten velký má větší naději, že si najde něco k snědku sám. Proto nemusí nutně zemřít, když ho matka nenakrmí. Menší sourozenec, neschopný sám si vyhledat potravu, by s větší pravděpodobností zemřel, pokud by matka dala potravu staršímu. Přestože by matka raději nechala zemřít mladšího potomka, potravu mu dá, protože je beztak nepravděpodobné, že by ten starší zemřel. Proto také savčí matky odstavují své mladé a nekrmí je donekonečna. V životě mláděte nastává okamžik, kdy se matce vyplatí z něj investici přenést na budoucí mláďata. Až tato chvíle přijde, začne s odstavováním. Matka, která nějak ví, že měla poslední mládě, může pokračovat v investování všech svých prostředků do něj po zbytek svého života, možná ho i kojit až do dospělosti. I tak by však měla „zvážit“, jestli by se více nevyplatilo investovat do praprotomků, neteří či synovců, neboť i když jsou jí jen z poloviny tak příbuzní jako její vlastní mláďata, její investice by některému z nich mohla přinést více než dvojnásobný prospěch než jejímu vlastnímu odrostlému potomku.

Teď nastala vhodná chvíle zmínit se o problematickém fenoménu menopauzy, náhlého konce plodnosti ženy ve středním věku. U našich

divokých předků se nejspíše menopauza obvykle neprojevovala, neboť většina žen se vyššího věku nedožila. Avšak rozdíl mezi náhlou změnou u žen a postupným vyhasínáním plodnosti u muže nám napovídá, že za menopauzou je nějaký genetický „záměr“, že je to „adaptační“. To je dost těžké objasnit. Na první pohled se zdá, že by žena měla rodit děti, dokud nezemře, přestože s pokračujícími lety by se výrazně snižovala pravděpodobnost přežití jednotlivých dětí. Zdálo by se, že to vždy stojí za zkoušku. Musíme však mít na paměti také její, byť jen poloviční, příbuznost s vnoučaty.

Z různých důvodů, možná spojených s Medawarovou teorií stárnutí (3. kapitola), se v přírodě s rostoucím věkem postupně snižovala schopnost žen vychovávat děti. Proto byla očekávaná délka života dítěte starší matky menší než dítěte matky mladé. To znamená, že pokud by žena měla stejně staré dítě a vnouče, pak u vnoučete lze očekávat, že bude žít déle. Za takových okolností by měl být úspěšný gen, který u ženy ve věku, kdy průměrná šance, že její dítě dosáhne dospělosti, je menší než polovina této šance u jejího vnoučete, způsobí, že dá přednost investicím do vnoučat před investicemi do vlastních dětí. Takový gen nese jedno ze čtyř z vnoučat, zatímco rivalský gen nese jedno ze dvou dětí, avšak větší šance na přežití vnoučat tuto skutečnost vyvažuje. Proto v genofondu převládne gen pro „altruismus k vnoučatům“. Žena se však nemůže plně věnovat vnoučatům, pokud má stále vlastní děti. Geny pro neplodnost ve vyšším věku se pomnožily prostřednictvím vnoučat, jimž altruismus jejich babiček pomohl přežít.

Takové je možné vysvětlení evoluce menopauzy u žen. Důvod, proč plodnost mužů odchází postupně, spočívá pravděpodobně v tom, že oni tolik neinvestují do jednotlivých dětí. Má-li možnost zplodit dítě s mladou ženou, vyplatí se vždy i starému muži investovat spíše do dětí než do vnoučat.

Zatím jsme se v této i v předchozí kapitole na vše dívali z pohledu rodičů, většinou z pohledu matky. Chtěli jsme vědět, zda můžeme očekávat u rodičů oblíbenec a jaký je obecně nejlepší investiční plán pro rodiče. Možná však děti mohou ovlivňovat, nakolik do nich rodiče investují ve srovnání s jejich sourozenci. Mohou si děti urvat nějaké výhody i přesto, že se rodiče snaží nedávat přednost žádnému z nich? A vyplatilo by se jim to? Přesněji rozšířily by se v genofondu geny pro sobeckou chamtivost mezi dětmi více než geny pro spokojení se s rovným dílem? Tuto záležitost skvěle analyzoval Trivers v práci z roku 1974 nazvané „Parent-offspring conflict“ („Konflikt rodič - potomek“).

Matka je všem svým dětem stejně příbuzná. Jak jsme už poznali, z genetického hlediska by neměla mít oblíbenec. Pokud někomu dává přednost, měla by to dělat na základě rozdílů očekávané délky života mláďat. Matka je, stejně jako kterýkoli jiný jedinec, dvakrát víc příbuzná sobě než kterémukoli ze svých dětí. Za jinak stejných podmínek by tedy měla většinu svých prostředků investovat do sebe, avšak její podmínky a podmínky jejich dětí stejné nejsou. Udělá pro své geny lépe, bude-li investovat spravedlivě do všech svých dětí. Ty jsou totiž mladší a méně soběstačné než ona a z každé investované jednotky mají tedy větší prospěch než ona. Geny pro přednostní investování do méně soběstačných jedinců před sebou samým převládají v genofondu i přesto, že výhody získá jen část genů jedince. Proto u zvířat nacházíme rodičovský altruismus a vlastně i jakýkoli příbuzenský altruismus.

Podívejme se teď na věc z hlediska určitého dítěte. Je stejně příbuzná s každým ze svých sourozenců jako s matkou. Příbuznost je ve všech případech \ Proto „chce“, aby jeho matka investovala i do jeho sourozenců. Mluvíme-li v genetickém jazyce, je stejně altruistické vůči svým sourozencům jako jeho matka. Ale je dvakrát příbuznější sobě samému než kterémukoli sourozenci, a proto bude, za jinak stejných podmínek, chtít, aby do něj matka investovala více. V tomto případě však mohou být podmínky opravdu stejné. Pokud máte stejně starého bratra a jste v situaci, kdy máte k dispozici půllitr mléka, měli byste se snažit získat větší díl, než je spravedlivé, a o totéž by měl usilovat i váš bratr. Už jste někdy byli svědky toho, jak se selátka přetlačují o to, které bude pít první, když si jejich matka lehá, aby je nakrmila? Nebo jak se malí kluci perou o poslední kousek koláče? Sobecká chamtivost charakterizuje většinu chování mláďat.

Věc je ale ještě o něco složitější. Pokud soupeřím se svým bratrem o sousto jídla a on je o hodně mladší než já, může se mým genům vyplatit, abych mu sousto přenechal. Starší bratr může mít přesně stejné důvody pro altruismus jako rodič. V obou případech je příbuznost 1/2 a v obou případech může mladšímu jedinci přinést jídlo více užítku. Jsem-li nositelem genu pro přenechávání jídla, je 50% pravděpodobnost, že ho nese i můj bratr. Přestože v mém těle je tento gen s dvojnásobnou pravděpodobností - na 100 % v mém těle je -, moje potřeba jídla může být menší než polovina potřeby mého bratra. Obecně vzato, dítě by mělo usilovat víc než náležitý díl rodičovské investice, avšak jen do určité míry. Do jaké míry? Do té míry, kdy újma jeho sourozenců, narozených i těch, co se teprve mohou narodit, je přesně dvakrát větší než jeho zisk.

Zamysleme se, kdy by měla matka začít s odstavováním. Matka chce přestat kojit jedno mládě, aby se mohla připravit na další. Toto mládě se však odstavení brání, neboť mléko je vhodný a bezproblémový zdroj po travy, a zdráhá se dobývat si živobytí samo. Abychom byli přesnější, mládě je ochotno živit se samo, ale jen pokud svým genům více prospěje tím, když opustí svou matku, aby se mohla věnovat jeho mladším bratrům a sestrám. Čím je mládě starší, tím menší relativní prospěch má z každého půllitru mléka. Jednak proto, že je větší a půllitr mléka představuje čím dál tím menší část jeho denní potřeby, a také je postupem času schopnější obstarat si obživu samo, pokud musí. Když starší mládě vypije půllitr mléka, který mohl být investován do mladšího, bere si relativně více rodičovské investice, než kdyby stejné množství vypilo mladší mládě. Jak mládě dospívá, nastane okamžik, kdy se matce vyplatí přestat ho krmit a investovat do dalšího mláděte. O něco později přijde chvíle, kdy se to vyplatí i mláděti - až půllitr mléka prospěje více kopiím jeho genů, které se *mohou vyskytovat* u jeho sourozenců, než těm, co se *vyskytují* v něm.

Neshoda mezi matkou a mládětem není absolutní, ale pouze v otázce míry, v tomto případě v načasování. Matka chce kojit mládě jen tak dlouho, než investice do něj dosáhne jeho podíl, přičemž bere v úvahu jeho šanci přežít, a kolik už do něj investovala. Doposud zde není žádná neshoda. Mládě, stejně jako matka, souhlasí s tím, že nemůže sát poté, co újma dalších dětí je více než dvakrát větší než jeho zisk. Neshoda však panuje v mezidobí, kdy mládě saje z matčina pohledu víc, než mu přísluší, ale újma ostatních mláďat je stále menší než dvojnásobek jeho zisku.

Čas odstavení je pouze jedním z příkladů neshody mezi mládětem a matkou. Mohl by být považován za neshodu mezi jedincem a jeho budoucími sourozenci, kde matka zastupuje budoucí, ještě nenarozené děti. Může však docházet i k přímé soutěži o její investici mezi současnými rivaly, mezi jedinci v jednom vrhu či snůšce. Zde bude za normálních okolností matka znovu chtít vidět fair play.

Mnoho ptáků krmí svá mláďata v hnízdě. Všechna se hlasitě domáhají potravy a otvírají zobáčky. Matka upustí červíka či jinou potravu do zobáčku jednoho z nich. Ideálně by měla hlasitost ptáčete být úměrná tomu, jaký má hlad. Z toho vyplývá, že pokud dá rodič vždy potravu největšímu křikounovi, měli by se všichni spokojit se svým dílem a ti více nakrmení by neměli tolik křičet. Tak by to alespoň vypadalo v ideálním světě, pokud by jedinci nepodváděli. Ale ve světě naší představy sobeckého genu musíme očekávat, že jedinci budou podvádět, a tedy i lhát ohledně toho, jak velký mají hlad. Bude se to stupňovat a přitom bezvýsledně, neboť se bude zdát, že všichni příliš hlasitým křičením lžou. Hlasitost se stane normou a přestane být lží. Přesto se už nemůže zmírnit, neboť jedinec, který se první ztiší, bude potrestán menším přidělem potravy, a tím se zvýší pravděpodobnost jeho vyhladovění. Křik ptáčat nemůže být nekonečně hlasitý, protože jsou zde ještě jiné ohledy: například, že hlasitý křik láká predátory a spotřebovává energii.

Jak jsme už viděli, někdy se ve vrhu vyskytne zakrslík. Není schopný bojovat o potravu jako ostatní a často zahyne. Už jsme uvažovali o tom, za jakých podmínek se matce vyplatí nechat zakrslíka zahynout. Mohli bychom předpokládat, že by měl bojovat z posledních sil, ale naše teorie to nezbytně nepředpovídá. Ve chvíli, kdy je tak malý a slabý, že jeho životní vyhlídky jsou redukovány do míry, kdy jeho zisk z rodičovské investice je méně než polovina ze zisku, který by ze stejné investice měli ostatní sourozenci, pak by měl zakrslík velkoryse a ochotně zemřít. Lépe by tak prospěl svým genům. Gen, který radí: „Tělo, pokud jsi o hodně menší než tví sourozenci, vzdej to a zahyň,“ bude v genofondu úspěšný, neboť je 50% pravděpodobnost, že tento gen má i každý z jeho sourozenců, které tím zachrání. Pravděpodobnost, že přežije v těle zakrslíka, je malá. V životě zakrslého jedince by měl být bod, odkud není návratu. Dokud k němu nedospěje, měl by se snažit o přežití. V momentě, kdy se dostane za tento bod, by to měl vzdát a posloužit jako potravu svým sourozencům nebo rodičům.

Když jsme probírali Lackovu teorii velikosti snůšky, nezmínil jsem se o jedné věci. Je to výhodná strategie pro rodiče, který se nemůže rozhodnout, jaká bude optimální snůška v daném roce. Může snést o jedno vejce víc, než „považuje“ za skutečné optimum. Jestliže bude úroda dostatečná, vychová navíc jedno mládě. Pokud ne, odečte si ztráty. Když bude dávat pozor a bude krmit mláďata vždy ve stejném pořadí, řekněme podle velikosti, zajistí tak, že jeden, nejspíš zakrslík, rychle zemře, a tak na něj nevyplývá příliš potravy, kromě počáteční investice do žloutku vajíčka. Takové může být vysvětlení existence zakrslíků z pohledu matky. Představují pojistku její sázky. Můžeme to pozorovat u mnoha druhů ptáků.

Metafora jedince jako nástroje přežití chovajících se tak, aby se zachovaly geny, které nese, nám pomůže objasnit konflikt mezi rodiči a mláďaty, souboj generací. Je to zákeřná bitva, v níž žádný uskok není zakázán. Mládě nepromarní žádnou příležitost k podvádění. Bude předstírat větší hlad, případně že je mladší nebo že je ve větším ohrožení, než ve skutečnosti je. Je příliš malé a slabé, než aby fyzicky z rodičů něco vymáhalo, a tak se utíká k jakékoli psychologické zbrani, která je k dispozici. Uchyluje se ke lži, švindlování, podvádění, využívání, a to přesně do té míry, kdy to začne být na úkor jeho příbuzných více, než by jeho genetická příbuznost k nim měla dovolit. Rodiče musí na druhé straně dávat pozor na lhaní a podvádění a nesmějí se nechat ošálit. To se může zdát lehké. Pokud je rodič jasný, že je pravděpodobné, že mládě lže o tom, jaký má hlad, může to vyřešit taktikou, podle které ho krmí vždy stejným množstvím, ať si křičí sebevíc. Problém je, že mládě zrovna lhát nemuselo, a zemře-li kvůli nedostatku potravy, rodič tím ztratí část svých drahých genů. Divocí ptáci mohou zahynout už po pár hodinách bez potravy.

Amotz Zahavi navrhl možnost velice ďábelského způsobu, jak mláďata vydírají rodiče. Mládě křičí tak, že přitahuje predátory přímo k hnízdu. Volá: „Liško, liško, pojď si pro mě.“ Jediný způsob, jak mu rodič může zacpat zobák, je nakrmit ho. Tak mládě získá víc, než je jeho díl, ale za cenu, že riskuje vlastní život. Stejně bezohlednou taktiku uplatňuje únosce, když vyhrožuje, že pokud nedostane výkupné, vyhodí do vzduchu letadlo, na jehož palubě se sám nachází. Nemyslím si však, že by taková strategie mohla být evolucí upřednostněna. Ne proto, že je bezohledná, ale protože



pochybuji, že by se mohla vyděračskému mláděti vyplatit. Příliš by ztratilo, kdyby predátor skutečně přišel. To je jasné u jedináčka, o kterém Zahavi uvažuje. Nezávisle na tom, kolik do něj už jeho matka investovala, by si měl svého života vážit víc, než si jeho života váží jeho matka, neboť ona má pouze polovinu jeho genů. Mimoto by se tato taktika nevyplatila, ani kdyby vydírající mládě bylo jedním ze snůšky několika bezbranných mlád'at ve stejném hnízdě, protože vyděrač má v sázce 50 % genů v každém ohroženém sourozenci a 100 % genů v sobě samém. Předpokládám, že by tato taktika měla úspěch, pouze pokud by si obvyklý predátor vždy vybíral největší mládě z hnízda. Pak by se to vyplatilo menšímu mláděti, protože by samo nepadlo do velkého ohrožení. Je to analogické situaci, kdy někdo drží hlavě u hlavy svého bratra, místo aby vyhrožoval, že zabije sebe.

Taková taktika se spíše vyplatí mlád'atům kukaček. Kukačky, jak je dobře známo, pokládají vejce do „adoptivních“ hnízd a přenechávají je na starost pěstounům jiného druhu. Proto nemá kukaččí mládě žádný genetický zájem na ostatních mlád'atech v hnízdě. (Některé kukačky však nebudou mít žádné adoptivní sourozence z důvodu, k němuž se ještě dostaneme. Zatím se však zaměříme na ty druhy kukaček, u nichž adoptivní sourozenci zůstávají v hnízdě s kukaččím mládětem.) Křičí-li kukaččí mládě dostatečně hlasitě, aby přilákalo predátora, může ztratit mnoho - svůj život - , ale adoptivní matka může ztratit více, třeba čtyři svá mlád'ata. Proto by se jí vyplatilo krmít toto mládě víc, než by mu příslušelo. Tato výhoda může převážit riziko, jež kukaččí mládě podstupuje.

Toto je jeden z těch okamžiků, kdy je moudré přeložit to, co bylo řečeno, do uznávaného genetického jazyka, už proto, abychom se ujistili, zda jsme se nenechali unést subjektivními metaforami. Co to vlastně znamená, když mládě kukačky vydírá adoptivní rodiče křikem: „Predátore, pojď sem a vem si všechny moje sourozence!“? V genetickém jazyce to znamená následující.

Kukaččí geny pro hlasitý křik se rozmohly v kukaččím genofondu, protože hlasitý křik zvýšil pravděpodobnost, že adoptivní rodiče kukačku nakrmí. Adoptivní rodiče reagovali na hlasitý křik, protože geny pro reagování na křik tímto způsobem jsou rozšířeny v genofondu pěstounů. Rozšířily se, neboť adoptivní rodiče, kteří kukačkám nepodstrojovali, vychovali méně vlastních mlád'at, než ti rodiče, kteří na jejich hru přistoupili. To proto, že kukaččí křik lákal predátory. Přestože u kukaččích genů pro menší hlučnost nebylo tak velké riziko, že skončí v žaludku predátora, jako u genů pro hlasitý křik, nekřičící kukačky byly znevýhodněny: nedostaly žádnou potravu navíc. Tak se v kukaččím genofondu rozšířily geny pro hlasitý křik.

Použijeme-li podobný postup genetického odůvodňování pro původní Zahaviho příklad, dojdeme k závěru, že i když se gen pro vydírání mohl rozšířit v genofondu kukaček, jeho rozšíření u jiných běžných druhů není pravděpodobné, přinejmenším proto, že křik přitahuje predátory.

U jiných druhů se geny pro hlasitý křik mohou v genofondu rozšířit z jiných důvodů, ovšem přilákání predátora mají za důsledek vždy. Selektivní ovlivnění předací by zde však vedlo ke ztišení křiku. V hypotetickém příkladu kukaček, přestože to zpočátku může vypadat paradoxně, vedlo k větší hlasitosti.

Neexistuje důkaz, že by se kukačky nebo jiné druhy praktikující hnízdní parazitismus uchýlovaly k vyděračské taktice. Určitě jim však nechybí bezohlednost. Například medozvěstky stejně jako kukačky kladou vejce do hnízd jiných druhů. Mládě medozvěstky má ostrý zahnutý zobáček. Hned jak se vylíhne, přestože je ještě slepé, nahé a jinak bezmocné, uklove své adoptivní sourozence k smrti: mrtví s ním nebudou soutěžit o potravu. Nám známější britská kukačka docílí stejného výsledku trochu jiným způsobem. Má kratší inkubační dobu, a tak se vylíhne dříve než její adoptivní sourozenci. Ihned po vylíhnutí slepě a mechanicky vyhází ostatní vajíčka z hnízda. Vklíní se pod vajíčko tak, aby zapadlo do důlku na jeho zádech. Pak pomalu couvá ke kraji hnízda, balancuje s vajíčkem mezi křídélky a nakonec je shodí na zem. Podobně naloží se všemi ostatními vajíčky; tak získá hnízdo, a tím i pozornost svých adoptivních rodičů, výhradně pro sebe.

S jedním z nejpozoruhodnějších poznatků, které jsem se dozvěděl v průběhu minulého roku, přišel F. Alvarez, L. Arias de Reyna a H. Segura. Zkoumali ve Španělsku schopnost potenciálních adoptivních rodičů - potenciálních obětí kukaček - rozpoznat vetřelce, kukaččí vajíčka či mlád'ata. V jedné sérii experimentů pokládali do stračího hnízda vajíčka nebo mlád'ata kukačky a pro srovnání vajíčka nebo mlád'ata jiného druhu, mezi jinými vlaštovčí. V jednom případě umístili mládě vlaštovky do hnízda straky. Druhý den našli stračí vajíčko na zemi pod hnízdem. Jelikož nebylo rozbité, dali ho zpátky a pozorovali, co se bude dít. A spatřili věci vpravdě pozoruhodné. Vlaštovčí mládě se zachovalo stejně jako kukačka a vyhodilo vajíčko z hnízda. Když vědci vajíčko vrátili, celá věc se opakovala. Mládě dokonce zacházelo s vajíčkem stejným způsobem jako kukaččí mládě, balancovalo s vajíčkem mezi křídélky, couvalo až ke kraji hnízda, a pak je shodilo na zem.

Bylo nejspíš moudré, že se Alvarez a jeho kolegové nepokusili o žádné ukvapené objasnování svého úžasného objevu. Jak by se mohlo vyvinout takové chování v genofondu vlaštovek? Musí to odpovídat něčemu v jejich běžném životě. Mlád'ata vlaštovek nejsou zvyklá na to, že by se mohla ocitnout ve stračím hnízdě. Nikdy se nenacházejí v jiných hnízdech než ve vlastních. Mohlo se toto chování vyvinout jako adaptace proti kukačkám? Dal přírodní výběr v genofondu vlaštovek přednost této metodě zpětného útoku, genům pro zasažení kukaček jejich vlastní zbraní? Zdá se, že kukačky obvykle neparazitují v hnízdech vlaštovek. Jedna z teorií tvrdí, že je to právě proto, že malé vlaštovky jsou schopny rozpoznat a vyhodit z hnízda vajíčka, která jsou větší než jejich vlastní, tedy třeba stračí, ale hlavně kukaččí. Pokud však mládě vlaštovky pozná rozdíl mezi velkým a normálním vajíčkem, pak ho jistě pozná i matka. Proč v tomto případě nevyhazuje vajíčka z hnízda matka, pro kterou by to bylo daleko jednodušší než pro mládě? Stejná námitka platí i proti teorii, že toto chování slouží k odstraňování neoplozených vajíček či jiného odpadu z hnízda. Takový

úkoly by však rovněž snáze zvládali (a zvládají) rodiče. Fakt, že složitá a fyzicky náročná operace vyhazování vajíčka z hnízda byla pozorována u slabého a bezmocného vlaštovičího mláděte, když by to lépe provedla dospělá vlaštovka, mě přivádí k závěru, že mládě má nekalé úmysly.

Zdá se mi být přesvědčivé, že pravý důvod nemá vůbec nic společného s kukačkami. Při takovém pomýšlení nám sice může běhat mráz po zádech, ale co když se mláďata vlaštovek takhle chovají vůči sobě navzájem? Vzhledem k tomu, že první vyklubané mládě bude muset soutěžit se svými ještě nevyklubanými sourozenci o rodičovskou investici, mohlo by se mu vyplatit začít svůj život tím, že vyhodí jedno z ostatních vajíček.

Lackova teorie velikosti snůšky se zabývala optimem z pohledu rodičů. Kdybych byl vlaštovičí matkou, považoval bych za optimum fekněme pět vajíček. Avšak kdybych byl mládětem, bylo by optimem z mého pohledu vajíček méně. Rodič disponuje určitým množstvím rodičovské investice, které chce spravedlivě rozdělit mezi pět svých mláďat. Ale každé mládě chce víc než pětinu, která mu náleží. Na rozdíl od kukačky nežadá vše, neboť je příbuzné ostatním mláďatům. Chce ale víc než jednu pětinu. Může získat čtvrtinu vyhozením jednoho vajíčka, třetinu vyhozením dalšího. Přeloženo do genetického jazyka - bratrovražedný gen se může rozšířit v genofondu, neboť má 100% šanci výskytu v bratrovražedném jedinci a 50% šanci výskytu v jeho oběti.

Hlavní námitka vznesená proti této teorii je, že je těžké věřit, že by nikdo toto ďábelské chování, pokud k němu skutečně dochází, zatím neopozoroval. Nemám pro to žádné přesvědčivé vysvětlení. Existuje mnoho poddruhů vlaštovek v různých částech světa. Je známo, že španělský poddruh vlaštovky se v různých ohledech liší od ostatních, například od britského. Španělská vlaštovka však nebyla podrobena stejnému stupni pozorování jako britská a předpokládám, že bratrovražedné chování mohlo být přehlédnuto.

Hypotézu tak málo pravděpodobnou, jako je bratrovražda, zde uvádím proto, abych mohl snáze vyložit jeden obecný závěr. Bezohledné chování kukačky je totiž jen extrémní příklad toho, co se děje uvnitř jakékoli rodiny. Sourozenci jsou si více příbuzní než kukačka svým adoptivním sourozencům, ale tento rozdíl je jen otázkou míry. I kdybychom nevěřili, že by se mohla vyvinout přímo bratrovražda, musí existovat méně výrazné příklady sobeckosti, kde výdaj mláděte, představovaný újmou jeho sourozenců, je vyvážen v poměru větším než 2:1 jeho vlastním ziskem. V takových případech, jako například u odstavení, se mezi matkou a mládětem vyvine skutečný konflikt.

Kdo má větší šanci v tomto souboji generací zvítězit? R. D. Alexander napsal zajímavou studii, ve které tvrdí, že na tuto otázku existuje obecná odpověď. Podle něj vždy zvítězí rodič.<sup>43</sup> Je-li tomu skutečně tak, marnili jste čtením této kapitoly čas. Jestliže má Alexander pravdu, vyplývají z toho následující zajímavosti. Například altruistické chování by se mohlo vyvinout nikoli díky prospěšnosti pro geny jedince, ale díky prospěšnosti pro geny jeho rodičů. Rodičovská manipulace (abychom používali Alexanderovy termíny) se stává alternativní příčinou altruistického chování, nezávislou na přímém příbuzenském výběru. Je tedy důležité, abychom prozkoumali Alexanderovo vysvětlení a přesvědčili se, zda rozumíme tomu, proč nemá pravdu. Ve skutečnosti by to mělo být provedeno matematicky, ale v této knize se snažím matematice vyhýbat; poskytnout intuitivní představu o tom, co je v Alexanderově tezi špatně, je možné i bez matematiky.

Jeho základní genetický postřeh je obsažen v následující zkrácené citaci. „Předpokládejme, že mládě ... způsobí nerovnoměrné rozdělení rodičovské investice ve svůj vlastní prospěch, a tím sníží matčinu celkovou reprodukci. Gen, který tímto způsobem zvyšuje zdatnost jedince, když je mladý, musí nutně snížit jeho zdatnost v dospělosti, neboť takové mu-tantní geny by se vyskytovaly ve větším množství jeho potomstva.“ To, že Alexander mluví o nově zmutovaném genu, není pro diskusi podstatné. Je však lepší uvažovat o genu, který je vzácný a je zděděn po jednom z rodičů. Pojem „zdatnosti“ zde má speciální technický význam reprodukčního úspěchu. Alexander říká v základě toto: Gen, který způsobuje, že si mládě vezme víc, než by mu příslušelo, na úkor celkové reprodukce rodičů, může skutečně zvýšit pravděpodobnost svého přežití. Zaplatí za to však, až se samo stane rodičem, neboť jeho vlastní mláďata mohou zdědit stejný sobecký gen a snížit tak jeho celkový reprodukční úspěch. Byl by zasažen svou vlastní zbraní. Proto tento gen nemůže mít úspěch a rodiče v konfliktu vždy zvítězí.

To by mělo vzbudit naši pozornost, neboť toto tvrzení se zakládá na předpokladu genetické asymetrie, která se zde ve skutečnosti nevyskytuje. Alexander užívá slova „rodič“ a „potomek“, jako by mezi nimi byl nějaký podstatný genetický rozdíl. Jak jsme už viděli, přestože mezi rodičem a mládětem existují *praktické* rozdíly, například rodiče jsou starší a děti vycházejí z těla rodičů, není zde žádná podstatná genetická asymetrie. Příbuznost je 50 %, ať se na to díváme z kterékoli strany. Abych ilustroval, co chci říci, zopakuji Alexanderova slova, ale přehodím slova „rodič“, „mládě“ a příslušné další pojmy: „Předpokládejme, že rodič má gen, který má tendenci způsobit rovnoměrné rozdělení rodičovské investice. Gen, který tímto způsobem zlepšuje zdatnost jedince v době, kdy je *rodičem*, musel nutně snížit jeho zdatnost, když byl *mládě*.“ Tak dospějeme k opačnému závěru než Alexander, tedy že v jakémkoli konfliktu mezi mládětem a rodičem musí vždy zvítězit mládě!

Zde je zjevně něco v nepořádku. Obě tvrzení byla příliš zjednodušená. Účelem mé převrácené argumentace není dokázat opak toho, co tvrdí Alexander, ale jen ukázat, že tímto uměle asymetrickým způsobem argumentovat nelze. Jak Alexanderovo tvrzení, tak moje přesmyčka jsou pochybené v nazírání *věcí z pohledu jedince*, v Alexanderově případě rodiče, v mém případě mláděte. Podle mě se této chyby lze snadno dopustit, když užíváme odborný termín „zdatnost“. Proto se jeho používání v této knize vyhýbám. Existuje pouze jediná věc, jejíž úhel pohledu je v evoluci podstatný, a tou je sobecký gen. Geny v mladých tělech budou vybrány pro svou schopnost přelstít těla rodičů; geny v tělech rodičů budou vybrány pro svou schopnost přelstít těla mláďat. V tom, že tytéž geny se po-

stupně vyskytují v těle mláděte a v těle rodiče, není žádný paradox. Geny jsou vybírány tak, aby nejlépe využívaly

daných možností a příležitostí. Když je gen v mladém těle, jsou jeho praktické možnosti jiné než v dospělém těle rodiče. Proto se bude jeho optimální postup v těchto dvou fázích životní historie jeho těla lišit. Není však žádný důvod domnívat se, že pozdější optimální postup by měl být nějak nadřazen tomu časnějšímu.

Existuje i další způsob, jak postavit argumentaci proti Alexanderovi. Mlčky předpokládá falešnou asymetrii mezi vztahem rodič - mládě na jedné straně a vztahem sourozenec - sourozenec na straně druhé. Budete si pamatovat, že podle Triverse sobecké mládě, jež si bere víc, než je jeho díl, za to platí nebezpečím ztráty některého sourozence, a proto si také bere víc jen do určité míry. Avšak sourozenci jsou pouze jeden případ příbuzných s 50% příbuzností. Budoucí vlastní mláďata nejsou pro sobecké mládě o nic víc ani o nic méně cenná než jeho sourozenci. Proto by celková cena za chamtivost přesahující spravedlivý podíl měla být měřena nejen v újmě sourozenců, ale i ve ztrátách budoucích potomků v důsledku jejich vzájemné sobeckosti. Alexanderův postřeh o nevýhodě rozšiřování juvenilní sobeckosti u vlastních mláďat a tím pádem snižování vlastní reprodukční úspěšnosti v dlouhodobém měřítku je pojat dobře, ale jednoduše to znamená, že tuto položku musíme přidat na stranu výdajů v naší rovnici. Pro mládě bude výhodné být sobecké tak dlouho, dokud bude jeho zisk alespoň polovina újmy blízkých příbuzných. Mezi ty by se neměli počítat pouze sourozenci, ale i budoucí potomci jedince. Jediněc by měl pokládat svůj prospěch za dvakrát důležitější než prospěch svých sourozenců. To je Triver-sův základní předpoklad. Ale také by si měl sebe vážit dvakrát tolik co jednoho vlastního budoucího mláděte. Alexanderův závěr, že na straně rodičů je nějaká předem daná výhoda, je nesprávný.

Kromě tohoto obecného genetického závěru uveřejnil Alexander ještě další, praktičtější názory, vycházející z nepopiratelné asymetrie ve vztahu rodič - mládě. Rodič je aktivní stranou tohoto vztahu, to on vynakládá úsilí k získávání potravy a dalších potřeb, a je tedy v pozici, kdy může udávat řád. Pokud se rodič rozhodne, že se nebude tolik namáhat, mládě s tím moc nenadělá, neboť je menší a těžko by mu to mohlo nějak oplatit. Rodič může prosadit svou vůli nezávisle na tom, co chce mládě. Toto tvrzení není viditelně chybné, neboť v tomto případě je asymetrie, z níž vychází, skutečná. Rodiče jsou skutečně větší, silnější a víc znají svět než mláďata. Mají v rukou všechny trumfy. Ale i mláďata mají v rukávech pár es. Například pro rodiče je důležité vědět, jak velký hlad mládě má, aby mohl účinně rozdělit potravu. Samozřejmě by mohl rozdělit potravu stejnoměrně mezi mláďata, ale to by bylo i v nejlepším možném světě méně

účinné než dát o trochu více těm mláďatům, která ji lépe zužitkují. Systém, kde by každé mládě řeklo rodiči přesně, jak velký má hlad, by byl pro rodiče ideální. Jak jsme si už řekli, zdá se, že právě takový systém se vyvinul. Mláďata zase mají výhodu, že mohou lhát o tom, jaký hlad mají, neboť jenom ona sama to mohou vědět nejlépe, zatímco rodič může pouze odhadovat, zda lžou. Je téměř nemožné, aby rodič zjistil malou lež, přestože může prokouknout velkou.

Pro rodiče je výhodné vědět, kdy je mládě šťastné, a pro mládě je výhodné umět mu to sdělit. Signály jako vrnění a úsměvy mohlou být zvýhodněny, neboť poskytují rodičům schopnost rozpoznat, co z jejich činů nejvíc prospívá mláďatům. Pohled na smějící se dítě či zvuk předení kotě-te odměňuje matku stejným způsobem, jako potrava v žaludku odměňuje krysu v bludišti. Jakmile se však sladký úsměv nebo hlasité vrnění stanou odměnou, mohou je mláďata využívat k manipulaci rodičů, aby získala víc, než je jejich díl z rodičovské investice.

Neexistuje žádná obecná odpověď na to, kdo má větší šanci vyhrát v souboji generací. Výsledkem bude většinou kompromis mezi představami mláděte a představami rodiče, o tom, jak by měla vypadat ideální situace. Tento souboj lze přirovnat k souboji mezi kukačkou a adoptivními rodiči, není však tak nelítostný, neboť zde mají protivníci některé společné genetické zájmy - jsou protivníky jen do určité míry nebo jen v některých citlivých obdobích. Nicméně některé kukaččí triky vhodné pro podvádění a využívání může mládě použít proti vlastním rodičům, byť v jejich uplatňování nikdy zajít tak daleko jako kukačka.

Tato kapitola i ta následující, ve které se podíváme na konflikty mezi partnery, se mohou zdát přehnaně cynické a mohou dokonce vystrašit některé lidské rodiče, obětující se pro své děti a jeden pro druhého. Musím znovu zdůraznit, že nemluvím o vědomých motivech. Nikdo neříká, že děti vědomě a záměrně podvádějí své rodiče kvůli sobeckým genům ve svém těle. Musím zopakovat, že když říkám: „Mládě by nemělo promarnit žádnou příležitost podvádět ... lhát, švindlovat a využívat...“ používám „mělo by“ ve speciálním smyslu. Neobhajuji takové chování jako morální či žádoucí. Jenom tím říkám, že přírodní výběr má tendenci zvýhodňovat mláďata, která se takto chovají. Když tedy pozorujeme divoké populace, můžeme očekávat podvádění a sobeckost uvnitř rodin. Výrok „mládě by mělo podvádět“ jednoduše znamená, že geny, které nabádají mláďata k podvádění, jsou v genofondu zvýhodněny. Má-li zde na závěr být vysloveno morální poučení, pak zní, že musíme své děti učit být altru-isty, neboť nemůžeme spoléhat na to, že je to součást jejich biologické přirozenosti.

## Souboj pohlaví

Jestliže existuje konflikt mezi rodiči a mláďaty, kteří jsou si z 50 % příbuzní, o co horší pak musí být konflikt mezi partnery, kteří nejsou vůbec navzájem příbuzní?<sup>44</sup> Vše, co mají společné, je 50% podíl genů v každém ze svých společných mláďat. Vzhledem k tomu, že jak matka, tak otec mají zájem na prospěchu rozdílné půlky téhož potomka, mohou pro ně plynout jisté výhody ze spolupráce na výchově mláďat. Pokud však jednomu z rodičů projde, když do svých dětí investuje méně než spravedlivý díl, je to pro něj výhodné, neboť může více investovat do jiných potomků s jiným partnerem, a tím také více rozšířit své geny. Můžeme proto předpokládat, že se každý partner snaží toho druhého využívat, snaží se ho donutit, aby investoval více. Ideálně by každý „chtěl“ (v tomto případě nejen kvůli potěšení) kopulovat s co největším počtem jedinců opačného pohlaví a ve všech případech nechat starost o mláďata na tom druhém. Jak uvidíme, dosáhli samci mnoha druhů právě tohoto stavu, ale u jiných druhů se o péči o potomstvo dělí rovnoměrně oba rodiče. Pohled na sexuální partnerství jako na vztah vzájemné nedůvěry a vzájemného využívání rozpracoval především Trivers. Pro etology je poměrně nový. Většinou jsme na sexuální chování, kopulaci a námluvy, které páření předcházejí, nahlíželi jako na kooperativní podnik pro vzájemný prospěch partnerů, nebo dokonce pro blaho druhu!

Vraťme se k základním principům a prozkoumejme podstatu samčího a samičího pohlaví. V 3. kapitole jsme se zabývali sexualitou bez zvláštního důrazu na její základní asymetrii. Jednoduše jsme přijali, že některé jedince nazýváme samci a jiné samicemi, aniž bychom se zabývali tím, co tato slova znamenají. Co je však podstatou samčího pohlaví? Co definuje samici? Jakožto savci vidíme pohlaví jako soubory charakteristik: vlastnictví penisu, rození mláďat, kojení ze specializovaných mléčných žláz, jisté chromozomální rysy a tak dále. Tato kritéria pro rozhodování o pohlaví jedince nám velice dobře poslouží u savců, ale u živočichů a rostlin obecně nejsou o nic spolehlivější než posuzování pohlaví u lidí podle nošení kalhot. Například u žab nemá ani jedno pohlaví penis. Možná

slova „samec“ a „samice“ žádný obecný význam nemají. Jsou to jenom slova, a pokud se nám zdá, že u žab nám nejsou k ničemu, můžeme je klidně vynechat. A můžeme si pohlaví u žab libovolně označit za pohlaví č. 1 a pohlaví č. 2. Přesto je zde jeden rys, podle něhož lze odlišit jedince jako samce nebo samice u rostlin i živočichů. Tím je odlišnost gamet neboli rozmnožovacích buněk. Samčí gamety jsou o hodně menší a početnější než gamety samicí. To platí jak u rostlin, tak u živočichů. Jedna skupina jedinců má velké gamety a ty je vhodné označit jako samice. Druhá skupina - samci - má gamety malé. Rozdíl je obzvláště viditelný u plazů a ptáků, kde je jediná buňka dost velká a dost výživná, aby zásobovala vyvíjející se zárodek po několik týdnů. Avšak i mikroskopické lidské vajíčko je stále mnohonásobně větší než spermie. Jak později uvidíme, lze všechny ostatní rozdíly mezi pohlavími interpretovat jako důsledky tohoto základního rozdílu.

U některých primitivních organismů, například u některých hub, se nevyskytuje odlišení pohlaví, přestože se pohlavně rozmnožují. Každý se může pářit s každým. Nenacházíme tu dva rozdílné typy gamet - spermie a vajíčka. Všechny gamety jsou stejné; říkáme jim izogamety. Nový jedinec vznikne splynutím dvou izogamet, z nichž každá vznikla meiotickým dělením. Pokud bychom měli tři izogamety,  $A$ ,  $B$  a  $C$ , mohlo by  $A$  splýnout jak s  $B$ , tak i s  $C$  a  $B$  by mohlo splýnout s  $A$  i s  $C$ . U běžného pohlavního systému tomu tak nikdy není. Pokud by  $A$  byla spermie a mohla splýnout s  $B$  i s  $C$ , pak musí  $B$  i  $C$  být vajíčka a  $B$  nemůže splýnout s  $C$ .

Splýnou-li dvě izogamety, přispějí obě jak stejným množstvím genetického materiálu, tak stejným množstvím živin. Spermie a vajíčka také přispívají stejným množstvím genetického materiálu, vajíčko však přináší daleko větší množství živin. Spermie vlastně živinami nijak nepřispěje. Má pouze za úkol transportovat své geny, jak nejrychleji to jde, do vajíčka. V okamžiku početí tedy otec investoval do potomka méně prostředků, než je jeho spravedlivý podíl (to znamená méně než 50 %). Vzhledem k tomu, že spermie jsou malé, může si jich samec dovolit vyprodukovat každý den miliony. Potenciálně je tedy schopen zplodit v krátkém čase obrovské množství potomků s různými samicemi. To je možné jenom proto, že embryo obdařila dostatečným množstvím živin matka. Díky tomu je počet mláďat, které může samice mít, omezený, zatímco počet mláďat samce je pomyslně neomezený. Zde začíná vykořisťování samic.<sup>45</sup>

Parker a další ukázali, jak se mohla takováto asymetrie vyvinout z původní izogamie. V té době, kdy byly všechny rozmnožovací buňky zaměnitelné a přibližně stejné velikosti, se mohly náhodně objevit některé o něco málo větší než ostatní gamety. V jistých ohledech je takováto gameta výhodná, neboť obdaří do začátku své embryu velkou zásobou živin. Proto se mohl vyvinout evoluční trend k tvorbě větších gamet. Byl tu však chyták. Evoluce větších gamet musela nevyhnutelně otevřít dveře sobeckému využívání. Jedinci, kteří produkovali gamety *menší* než průměr, toho mohli využít, pokud zajistili, že se ty jejich malé gamety spojí s těmi nadprůměrně velkými. Toho lze dosáhnout zvýšením pohyblivosti malých gamet a schopností vyhledávat velké gamety aktivně. Jedinec, který produkuje malé pohyblivé gamety, si jich může dovolit vyprodukovat obrovské množství - a mít tedy potenciálně více potomků. Přírodní výběr upřednostňoval produkci gamet, které byly malé a aktivně vyhledávaly velké gamety, s nimiž by mohly splýnout. Vyvíjely se zde tedy dvě odchylné strategie. Strategie velké investice neboli „pocitivá“ strategie otevřela dveře strategii malé investice, spojené s vykořisťováním. Jakmile se takové rozvětvení objevilo, muselo se dále prohlubovat. Středně veliké gamety byly penalizovány, neboť neměly žádné z výhod těchto dvou extrémních strategií. Vykořisťovatelé vyvíjeli gamety stále menší a rychlejší. Pocitiví naopak své gamety zvětšovali, aby vykompenzovali zmenšující se investici vykořisťovatelů, a jejich gamety se staly nepohyblivými, neboť gamety využívačů je beztak aktivně

vyhledávaly. Každý z poctivých by se raději spojil se stejným jedincem, ale selekční tlak na vytlačení vykořisťovatelů byl slabší než tlak na vykořisťovatele, aby se takové bariéry vyhnuli. Vykořisťovatelé měli více co ztratit, a tak vyhráli evoluční boj. Z poctivých se stala vajíčka a z vykořisťovatelů spermie.

Samci se pak zdají být téměř k ničemu a na základě úvah typu „pro blaho druhu“ bychom mohli očekávat, že se poměr samců vůči samicím sníží. Vzhledem k tomu, že jeden samec může teoreticky vyprodukovat dost spermií pro harém 100 samic, bychom mohli předpokládat, že by samice početně převýšily samce v poměru 100:1. Jinými slovy - samci jsou pro druh postradatelnější a samice zase hodnotnější. Samozřejmě že z pohledu druhu jakožto celku tomu tak je.. Abychom si uvedli extrémní příklad, v jedné studii rypoušů sloních bylo zjištěno, že 4 % samců zastávala 88 % všech pozorovaných kopulací. U rypoušů stejně jako u mnoha dalších druhů je tedy velký nadbytek svobodných samců, kteří pravděpodobně nikdy nedostanou šanci se rozmnožovat. Avšak tito nadbyteční samci žijí jinak normálním životem a požívají potravu populace stejně hladově jako ostatní dospělci. Z hlediska „blaha druhu“ je to velké plýtvání a přebytečné samce můžeme brát jako sociální parazity. Je to další z příkladů, do jakých potíží se může dostat teorie skupinového výběru. Teorie sobeckého genu však s objasněním toho, proč je počet samic a samců stejný, přestože samci, kteří se rozmnožují, tvoří pouze malou část celkového počtu, nemá žádné problémy. Vysvětlení jako první navrhl R. A. Fisher.

Otázka, kolik samců a kolik samic se má v daném případě narodit, je speciální případ problému rodičovské strategie. Stejně jako jsme se zabývali optimální velikostí rodiny z pohledu rodiče, jenž se snaží maximalizovat přežití svých genů, můžeme se nyní zabývat optimálním poměrem pohlaví. Je lepší svěřit své drahé geny dcerám, nebo synům? Předpokládejme, že matka investuje vše do synů a nezbude jí nic, co by mohla investovat do dcer. Přispěje tak do budoucího genofondu v průměru více než matka, která investovala vše do dcer? Začnou být geny pro upřednostňování synů početnější než geny pro upřednostňování dcer? Fisher ukázal, že za běžných podmínek je stabilní poměr pohlaví 50:50. Abychom pochopili, proč tomu tak je, měli bychom nejdříve vědět něco málo o způsobu určení pohlaví jedince.

U savců je pohlaví jedince určováno následujícím způsobem. Všechna vajíčka jsou schopna se vyvinout jak v samičku, tak v samečka. Chromozom rozhodující o pohlaví nese spermie. Z poloviny spermií, které samec vyprodukuje, by byly samičky (spermie X) a z druhé poloviny samečci (spermie Y). V obou případech vypadají spermie stejně. Liší se jedním chromozomem. Gen pro to, aby měl otec pouze dcery, dosáhne svého cíle, že zajistí, aby otec produkoval pouze spermie X. Gen, jenž by způsoboval, že by matka měla pouze dcery, by mohl fungovat tak, že by indukoval vytváření selektivního spermicidu nebo vyvolával potrat samčích embryí. To, co hledáme, je ekvivalent evolučně stabilní strategie, přestože v tomto případě slovo „strategie“ je ještě více než v kapitole o agresi pouhým slovním obratem. Jedinec si nemůže doslova vybrat pohlaví svých potomků. Ale geny pro tendenci k produkci potomstva jednoho či druhého pohlaví existovat mohou. Předpokládáme-li, že takové geny pro nerovnoměrné poměry pohlaví existují, pak se musíme ptát, zda některé z nich mají šanci stát se v genofondu početnějšími než konkurenční alely způsobující rovnoměrný poměr pohlaví.

Předpokládejme, že u rypoušů sloních vznikl mutací gen, který způsobuje, že rodiče plodí především dcery. Protože v populaci není nedostatek samců, neměly by tyto dcery žádné problémy s vyhledáváním partnera a gen pro plození dcer by se mohl rozšířit. Poměr pohlaví v populaci se by pak posunul směrem k většímu počtu samic. Z pohledu „blaha druhu“ by to bylo v pořádku, neboť malý počet samců stačí vyprodukovat dostatek spermií pro velkou převahu samic. Povrchně vzato bychom mohli očekávat šíření tohoto genu, dokud by se neustavil takový poměr pohlaví, že by samci jen taktak na vše stačili. Ale představme si obrovskou výhodu těch rodičů, kteří by v takové situaci měli syny. Kdokoli, kdo investuje do syna, má velké šance stát se prarodičem stovek potomků. Ti, kdo mají pouze dcery, mají několik prapotomků jistých, ale co to je proti skvělé genetické možnosti, která se otvírá každému, kdo se specializuje na syny. Tak by se geny pro plození synů znovu rozmnožily a poměr pohlaví by se vrátil zpět.

Pro jednoduchost jsem líčil situaci, kdy by docházelo k výkyvům poměru pohlaví. Ve skutečnosti by ani nikdy samice nepřevládaly, neboť tlak na plození synů by začal působit hned, jakmile by nastala odchylka od vyrovnaného poměru. Strategie pro plození stejného počtu synů i dcer je evolučně stabilní strategie v tom smyslu, že gen, který se od ní odchýlí, bude znevýhodněn.

Pro zjednodušení jsem rovněž mluvil pouze o počtech synů a dcer. Přesněji bych však měl uvažovat o „rodičovských investicích“, což znamená všechny prostředky, které rodič může poskytnout, měřené způsobem uvedeným v minulé kapitole. Rodiče by měli *investovat* rovnoměrně do synů i dcer. To obvykle znamená, že by měli mít stejně synů jako dcer. Ale mohly by existovat evolučně stabilní strategie plození různých počtů synů a dcer, pokud by to bylo vyváženo poměrem investice rodičův případě rypoušů sloních by strategie plodit třikrát více dcer než synů, ale investovat třikrát tolik do syna mohla být stabilní. Vložením trojnásobné investice do syna a podporováním jeho růstu a síly může rodič zajistit zvýšení jeho naděje na získání harému. Ale to je zvláštní případ. Obvykle je objem investice do syna přibližně stejný jako objem investice do dcery a poměr pohlaví je 1:1.

Na své dlouhé cestě generacemi proto gen stráví polovinu času v těle samic a druhou polovinu v těle samců. Některé jeho účinky se projeví pouze u jednoho z pohlaví. Takovým projevům říkáme pohlavně vázané projevy genu. Gen, který ovlivňuje délku penisu, se projeví pouze u samčího těla, ale jeho nositelkou může být i samice a může mít u samičího těla jiný projev. Neznáme žádný důvod, proč by muž nemohl zdědit tendenci mít dlouhý penis po své matce.

Ať se nachází v těle kteréhokoli pohlaví, bude se gen snažit co nejlépe využít příležitostí, které mu toto tělo nabízí. Tyto příležitosti se mohou lišit podle toho, zda je to tělo samčí či samicí. Můžeme ještě jednou učinit vhodné zjednodušení, že každé tělo je sobecký nástroj, který se snaží udělat co nejvíce pro své geny. Nejlepší postup pro takový

nástroj se často liší podle toho, jde-li o samce, nebo o samici. Pro stručnost budeme o jedinci uvažovat, jako by měl vědomé záměry. Stejně jako předtím musíme mít na zřeteli, že jde pouze o jazykový obrat. Ve skutečnosti je tělo nástroj slepě naprogramovaný svými sobeckými geny.

Uvažujme teď o dvojici partnerů, u níž jsme tuto kapitolu začali. Oba rodiče - jakožto sobecké nástroje - „chtějí“ mít stejný počet synů i dcer. V tom se spolu shodují. Neshodnou se však v otázce, kdo na sebe vezme hlavní břemeno výchovy každého z mlád'at. Každý jedinec chce, aby co nejméně jeho potomků přežilo. Čím méně musí investovat do každého mlád'ete, tím více mlád'at může mít. Jednoduchý způsob, jak toho docílit, je donutit partnera, aby do každého mlád'ete investoval více prostředků, než je jeho podíl, aby sám mohl mít potomky s jinými partnery. To by sice byla pro obě pohlaví dobrá strategie, ale pro samici mnohem hůře uskutečnitelná. Vzhledem k tomu, že hned od začátku investuje více svým velkým vajíčkem, bohatým na živiny, je už od chvíle početí k mláděti více „připoutána“ než její partner. Její ztráta, když o mládě přijde, bude větší než jeho. Náhorněji řečeno by musela v *budoucnu* investovat více než otec, aby přivedla náhradní mládě do stejného stupně vývoje. Jestliže by se uchýlila k takové taktice, že by nechala mládě samci na starost a šla se pářit s jiným samcem, mohl by jí to oplácet tím, že by mládě rovněž opustil; sám tím totiž příliš neztratí. Jestliže tedy někdo opustí mlád'ata, bude to, alespoň v rané fázi vývoje, spíše otec než matka. Podobně můžeme očekávat, že matka bude do mlád'at investovat více než otec nejen při početí, ale i v průběhu vývoje. Například u savců je to matka, v níž se plod vyvíjí, která produkuje mléko pro mládě a nese břemeno výchovy a ochrany mlád'ete. Samici pohlaví je vykořisťováno a evolučním základem tohoto vykořisťování je, že vajíčko je větší než spermie.

Pravda je, že u některých druhů otec oddaně a těžce pracuje v zájmu péče o mlád'ata. Ale i tak musíme očekávat, že zde bude jistý evoluční tlak na to, aby investoval do každého mlád'ete o něco méně a aby se pokusil mít víc mlád'at s jinými partnerkami. Tím myslím jednoduše to, že geny, které říkají: „Tělo, pokud jsi samec, opusť svou partnerku o něco dříve, než by ti to poručila moje rivalská alela, a najdi si další samičku,“ budou mít v genofondu naději na úspěch. Do jaké míry se tento evoluční tlak projeví ve skutečnosti, se velice liší druh od druhu. U mnoha druhů, například u rajek, samec samičce s výchovou ani trochu nepomůže; nechá veškerou výchovu mlád'at zcela na partnerce. Jiné druhy, například racek tříprstý, tvoří monogamní páry příkladně svou věrností a oba partneři spolupracují na výchově mlád'at. Zde musíme předpokládat, že zapracoval jistý evoluční tlak: sobecké využívání partnera musí být spojeno i s nevýhodami. U racka tříprstého převažuje penalizace nad ziskem. V každém případě by se samci vyplatilo opustit samici pouze tehdy, má-li rozumnou šanci vychovat mlád'ata sama.

Trivers uvažoval o možných východiscích pro matku, kterou partner opustil. Nejlepší by pro ni bylo zkusit podvést jiného samce, aby mládě adoptoval v domnění, že je to jeho vlastní potomek. To nemusí být příliš těžké u ještě nenarozeného plodu. Samozřejmě že mládě pak má polovinu jejích genů, ale žádné geny svého naivního adoptivního otce. Přírodní výběr by u samců takovouto naivitu tvrdě penalizoval a zvýhodňoval ty samce, kteří by podnikli aktivní kroky k likvidaci jakýchkoli potenciálních nevlastních mlád'at, hned jak by si našli novou partnerku. To je velice pravděpodobné vysvětlení takzvaného efektu Bruceové: myší samec vylučuje chemickou látku, která může u samice vyvolat potrat. Ta potratí jen tehdy, když je pach odlišný od jejího dřívějšího partnera. Tímto způsobem samec zničí jakákoli potenciální nevlastní mlád'ata a zajistí, aby samice sloužila jeho vlastním záměrům. Mimochodem Ardrey považuje, efekt Bruceové za mechanismus kontroly populace! Podobně se chovají lví samci. Když se dostanou do nové smečky, často zde pozabíjejí lvíčata, a to nejspíš proto, že nejde o jejich vlastní potomky

Samec může ovšem dosáhnout stejného výsledku, aniž by musel nevlastní mlád'ata zabíjet. Vynutí si období prodloužených námluv, jež páření předchází, a bude v něm odhánět všechny ostatní samce a zajišťovat, aby mu samice neutekla. Tak zjistí, zda samice nenosila ve svém lůně žádná nevlastní mlád'ata, a opustí ji, pokud ano. Brzy poznáme i důvod, proč i samy samice dávají přednost dlouhému období „zásnub“ před kopulací. Zde máme důvod, proč to chce samec. Jestliže ji ohlídá před jinými samci, zajistí si, že nebude podvedeným dobrodincem nevlastních potomků.

Předpokládáme-li, že opuštěná samice nemá šanci nového partnera ošálit, aby adoptoval její mládě, co může tedy dělat? Mnoho závisí na tom, jak je mládě staré. Jde-li o potomka právě počatého, investovala do něj zatím jedno celé vajíčko a možná o trochu více, ale může se jí ještě vyplatit potratit ho a najít si co možná nejrychleji nového partnera. Za těchto podmínek by se jak jí, tak jejímu novému partnerovi vyplatilo, kdyby potratila, neboť předpokládáme, že nemá naději zmanipulovat partnera, aby mládě adoptoval. To může vysvětlovat, proč má efekt Bruceové odezvu i ve fyziologii samice.

Jiná možnost, která se otvírá opuštěné samici, je zkusit vychovávat mládě sama. Vyplatí se jí to, obzvláště je-li mládě už odrostlejší. Čím je starší, tím víc už do něj investovala a tím méně bude zapotřebí udělat, aby dokončila jeho výchovu. I když je stále ještě nesamostatné, může se jí vyplatit zkusit zachránit něco ze své původní investice, přestože když ji opustil partner, nezbyvá jí než vynaložit dvojnásobné úsilí. Není jí nijak po srsti, že mládě nese polovinu jeho genů. Mohla by mládě opustit naschvál. Ale dělat naschvál nemá smysl. Mládě má polovinu jejích genů a dilema musí rozřešit ona sama.

Paradoxně je pro samici, které hrozí opuštění, dobrým tahem opustit samce *dříve*, než to udělá on. Může se jí to vyplatit, dokonce i kdyby už investovala do mlád'ete víc než samec. Nepříjemnou pravdou je, že za jistých podmínek je výhoda na straně toho, kdo opustí partnera *první*, ať už jde o matku či otce. Jak říká Trivers, opuštěný rodič je svázán krutým poutem. Je to dosti hrůzná a zároveň rafinovaná úvaha. Rodič může zběhnout ve chvíli, kdy by mohl říci: „Toto mládě je už dostatečně vyvinuté, aby jeho výchovu *mohl* dokončit jeden z nás. Proto by se mi vyplatilo opustit je teď, pokud jsem si však jistý(á), že se můj partner nezachová stejně. Když zběhnu teď, udělá můj partner, co bude pro jeho

geny nejlepší. Bude muset udělat zásadnější rozhodnutí než já teď, protože já už budu pryč. Můj partner bude ,vědět', že pokud je také opustí, odsoudí mládě ke smrti. Proto předpokládám-li, že můj partner udělá rozhodnutí, které bude nejlepší pro jeho vlastní sobecké geny, docházím k závěru, že pro mě bude nejlepší zběhnout jako první. Tím spíš, že můj partner může právě teď ,uvažovat' stejně a může mě každou minutou opustit!" Jako vždy je zde subjektivní monolog pouze pro ilustraci. Závěr je, že geny pro opuštění partnera a mláděte jako *první* mohou být zvýhodněny jednoduše proto, že geny pro zběhnutí jako *druhý* by nepřežily jedinou generaci.

Probírali jsme už některé z možností, jak se může samice zachovat, když ji partner opustí. Všechny však měly nádech volby nejmenšího zla. Je zde něco, co může samice udělat, aby především snížila míru, do jaké ji samec využívá? Drží v ruce dobré karty. Může odmítnout kopulaci. Je o ni koneckonců velký zájem. To proto, že přináší v něm velké vajíčko plné živin. Samec, který se úspěšně spáří, získá hodnotnou výživu pro své potomky. Samice má šanci uzavřít výhodnou smlouvu pouze do té doby, než si samce pustí k tělu. Kopulací své eso vyložila na stůl - obětovala své vajíčko pro samce. Obchodní smlouva nebo karetní hra jsou zajímavá podobenství, ale nejspíš si všichni uvědomujete, jak vzdálená jsou od skutečnosti. Je však nějaký reálný způsob, jak by se něco podobného obchodování mohlo vyvinout přírodním výběrem? Podíváme se na dvě hlavní možnosti, na strategii rodinný krb (domestic-bliss) a strategii idol (he-man).

Nejjednodušší verze strategie rodinný krb je tato. Samička sleduje sa-mečka a snaží se vyzorovat znaky věrnosti a domáckosti předem. V populaci samců musí být variabilita v jejich předpokladech pro věrné manželství. Jestliže jsou samičky s to rozeznat jejich vlastnosti předem, mohou získat výhodu výběrem samců s dobrými vlastnostmi. Jeden způsob, jak toho může samička docílit, je hrát si na těžko dostupnou, být po dlouhou dobu zdrženlivá. Samec, který nemá dostatek trpělivosti čekat, až samička svolí ke kopulaci, asi nebude věrný partner. Tím, že trvá na dlouhé době zasnub, vytřídí samička nápadníky a nakonec se rozhodne pro toho, který prokázal svou věrnost a vytrvalost předem. Samici zdrženlivost je mezi zvířaty velice běžná, právě tak jako prodloužené námluvy či zasnuby. Jak jsme viděli, dlouhé zasnuby se mohou vyplatit i samci, pokud mu hrozí, že by musel pečovat o mládě jiného samce.

Rituály námluv často zahrnují značnou investici samce, která musí předcházet páření. Samička může nápadníka odmítnat, dokud nepostaví hnízdo. Nebo ji musí samec krmít poměrně velkým množstvím potravy. To je samo o sobě pro samičku přínosné, ale také to naznačuje další verzi strategie rodinný krb. Mohou samičky donutit samečky *dříve*, než svolí ke spojení, investovat do potomků tolik, aby se jim už nevyplatilo je opustit po kopulaci? To je podnětná myšlenka. Samec, který čeká, až jej zdrženlivá samička připustí ke kopulaci, tím už platí určitou cenu; musí se tím vzdát možnosti kopulovat s jinými samičkami a spotřebuje mnoho času a energie dvořením. Když je mu pak konečně dovoleno se s ní spářit, je jí už velmi „zavázán". Bude jenom v nepatrném pokušení opustit ji, je-li mu známo, že se jiná samička bude chovat stejně, než se dostanou k věci.

Jak jsem ukázal v jedné ze svých prací, je Triversova argumentace zatížena chybou. Předpokládal, že předběžná investice zavazuje jedince k investici v budoucnu. To je pochybná ekonomika. Obchodník by nikdy neměl říci: „Už jsem investoval do concordu (například) tolik, že s tím teď už nemohu skončit." Měl by vždy zvažovat, zda se mu *do budoucna* nevyplatí oželeť ztráty a opustit projekt, přestože do něj už hodně investoval. Podobně není samici k ničemu snažit se donutit partnera, aby do ní hodně investoval, v naději, že ho to odvrátí od pozdějšího zběhnutí. Tato verze strategie rodinný krb závisí na dalším klíčovém předpokladu, a tím je, že většina samic musí hrát stejnou hru. Vyskytují-li se v populaci volné samice, jež s otevřenou náručí uvítají samce, kteří opustili své partnerky, pak by se mohlo samci opuštění partnerky vyplatit, byť už do jejich potomků investoval sebevíc.

Hodně tedy závisí na tom, jak se chová většina samic. Můžeme-li předpokládat spiknutí samic, je problém vyřešen. Avšak spiknutí samic se může vyvinout asi tak se stejnou pravděpodobností jako spiknutí hrdliček, o němž jsme uvažovali v 5. kapitole. Namísto tohoto musíme hledat evolučně stabilní strategii. Použijme metodu analýzy agresivních soubojů Maynarda Smithe a aplikujme ji na pohlaví.<sup>46</sup> Bude to o trochu komplikovanější než v případě hrdliček a jestřábů, neboť se budeme zabývat dvěma samičími strategiemi a dvěma samčími.

Stejně jako ve studiích Maynarda Smithe odpovídá slovo „strategie" slepým nevědomým programům chování. Naše dvě samičí strategie nazveme *zdrženlivá* a *nevázaná* a samčí strategie *věrný* a *záletník*. Tyto čtyři typy se chovají podle následujících pravidel. Zdrženlivé samičky nepřistoupí na kopulaci, dokud samec nepodstoupí dlouhé a nákladné námluvy, trvající několik týdnů. Nevázané samičky se budou pářit ihned s kýmkoli. Věrný sameček je připraven na dlouhé dvoření a po kopulaci zůstává se samičkou a pomáhá jí s výchovou mláďat. Záletník, pokud s ním samička nechce hned kopulovat, ztrácí trpělivost a začne hledat jinou samičku; po kopulaci se nezdržuje, a místo aby se zachoval jako dobrý otec, vyrazí za další samičkou. Stejně jako v případě hrdliček a jestřábů to nejsou jediné možné strategie, ale přesto je poučné sledovat osudy modelových jedinců, kteří se jimi řídí.

Tak jako Maynard Smith použijeme namátkově zvolené hodnoty pro výdaje a prospěch. Pro obecnější přístup bychom mohli použít algebraické symboly, ale čísla jsou srozumitelnější. Předpokládejme, že genetický výtěžek získaný rodičem, pokud je mládě úspěšně vychováno, je +15 bodů. Výdaj na výchovu jednoho mláděte, výdaj na všechnu potravu, na čas strávený hlídáním a všechny riskantní kroky podniknuté v jeho zájmu jsou -20 bodů. Výdaj je vyjádřen zápornou hodnotou, neboť je rodiči „zaplacen". Záporný bude také čas vyplývaný prodlouženými námluvami. Necht' jsou to -3 body.

Představme si populaci, kde jsou všechny samičky zdrženlivé a všichni samečci věrní. To je ideální monogamní společnost. V každém páru je výtěžek samičky a samečka stejný. Získají +15 za každé vychované mládě a podělí se o

výdaje, které budou představovat -10 pro každého z nich. Oba také zaplatí -3 body za plýtvání časem v době prodloužených námluv. Průměrný zisk každého je pak  $+15 - 10 - 3 = +2$ .

Předpokládejme, že se objeví jedna nevázaná samička. Povede si velice dobře. Nebude muset platit výdaj za odklad, protože nebude trvat na prodloužených námluvách. Vzhledem k tomu, že všichni samci jsou věrní, může se spolehnout, že najde dobrého otce pro svá mláďata, ať se bude pářit s kýmkoli. Její průměrný zisk zajedno mládě bude  $+15 - 10 = +5$ . Bude na tom o 3 body lépe než její zdrženlivé rivalky. Proto se geny nevázanosti budou v genofondu šířit.

Budou-li nevázané samičky tak úspěšné, že začnou převažovat, nastanou změny i v samčí části populace. Zatím měli monopol věrní samečci. Objeví-li se však záletník, bude se mu dařit lépe než jeho věrným soupeřům. Populace, kde jsou všechny samičky nevázané, bude pro záletníka zaslíbenou zemí. Dostane +15 bodů za každé vychované mládě a nezaplatí ani jeden z výdajů. Tato absence výdajů znamená, že se může jít pářit s dalšími samičkami. Každá z jeho nešťastných partnerek musí sama zápasit s výchovou mláďete. Zaplatí tak celých -20 bodů, přestože neplatí nic za čas ztracený námluvami. Jestliže narazí na záletního samečka, bude její čistý výtěžek  $+15 - 20 = -5$ . Zisk záletníka je +15. V populaci, kde jsou pouze nevázané samičky, se budou záletnické geny šířit jako stepní požár.

Rozšíří-li se geny záletníků natolik, že budou převládat v samčí části populace, ocitnou se nevázané samičky v zoufalé situaci. Každá zdrženlivá samička bude ve výhodě. Pokud potká záletníka, jako by se nic nestálo. Ona bude trvat na prodloužených námluvách, on odmítne a půjde hledat další samičku. Žádný z nich nezaplatí za ztracený čas. Žádný z nich ovšem ani nic nezíská, neboť nedojde ke zplodění mláďete. To dává zdrženlivé samičce v populaci, kde jsou samí záletníci, nulový zisk. Není to sice moc, ale je to stále lepší než -5, tedy průměrný výtěžek nevázané samičky. I pokud se nevázaná samička poté, co ji záletník opustí, rozhodne opustit svá mláďata, měla už značný výdaj v podobě vajíčka. Tak se\* populaci začnou opět šířit geny pro zdrženlivost.

Abychom tento hypotetický kruh uzavřeli, doplníme ještě, že když se zdrženlivé samičky rozšíří natolik, že převládnu, záletníci, kteří to dosud měli tak lehké s nevázanými samičkami, se dostanou do úzkých. Samička za samičkou trvá na dlouhých a náročných námluvách a dopadne to vždy stejně. Jsou-li všechny samičky zdrženlivé, nezíská záletník nic. Objeví-li se mezi nimi věrný sameček, bude jediný, s kým se budou zdrženlivé samičky pářit. Jeho čistý zisk je +2, tedy vyšší než zisk záletníka. Tak se budou množit geny pro věrnost a kruh se uzavře.

Stejně jako v příkladě analýzy agrese jsem příběh vyložil tak, jako by docházelo k nekonečné oscilaci. Ale stejně jako v onom případě je i zde možné ukázat, že k žádné oscilaci docházet nebude. Systém se dostane do stabilního stavu.<sup>47</sup> Pokud vše propočítáte, zjistíte, že populace, kde je  $f$  samečků zdrženlivých a  $f$  samců věrných, je evolučně stabilní. To samozřejmě platí pro čísla, která jsme si zvolili, ale je lehké vypočítat stabilní poměr pro jakékoli jiné výchozí předpoklady.

Stejně jako v analýze Maynarda Smithe nemusíme brát v úvahu dva různé druhy samiček a samců. Evolučně stabilní strategie může být dosaženo, stráví-li každý samec  $f$  svého života věrností a zbytek záletnictvím a každá samička bude  $f$  svého života zdrženlivá a  $l$  bude nevázaná. V obou těchto představách je však význam evolučně stabilní strategie stejný. Jakákoli odchylka příslušníků jednoho pohlaví od stabilního poměru bude potrestána následnou změnou poměru u druhého pohlaví a ta způsobí znevýhodnění toho, kdo se původně odchýlil. Tak bude evolučně stabilní strategie zachována.

Můžeme tedy uzavřít, že je možné, aby se vyvinula populace skládající se převážně ze zdrženlivých samiček a věrných samečků. Za těchto podmínek, jak se zdá, je strategie rodinný krb pro samičky výhodná. Nemusíme hned hledat spiknutí zdrženlivých samiček. Zdrženlivost se samicím sobeckým genům může skutečně vyplatit.

Samice mohou tuto strategii praktikovat různě. Už jsem navrhoval, že samička může odmítat spojit se s samcem, který ještě nepostavil hnízdo nebo jí v tom alespoň nepomohl. To platí například u některých mono-gamních ptáků, kteří se nespáří, dokud není hnízdo postaveno. Výsledkem je, že v momentě početí samec investoval podstatně víc než jen laciné spermie.

Požadavek, aby partner postavil hnízdo, je jedním z efektivních způsobů, jak si ho samička může získat. Může se teoreticky zdát, že cokoli, co by samečka něco stálo, bude stačit, byť by ta cena nebyla přímo zaplacená formou prospěchu budoucím mláďatům. Pokud by všechny samičky nutily samečky vykonat nějaký obtížný a náročný čin, například zabít draka nebo zlétz horu, než svolí ke kopulaci s nimi, pak by teoreticky snížily pokušení samečka opustit je po kopulaci. Pokud by sameček byl v pokušení samičku opustit a pokusit se rozšířit své geny s jinou samičkou, odradila by ho myšlenka, že by musel zabít dalšího draka. V praxi je nepravděpodobné, že by samička po svých nápadnících vyžadovala takové zbytečné úkoly, jako je zabití draka nebo hledání svatého grálu. Sou-peřka, která by vyžadovala něco neméně náročného, ale daleko užitečnějšího pro budoucí potomky, by totiž měla výhodu před svými romantickými soupeřkami, které by chtěly jen bezúčelný důkaz lásky. Postavení hnízda je sice možná méně romantické než zabití draka nebo plavba přes Helles-pont, ale zato mnohem užitečnější.

Užitečné jsou též námluvy, kdy sameček samičku krmí. U ptačích samiček to bylo považováno za jistý druh návratu k chování typickému pro mládě. Samička žebra od samečka stejnými posunky jako ptáčata. To údajně může samečka automaticky přitahovat stejným způsobem, jako muže přitahuje šišlání či vyšpulené rty dospělé ženy. Samička v tomto období potřebuje co nejméně potravy, neboť si vytváří rezervy pro nákladnou tvorbu vajíček. Námluvy s krmením nejspíš představují přímou investici samečka do vajíček. Tím se sníží rozdíl mezi počátečními investicemi obou rodičů.

Řada druhů hmyzu a pavouků také provozuje námluvy s krmením. Zde se však občas nápadně nabízí alternativní interpretace. Jelikož – jako v případě kudlanky – může být sameček v nebezpečí, že bude větší partnerkou sněden, cokoli,



co udělá, aby snížil její chuť k jídlu, mu jen prospěje. V určitém děsivém smyslu bychom mohli říci, že nešťastný sameček kudlanky investuje do svých potomků. Slouží jako potrava, která pomůže vyprodukovat vajíčka, jež pak budou posmrtně oplodněna jeho vlastními uschovanými spermii.

Samička praktikující strategii rodinný krb, která se jednoduše snaží okouk-nout si samečka a *rozpoznat* jeho náchyllost k věrnosti předem, se vystavuje riziku, že bude podvedena. Každý samec, jenž dokáže zapůsobit dojmem hodného a věrného domácího typu, ale přitom v skrytu tíhne k dezerci a nevěře, bude ve výhodě. Jsou-li jeho dřívější opuštěné partnerky schopny samy vychovat některé z jeho potomků, předá takovýto záletník budoucí generaci více genů než jeho sok, který je věrným partnerem. Geny pro efektivní podvádění samci budou v genofondu upřednostňovány.

Přírodní výběr bude zvýhodňovat i samičky, které takovému podvodníky snadno prokouknou. Budou si, když se jim dvoří nový samec, hrát dlouho na těžko dostupné, ale v následujících sezónách budou připraveny rychle přijmout návrhy svého loňského partnera. To bude samozřejmě ke škodě mladých samic vstupujících do své první rozmnožovací sezóny, ať už jsou podvodníci nebo ne. Potomstvo mladých naivních samic z prvního roku bude mít velkou část genů nevěrných otců, ale věrní otcové získají tu výhodu, že ve druhém a následujících letech života matky nebudou muset znovu projít dlouhým a namáhavým dvořením. Převládá-li v populaci spíše potomstvo zkušených než naivních matek, lze předpokládat, že u jakýchkoli dlouho žijících druhů budou geny pro poctivé, dobré otcovství v genofondu převládat.

Pro zjednodušení jsem samce líčil, jako by byli buďto úplní podvodníci, nebo zcela poctiví. Ve skutečnosti je pravděpodobnější, že všichni samci, vlastně všichni jedinci, budou mírnými podvodníky v tom, že jsou programováni využít příležitosti vykořisťovat své partnery. Přírodní výběr udržel zostřováním schopnosti prohlednout partnerovu neupřímnost případy rozsáhlého podvádění na nízkém počtu. Samci však z podvádění těží víc než samice, a proto musíme očekávat, že i u druhů, které vykazují vysoký stupeň rodičovského altruismu, budou mít tendenci pracovat méně než samičky a budou spíš odhodláni prásknout do bot. U ptáků a savců jsou takové případy běžné.

Existují však i druhy, kde samec zastane v péči o potomstvo více práce než samička. Zatímco u ptáků a savců jde spíš o velice řídké případy, u ryb je to běžné. Proč?<sup>48</sup> To je výzva teorii sobeckého genu, která mě po dlouhou dobu mátlá. Geniální řešení mi nedávno na semináři učitelů napověděla slečna T. R. Carlisleová. Uplatňuje výše zmíněnou Triversovu myšlenku „krutého pouta“ následujícím způsobem.

Mnoho druhů ryb místo páření pouze vypouští své gamety do vody. K oplodnění dochází ve vodě a ne v těle jednoho z rodičů. Podobně nejspíš vypadal původní mechanismus pohlavního rozmnožování. Sucho-zemští živočichové - ptáci, savci a plazi - si nemohou vnější oplození dovolit, neboť jejich gamety jsou příliš náchylné k vysychání. Gamety jednoho pohlaví - samce, neboť jeho spermie jsou pohyblivé - jsou uvedeny do vlhkého vnitřního prostředí člena druhého pohlaví, samice. To je pouze konstatování faktů. Teď přijde ten nápad. Po kopulaci sucho-zemských obratlovců je embryo ponecháno ve vlastnictví samice, uvnitř jejího těla. I když položí vajíčko téměř okamžitě po oplození, má samec stále víc času na to, aby zmizel, a tím jí postavil do pozice Triversova „krutého pouta“. Samec má příležitost dát sbohem první a omezit tak možnosti samičky, která se pak musí rozhodnout, zda mláďata nechat napospas jisté smrti, nebo s nimi zůstat a vychovat je. Proto bývá u suchozemských živočichů mateřská péče častější než otcovská.

Ale u ryb a dalších vodních živočichů je to úplně jiné. Pokud samec vypouští své spermie přímo do těla samice, ztrácí tím možnost zanechat ji s „dítětem v náručí“. Kterýkoli z partnerů může rychle vzít do zaječích a svalit starost o nově oplozená vajíčka na druhého. Ovšem častěji to může být samec, kdo je ve větším nebezpečí, že bude opuštěn. Zdá se pravděpodobné, že se vyvine evoluční souboj o to, kdo vypustí své gamety jako první. První získá tu výhodu, že může druhému nechat na krku snůšku. Na druhé straně však riskuje, že se partner v takové situaci rozhodne své gamety nevypustit. Samec je takto ohrožen více, už jen proto, že spermie jsou lehčí a snadněji se rozptýlí než vajíčka. Jestliže samička vypustí své gamety příliš brzy, to znamená dříve, než je samec připraven, nestane se celkem nic, neboť vajíčka, která jsou poměrně těžká a velká, pravděpodobně zůstanou nějaký čas pohromadě v soudržném shluku. Proto si u ryb může samice dovolit vypustit své gamety dříve. Samec se neodvážá riskovat, neboť vypustí-li spermie příliš brzy a samice nevypustí svá vajíčka včas, rozplynou se spermie někam do dálí dříve, než je samice připravena, a samice pak vajíčka nenaklade, neboť by to pro ni byla zbytečná ztráta. Kvůli problému s odplavením spermií musí tedy samec počkat, než samice vypustí vajíčka, a pak naklásť své spermie na vajíčka. Mezitím má samice pár vteřin na to, aby se nenápadně vytratila a nechala samečka s oplozenými vajíčky a tím ho postavila do pozice Triversova dilematu. Tak tato teorie hezky vysvětluje, proč je otcovská péče tak častá ve vodě a zřídka se vyskytuje na souši.

Opusťme teď ryby a podívejme se na druhou hlavní samicí strategii -na strategii idol. U druhů, kde se tato strategie uplatňuje, samice nijak nespolehají na pomoc otce svých potomků a místo toho si vybírají dobré geny. I jejich zbraní je pozdržení kopulace. Odmítají se pářit s kýmkoliv, ale věnují nejvyšší péči a pozornost výběru partnera, než mu dovolí kopulaci. Někteří samci mají nepochybně více dobrých genů, které prospějí budoucím mláďatům, ať už samičkám či samcům, než jiní. Může-li samice na základě viditelných vnějších znaků nějak zjistit, zda samec má dobré geny, pomůže tak svým genům jejich spojením s dobrými geny otce. Použijeme-li analogii s veslařskými týmy, pak samice může minimalizovat šanci, že její geny budou potopeny špatnými kolegy. Proto si snaží vybrat pro své geny dobré společníky.

Je možné, že se většina samic shodne na nejlepších samcích, neboť mají všechny stejnou informaci. Proto budou tyto šťastlivci kopulovat nejvíce. Snadno se toho zhostí, protože samičkám přispějí pouze částí svých levných spermií. Taková strategie se podle všeho vyvinula u rypoušů sloních a rajek. Samičky dovolí jenom některým samcům, aby jim prošla ideální strategie sobeckého využívání. Usilují o to všichni samci, ale pouze těm nejlepším je takový luxus povolen.

Co hledá samička, když vybírá dobré geny, které spojí se svými? Jednou z věcí, kterou chce, je zjevná schopnost

přežít. Každý potenciální partner, který se jí dvoří, dokázal svou schopnost dožít se alespoň dospělosti, ale tím nezbytně nemusel dokázat i schopnost dožít se vyššího věku. Pro samičku může být celkem dobrá politika vybrat si staršího samce. Ať už má jakékoli chyby, prokázal alespoň schopnost přežít, a tak kopulací s ním bude spojovat své geny s geny pro dlouhověkost. Nemá však smysl zajišťovat pouze dlouhověkost svých potomků, pokud jí nedají žádné pra-potomky. Dlouhověkost sama o sobě důkazem mužnosti není. Starý samec mohl také přežít právě *proto*, že neriskoval kvůli možnosti množit se. Samice, která si vybere starého partnera, nemusí nutně mít více potomků než její soupeřky, které si vyberou mladého samce, podávajícího jiné důkazy dobrých genů.

Jaké jiné důkazy? Existuje mnoho možností. Možná silné svaly jako důkaz schopnosti chytit potravu nebo dlouhé nohy jako důkaz schopnosti utéci predátorům. Samička svým genům prospěje, pokud je spojí s geny nositele takových znaků, neboť mohou být užitečné jak dcerám, tak synům. Ze začátku si budeme představovat, jak si samička vybírá partnera na základě nefalšovaných znaků či indikací, které bývají důkazem dobrých genů pod povrchem. Ale je zde jedna zajímavost, kterou si uvědomil už Darwin, ale jasně ji zformuloval až Fisher. Ve společnosti, kde všichni samci soutěží o to, aby byli samičkami vybráni jakožto idol, je pro matku nejlepší mít atraktivního syna. Může-li zajistit, aby se její syn, až vyroste, stal jedním z mála šťastných samců, kteří se budou účastnit většiny kopulací ve společnosti, dočká se velkého množství praprotomků. Proto je také jednou z nejjádoucnějších vlastností u samečka jednoduše sexuální přitažlivost. Samička, která se páří se zvláště atraktivním samečkem, idolem, má větší šanci mít syny, kteří budou atraktivní pro samičky v další generaci a zplodí mnoho jejích praprotomků. Může se zdát, že si samičky vybírají samečky s všeobecně užitečnými vlastnostmi, třeba s velkými svaly, ale jak tyto vlastnosti začnou být široce uznávané jakožto přitažlivé pro samičky daného druhu, bude je přírodní výběr upřednostňovat jednoduše jako atraktivní.

Extravagance, jako jsou ocasy rajek, se mohly vyvinout nějakým nestabilním, setrvačným procesem (runaway process).<sup>49</sup> V raných dobách si mohly samičky vybírat samečky s dlouhým ocasem, neboť takový ocas byl známkou zdraví a zdatnosti. Krátký ocas u samce ukazoval na nedostatek nějakého vitamínu, svědčící o špatné schopnosti shánět potravu. Samci, který byl špatný běžec, mohly zase ocas „zkrátit“ zuby predátora. Všimněte si, že nemusíme předpokládat, že délka ocasu je zděděna geneticky, ale jenom, že sloužila jako indikátor nějaké jiné dědičné vlastnosti. Každopádně, ať už z jakéhokoli důvodu, předpokládejme, že předchůdkyně dnešních rajek se pářily se samci s nadprůměrně dlouhými ocasy. Pokud by zde byl *nějaký* genetický základ přirozené variace samčích ocasů, způsobilo by to vzrůst průměrné délky ocasu u samců v populaci. Samičky se řídily jednoduchým pravidlem: prohlédly si samce a vybraly si toho s nejdelším ocasem. Kterákoli samička, jež se od tohoto pravidla odchýlila, byla potrestána, *dokonce i když* ocasy samců už byly tak dlouhé, že jim samotným spíše překážely. Samička, která nevychovala syny s dlouhým ocasem, neměla velkou šanci, že její syn bude shledán atraktivním. Jako móda v oblékání žen nebo v designu amerických aut vznikl trend dlouhých ocasů a nabral vzestupnou tendenci. Skončil, až když byly ocasy tak groteskně dlouhé, že jejich praktické nevýhody začaly převyšovat výhodu sexuální atraktivity.

Tato těžko stravitelná myšlenka přitahovala skeptiky už od té doby, co ji Darwin předložil pod názvem sexuální výběr. Jedním z těch, co jí nevěří, je A. Zahavi, s jehož teorií „liško, liško“ jsme se už seznámili. Předkládá jako alternativní objasnění svůj vlastní, bláznivě rozporuplný „princip handicapu“.<sup>50</sup> Tvrdí, že snaha samiček vybrat si samečka s dobrými geny otevírá samečkům dveře k podvádění. Silné svaly mohou být nefalšovaně dobrou vlastností, ale co zabrání samečkům vytvořit si svaly, které jsou pouze atrapa a nepřidají jedinci na síle o nic více než vycpávky ramen pánského saka. Je-li méně namáhavé vytvořit si falešné svaly, pohlavní výběr by zvýhodňoval geny pro tvorbu falešných svalů. Ale netrvalo by příliš dlouho, a pod tímto tlakem by se vyvinuly samičky schopné tento podvod prohlédnout. Zahaviho základní předpoklad je, že samičky budou s to odhalit lživou reklamu falešných svalů. Z toho usuzuje, že skutečně úspěšní budou samci, kteří se ke lživé reklamě neuchylují, nýbrž nějakým zjevným způsobem dokazují, že nepodvádějí. Hovoříme-li o mohutných svalech, budou samci, kteří stavějí pouze na *dojmu* předpokládatelné síly svalů, brzy samičkami odhaleni. Samci, kteří něčím podobným vzpírání těžké váhy nebo neúnavnému provádění kliků předvádějí, že silné svaly skutečně mají, samičky úspěšně přesvědčí. Jinými slovy - Zahavi věří, že idol nesmí vytvářet pouze *zdání* kvalitního samce, ale musí takovým kvalitním samcem doopravdy *být*, jinak ho skeptické samičky nepřijmou. Vyvinou se důkazy, které může poskytnout pouze pravý idol.

Zatím dobré. Ale teď přijde ta část Zahaviho teorie, která se vzpříčí v krku. Soudí, že ocasy samců rajek a pávů, velké paroží jelena a jiné pohlavně vybírané znaky, které se vždy zdály paradoxní, neboť jsou pro svého nositele jen handicapem, se vyvinuly *právě proto*, že jsou to handicap. Samec s dlouhým a nápadným ocasem dokazuje samičkám, že je silný, neboť přežil *i přes svůj* handicap. Srovnejme si to s nějakou ženou sledující závod dvou mužů. Pokud oba doběhnou do cíle ve stejném čase, ale jeden z nich má na zádech pytel plný uhlí, logicky si odvodí, že on je ve skutečnosti rychlejší.

Já této teorii stále příliš nevěřím, avšak nejsem už ve své nedůvěře tak pevný, jako když jsem ji slyšel poprvé. Tehdy jsem poznamenal, že logicky by se pak měli vyvinout samci s jedním okem a jednou nohou. Zahavi, který je z Izraele, okamžitě zareagoval: „Některí z našich nejlepších generálů měli pouze jedno oko!“ Zůstává však problém, že handicapová teorie obsahuje základní protiklad. Pokud je handicap pravý - a základem této teorie je, že to musí být pravý handicap -, pak bude penalizovat potomky stejně jistě, jako může přitahovat samičky. V každém případě je důležité, aby se handicap neprojevil u dcer.

Převedme si nyní handicapovou teorii do genetického jazyka. Gen způsobující u samců handicap, například dlouhý ocas, se v genofondu roz-množí, neboť samičky si budou samečky s tímto handicapem vybírat. Samičky si pak vybírají

samečky s handicapem, protože geny, které způsobují výběr těchto sameček, se v genofondu stanou frekventovanějšími. To proto, že samičky se slabostí pro handicapované samce si budou automaticky vybírat samce s geny v jiných ohledech dobrými, neboť tyto samci se dožili dospělosti i přes svůj handicap. Tyto "jiné" dobré geny prospějí tělům jejich potomků; tím pádem přežijí a budou propagovat geny pro handicap stejně jako geny pro vybírání si handicapovaných samců. Jestliže se geny pro handicap projeví pouze u samců, stejně jako se geny pro volbu handicapovaných jedinců projeví pouze u samiček, může teorie pracovat. Z pouhé slovní formulace však nemůžeme spolehlivě poznat, zda to bude fungovat. Lepší představu o platnosti takové teorie získáme, převedeme-li ji do matematického modelu. Zatím však žádný z matematiků, kteří se o to pokoušeli, neuspěl. Možná proto, že to není funkční princip, možná nebyli dost chytří. Vzhledem k tomu, že jedním z nich byl Maynard Smith, přikláním se osobně k první z těchto možností.

Může-li samec dokázat svou nadřazenost nad jinými samci způsobem, který nezahrnuje záměrné handicapování sebe sama, nikdo nebude pochybovat, že tím zvýší svůj genetický úspěch. Samec rypouše sloního, který získal a obhájil svůj harém, to nedělá prostřednictvím estetické přitažlivosti, ale tak, že každého samce, který se odváží o jeho harém soutěžit, důkladně ztříská. Držitelé harému tyto souboje proti samozvancům většinou vyhrávají a to je zjevný důvod toho, proč jsou jeho držiteli. Samozvanci většinou tyto zápasy nevyhrávají, neboť pokud by toho byli schopni, už by se tak dávno stalo! Samice, která se páří s držitelem harému, tak spojuje své geny s geny samce, který je dost silný, aby přemohl uchazeče z velkého počtu roztoužených starých mládenců. S trochou štěstí může její syn zdědit otcovu schopnost harém udržet. V praxi nemá samice rypouše sloního příliš na výběr, neboť kdyby se chtěla spustit, samec ji zbije. Podstatou věci však zůstává, že samice, které se rozhodnou pro vítěze, tím zvýhodní své geny. Jak jsme už uváděli, existují i případy, kdy se samice raději páří se samci, kteří vlastní teritorium, nebo se samci, kteří mají vysoké postavení ve společenské hierarchii.

Shrneme-li, co jsme si zatím v této kapitole řekli, vidíme, že různé rozmnožovací systémy, které najdeme v přírodě - monogamie, promis-kuita, harémy a tak dále -, můžeme chápat jako střet zájmů samců a samic. Jedinci obou pohlaví si chtějí zajistit co největší celkovou reprodukci.

důsledku základního rozdílu mezi velikostí a počtem spermií a vajíček tíhnou samci více k promiskuitě a nedostatku otcovské péče. Samice mají k dispozici dva hlavní prostředky protiútoky - strategii rodinný krb a idol. Ekologické podmínky druhu rozhodnou o tom, zda se samice přikloní k jedné či druhé strategii, a také rozhodnou, jak budou samci reagovat. V praxi můžeme najít všechny mezistupně mezi strategií rodinný krb a strategií idol, a jak jsme už poznali, někdy dokonce otec pečuje o potomstvo více než matka. Tato kniha se nezabývá detaily jednotlivých živočišných druhů, a tak nebudu rozebírat, co může druh předurčovat spíše k jednomu rozmnožovacímu systému než k jinému. Místo toho se zaměřím na rozdíly mezi samicemi a samci obecně a na jejich možnou interpretaci. Proto se nebudu příliš věnovat druhům, u nichž jsou mezi pohlavími rozdíly malé, což jsou obecně spíše druhy uplatňující strategii rodinný krb.

Především jsou to většinou samci, kdo nosí přitažlivé a křiklavé barvy, u samiček převládá spíše bezvýrazné zbarvení. Jedinci obou pohlaví se chtějí vyhnout sněžení predátorem, a tak bude existovat jistý evoluční tlak na nenápadné barvy u obou pohlaví. Křiklavé barvy přitahují predátory stejně jako sexuální partnerky. Z hlediska genu to znamená, že geny pro pestré zbarvení mohou spíše skončit v žaludku predátora než geny pro nenápadné barvy. Na druhé straně se geny pro nenápadné barvy méně pravděpodobně najdou v další generaci než geny pro křiklavé barvy, jednoduše proto, že nenápadní samci budou těžko přitahovat partnerku. Působí zde tedy dva protichůdné evoluční tlaky. Predátoři, kteří se snaží geny pro výrazné zbarvení odstranit z genofondu, a sexuální partnerky, které se snaží odstranit geny pro bezvýraznost. Stejně jako v mnoha jiných případech můžeme úspěšné nástroje přežití považovat za výsledek kompromisu mezi protichůdnými selekčními tlaky. V dané chvíli nás zajímá, že optimální výsledek takového kompromisu se u samců a samic liší. To je samozřejmě v naprosté shodě s naší představou, že samci podstupují větší riziko s nadějí na větší zisk. Samec vyprodukuje mnoho milionů spermií na každé vajíčko, které vyprodukuje samice; spermie v populaci početně zcela převažují nad vajíčky. U kteréhokoli daného vajíčka tedy dojde k fúzi se spermii daleko pravděpodobněji než k fúzi určité spermie. Vajíčka jsou daleko hodnotnější věc, a proto samice nepotřebuje být tak sexuálně přitažlivá jako samec, aby byla její vajíčka oplodněna. Jediný samec může být otcem všech mláďat ve velké populaci samic. I kdyby se nedožil příliš vysokého věku kvůli tomu, že jeho pestrý ocas přitahuje predátory nebo se může zaplést v křoví, může za svůj život zplodit veliké množství potomků. Neatraktivní nenápadný samec může žít stejně dlouho jako samice, ale zřídka má potomky a jeho geny nejsou předány další generaci. Co je platné samci, když získá celý svět, ale ztratí tak své nesmrtelné geny?

Další běžný rozdíl mezi pohlavími je, že samice jsou vybíravější, pokud jde o to, s kým se pářit. Jedním z důvodů této vybíravosti u jedinců obou pohlaví je vyhnout se páření s jedinci odlišného druhu. Taková křížení jsou z mnoha důvodů špatná věc. Někdy, jako v případě kopulace muže s ovci, se nevyvine ani embryo, a tedy ani nedojde k významné ztrátě. Páří-li se však více příbuzné druhy, třeba kůň a osel, může výdaj být, přinejmenším pro samici, veliký. Embryo muly se pravděpodobně vytvoří a pak roste v děloze kobyly po jedenáct měsíců. Bere si velkou část její rodičovské investice, nejen formou živin, které absorbuje prostřednictvím placenty, a později mléka, které vypije, ale hlavně času, který mohl být věnován výchově jiných mláďat. Když pak mula dospěje, je sterilní. Podle všeho je to tím, že ačkoli jsou si chromozomy koně a osla dostatečně podobné na to, aby spolupracovaly při tvorbě nového silného těla muly, nejsou si dost podobné na to, aby se správně rozcházely při meióze. Ať už je přesný důvod jakýkoli, velká investice matky do výchovy muly byla pro její geny naprosto k ničemu. Kobyla by si tedy měla dát dobrý pozor, zda jedinec, se kterým se páří,

je kůň nebo osel. V genetickém jazyce řečeno - jakýkoli koňský gen, který říká: „Tělo, pokud jsi samice, kopuluj s jakýmkoli starým samcem, ať už je to osel či kůň,“ je gen, který se může přistě ocitnout ve slepé uličce těla muly. Rodičovská investice do tohoto mláděte připravuje matku o možnost vychovat plodné koně. Na druhou stranu samec příliš neztratí, páří-li se s příslušnicí jiného druhu, a přestože ani nic nezíská, můžeme očekávat, že jsou samci ve své volbě partnerky méně vybíraví. Pozorování tuto představu potvrzují.

I uvnitř druhů mohou existovat důvody pro vybíravost. Incest, příbuzenské křížení, mívá poškozující genetické důsledky, protože hromadí letální a semiletální recesivní geny. Zde samice opět ztrácejí víc než samci, neboť jejich investice do mláděte bývá větší. Tam, kde je incest tabu, jsou podle očekávání samice v jeho dodržování důslednější než samci. Pokud předpokládáme, že aktivním iniciátorem incestu je spíše starší partner, musíme očekávat, že incesty, kde je samec starší, bývají častější než případy, kdy je starší samice. Například incest mezi otcem a dcerou by měl být častější než incest mezi matkou a synem a incest bratra se sestrou by se měl vyskytovat středně často.

Obecně by samci měli být více promiskuitní než samice. Samice produkuje omezené množství vajíček v relativně pomalém tempu, a proto má z velkého počtu kopulací s různými samci menší zisk. Na druhé straně samec, který je schopen vyprodukovat každý den miliony spermií, udělá nejlépe, když se bude pářit, jak jen to půjde. Samici sice nestojí nadbytečné kopulace nic víc než trochu ztracené energie a času, ale ani jí nepřinesou nic dobrého. Na druhou stranu samec nemá nikdy dost kopulací s co největším počtem různých samic: slovo „nadbytečné“ nehraje u samce žádný význam.

Zatím jsem se nijak přímo nezmínil o člověku, ale když uvažujeme o takových evolučních tématech jako v této kapitole, nemůžeme se vyhnout pomyšlení na náš vlastní druh a jeho zkušenosti. Poznámky o samicích oddalujících kopulaci, dokud jim samec neposkytne nějaký důkaz dlouhodobé věrnosti, mohou znít jako známá struna. To může napovídat, že lidské samičky hrají spíše strategii rodinný krb než idol. Většina lidských společností je monogamní. V naší společnosti je rodičovská investice obou rodičů velká a není výrazně nerovnoměrná. Matky se pochopitelně daleko více přímo podílejí na výchově dětí než otcové, ti zase často tvrdě pracují, aby nepřímou zajistili materiální potřeby svých dětí. Na druhé straně existují i promiskuitní a polygamní lidské společnosti. Tato úžasná rozmanitost napovídá, že lidský způsob života je více dán kulturou než geny. Ale i tak je možné, že lidští samci mají obecně větší tendenci k promiskuitě a samice tendenci k monogamii, jak ostatně vyplývá z evolučních základů. Která z těchto dvou tendencí zvítězí v dané společnosti, závisí na detailech kulturních podmínek, stejně jako to u různých druhů zvířat závisí na ekologických podmínkách.

Jedním ze znaků naší společnosti, který se zdá rozhodně nezvyklý, je záležitost pohlavní reklamy. Jak jsme už poznali, na základě evoluce je u druhů, kde se pohlaví liší, spíše možné očekávat u samců nápadnější a u samic nenápadné vzezření. Moderní západní člověk je v tomto nepochybně výjimečný. Je samozřejmě pravda, že se někteří muži odívají okázale a některé ženy bezvýrazně, ale v průměru není pochyb o tom, že v naší společnosti nosí ekvivalent páviho ocasu ženy. To ženy si líčí tváře a lepší falešné řasy. Muži to, až na zvláštní případy, jako třeba herci, nedělají. Ženy jako by byly svým vzhledem přímo posedlé a jejich časopisy je v tom podporují. Časopisy pro muže zdaleka nevěnují mužské sexuální přitažlivosti tolik pozornosti. Muž, který se nezvykle zajímá o své oblečení a vzhled, vzbuzuje podezření jak u mužů, tak u žen. Když se mluví o nějaké ženě, je dost pravděpodobné, že bude zmíněna buď její sexuální přitažlivost, nebo její nedostatky. To platí, ať už o ní hovoří muž nebo žena. Když je hovor o muži, použité přívlastky většinou se sexem nesouvisejí.

Tváří v tvář těmto faktům nabude biolog podezření, že se dívá na společnost, kde spíše samice soutěží o samce než naopak. V případě rajek jsme rozhodli, že samice jsou nenápadné, neboť nesoutěží o samce. Samci jsou barevní a nápadní, neboť samice jsou žádoucí a mohou si dovolit být vybíravé. Důvod, proč jsou samice rajek předmětem zájmu, je, že vajíčka jsou o hodně vzácnější zboží než spermie. Co se stalo s moderním západním člověkem? Stal se muž skutečně vyhledávaným pohlavím, tím, kdo je předmětem zájmu a kdo si může dovolit být vybíravý? Pokud ano, tak proč?

## Podrbej mě na zádech, já se svezu na tvých

Už jsme hovořili o rodičovských, sexuálních a agresivních interakcích mezi nástroji přežití patřícími do stejného druhu. Mezi zvířaty však existují i nenápadné interakce, které - jak se zdá - nespádají pod žádný z těchto pojmů. Jednou z nich je tendence, vlastní velké části zvířat, k životu ve skupinách. Ptáci se sdružují do hejn, hmyz do společenstev, savci žijící na souši do stád či tlup. Tato seskupení jsou většinou tvořena jedinci jednoho druhu, ale jsou zde i výjimky. Zebrý se často sdružují do stád společně s pakoni a někdy lze pozorovat i hejna ptáků různých druhů.

Možností prospěchu, jež může sobecký jedinec vytěžit ze soužití ve skupině, by vydaly na velmi různorodý seznam. Nebudu vyjmenovávat celý katalog - zmíním se jen o několika. Přitom se vrátím ke zbyvajícím příkladům zjevně altruistického chování, které jsem uváděl v 1. kapitole a jež jsem slíbil objasnit. Dovede nás to ke společenskému hmyzu, bez kterého nemůže být žádný výčet altruismu u živočichů kompletní. Na závěr této značně různorodé kapitoly se zmíním o důležitě formě recipročního altruismu, o principu „Podrbej mě na zádech a já tě podržím na tvých“.

Geny zvířat žijících ve skupinách musí ze seskupení získat více prospěchu, než kolik do skupiny vkládají. Tlupa hyen může ulovit daleko větší kořist, než by udolala samotná hyena, takže se to sobeckému jedinci vyplatí, třebaže musí počítat s tím, že se bude muset o kořist podělit. Z podobného důvodu pravděpodobně někteří pavouci spolupracují při tkaní velké společné sítě. Tučňáci císařští udržují teplo tím, že se tisknou k sobě. Každý z nich získá tím, že vystavuje napospas žilvům menší povrch těla, než kdyby byl sám. Ryba podezřele plovoucí za jinou rybou snáze překonává hydrodynamický odpor díky turbulenci vytvářené rybou vpředu. To může být částečně důvod, proč se ryby sdružují do hejn. Podobného triku s turbulencí vzduchu běžně využívají cyklističtí závodníci a může vysvětlit i formaci tvaru „V“ u letících ptáků. Pravděpodobně zde dochází k taktizování ve snaze vyhnout se nevýhodné pozici v čele hejna. Možná se ptáci v nechtěné pozici vedoucího střídají. To je forma recipročního altruismu, k němuž se dostaneme na konci kapitoly.

Řada teorií o výhodách života ve skupinách se věnuje jeho významu pro ochranu jedince před predátory. Elegantní formulaci takové teorie podal W. A. Hamilton ve studii nazvané „Geometry of the selfish herd“ („Geometrie sobeckého stáda“). Aby nedošlo k nedorozumění, musím zdůraznit, že slovy „sobeké stádo“ myslel autor „stádo sobeckých jedinců“.

Začněme opět s jednoduchým „modelem“; přestože je abstraktní, pomůže nám porozumět skutečnosti. Předpokládejme, že nějaký druh je loven predátorem, který vždy útočí na nejbližšího jedince. Z pohledu pre-dátora je to rozumná strategie: predátor tím snižuje výdej energie. Z pohledu kořisti to má zajímavé důsledky. Každý z lovených jedinců se totiž bude vytrvale snažit dostat co nejdále od predátora. Pokud kořist nějak zpozoruje predátora zdálky, jednoduše uteče. Ale i když se predátor objeví znenadání a bez varování, řekněme když se plíží skrytě ve vysoké trávě, má každý jedinec jeho kořisti stále ještě možnost zajistit, aby nebyl predátorovi nejbliže. Můžeme si představit, že každý jedinec kořisti je obklopen „oblastí nebezpečí“ (domain of danger). Ta je definována jako území, v němž je kterýkoli bod danému jedinci blíže než jinému. Například pokud jedinci kořisti pochodují v souměrném geometrickém útvaru, bude mít oblast nebezpečí každého z nich (není-li zrovna na okraji) zhruba tvar šestiúhelníka. Jestliže se predátor náhodou plíží v šestiúhelníkové oblasti nebezpečí obklopující jedince A, jedinec A pravděpodobně skončí jako kořist. Jedinci na kraji stáda jsou v největším nebezpečí, neboť jejich oblast nebezpečí není relativně malý šestiúhelník, ale zahrnuje širokou oblast na otevřené straně.

Důvtipný jedinec se bude snažit udržet svou oblast nebezpečí co nejmenší. Bude usilovat o to, aby nebyl na okraji stáda. A jestliže se tam ocitne, okamžitě se bude snažit dostat do centra. Naneštěstí někdo na kraji být musí, ale každý ze členů stáda bude usilovat o to, aby to nebyl on. Začne ustavičná migrace z okrajů skupiny do centra. Zpočátku volně rozestoupené stádo se v důsledku této migrace brzy shlukne dohromady. I když začneme s modelem bez tendence k seskupování a kořist bude náhodně rozmístěna, sobecké potřeby každého jedince budou směřovat k redukci nebezpečí a jedinec se bude snažit schovat do mezery mezi dvěma jinými jedinci. To brzy povede k vytvoření shluku ještě hustějšího.

Ve skutečnosti bude samozřejmě shlukovací tendence omezená tlaky působícími opačně. Jinak by se všichni jedinci nakupili ve svíjející se chumel! Ale i tak je tento model zajímavý, neboť nám ukazuje, jak jednoduchý předpoklad může předpovědět seskupení. Byly vytvořeny i propracovanější modely. Fakt, že jsou realističtější, nijak nesnižuje význam jednoduššího Hamiltonova modelu pro pochopení tohoto problému.

Model sobeckého stáda sám o sobě nemá se vztahy spolupráce nic společného. Není zde žádný altruismus, pouze sobecké využívání jednoho jedince jiným. Známe však i případy, kdy jako by jedinci podnikali aktivní kroky na záchranu členů své skupiny před predátorem. Hned se nám vybaví poplašné signály ptáků. Nepochybně slouží jako poplašné signály v tom smyslu, že vyvolávají únikovou reakci u jedinců, kteří je slyší. Nic nenasvědčuje tomu, že by se varující pták snažil „odpoutat pozornost predátora“ od svých kolegů. Pouze je informuje o predátorově přítomnosti, varuje je. Ale i tak se vydávání poplašných zvuků zdá alespoň na první pohled altruistickým činem, neboť má za *důsledek* upoutání pozornosti predátora na toho, kdo poplašný zvuk vydává. To můžeme nepřímo odvodit z pozorování P. R. Marlera, který zjistil, že fyzikální vlastnosti varovných volání jsou ideálně uzpůsobené tak, aby bylo nesnadné zaměřit jejich zdroj. Pokud by měl odborník na akustiku vytvořit zvuk s takovými vlastnostmi, aby predátor nemohl rychle určit, odkud vychází, vytvořil by něco velice podobného skutečným poplašným signálům některých malých pěvců. V přírodě musel k utváření těchto hlasů vést přírodní výběr a my víme, co to znamená. Znamená to, že mnoho jedinců zahynulo, neboť jejich signály nebyly dostatečně perfektní. Proto se zdá, že s vydáváním signálů je spojeno nebezpečí. Teorie sobeckého genu musí přijít s dostatečně přesvědčivou výhodou plynoucí z používání varovných hlasů, tak velkou, aby

toto nebezpečí vyvážila.

Po pravdě řečeno to není příliš těžké. Ptačí varovné signály byly tak často označovány za „nešikovné“, co se týče Darwinovy teorie, až se stalo koníčkem vymýšlet pro ně různá zdůvodnění. V důsledku toho máme tolik dobrých vysvětlení, že je těžké si vybavit, co bylo příčinou všeho toho rozruchu. Samozřejmě je možné, aby v hejnu byli příbuzní jedinci. Pak by gen pro varovný signál měl šanci prosperovat v genofondu, neboť může přežít v tělech některých ze zachráněných jedinců. To platí i tehdy, když varující jedinec za svůj altruismus draze zaplatí upoutáváním pozornosti predátora na sebe.

Pokud vám tato myšlenka příbuzenského výběru nestačí, je zde na výběr mnoho dalších teorií. Existuje mnoho způsobů, jak může varující jedinec získat sobecký prospěch z varování svých kolegů. Trivers předložil pět dobrých teorií, ale mně se zdají přesvědčivější následující dvě.

První nazývám *cave* teorií, podle latinského slova „pozor“, jímž ještě dnes školáci varují před přicházející autoritou. Tato teorie je vhodná pro nenápadně zbarvené ptáky, kteří se v případě ohrožení strnule krčí v porostu. Dejme tomu, že se hejno takovýchto ptáků krmí v poli. Vpo-vzdálí prolétá jestřáb. Ještě je neopozoroval a neletí přímo k nim, ale je zde nebezpečí, že je jeho bystré oči co nevidět zpozorují a že na ně tento dravec zaútočí. Jestliže jej jeden člen hejna spatřil a ostatní ještě ne, mohl by tento bystrý jedinec strnout a přikrčit se v trávě. To by mu ovšem málo prospělo, neboť jeho společníci by stále v nevědomosti hlučně chodili kolem. Kterýkoli z nich by mohl upoutat pozornost jestřába a pak by se v nebezpečí ocitlo celé hejno. Z čistě sobeckého pohledu je pro jedince, který spatřil jestřába jako první, nejlepší zasyčet tiché varování svým společníkům, aby se ztišili a zbytečně nepřivolávali pozornost jestřába.

Druhá teorie, o které se chci zmínit, je teorie „nevybočuj z řady“. Hodí se na druhy ptáků, kteří když se přiblíží predátor, uletí třeba na strom. Znovu si představme, že jeden z hejna spatřil predátora. Jak se zachovat? Mohl by jednoduše uletět sám, aniž by varoval ostatní. Pak by však zůstal osamocen - už ne jako relativně anonymní člen hejna, ale jako nápadný osamělý pták. O jestřábech je dokonce známo, že si vybírají osamělé holuby, ale i kdyby tomu tak nebylo, zůstává mnoho dalších důvodů, proč považovat vybočování z řady za sebevražednou metodu. I pokud by ho jeho společníci následovali, jedinec, který vzletí první, dočasně zvětšuje svou oblast nebezpečí. Ať už je Hamiltonova teorie správná či ne, musí existovat nějaká důležitá výhoda života v hejnech, jinak by se ptáci do hejn nesdružovali. Ať je touto výhodou cokoli, jedinec, který odletí od hejna dříve než ostatní, alespoň částečně tuto výhodu ztrácí. Jak se tedy má bystrý pták zachovat, nechce-li vybočovat z řady? Možná dělat, jako by se nic nestalo, a spoléhat na ochranu, kterou mu poskytuje jeho členství v hejnu. To však s sebou také nese smrtelné riziko. Na volném prostranství je stále ve velkém nebezpečí. Na stromě by byl daleko bezpečnější. Nejlepší by pro něj tedy bylo vylétnout na strom, *ale zároveň zajistit, aby jej následovali i všichni ostatní*. Jen tak se z něj nestane osamělý jedinec a neztratí výhody součásti davu a přitom získá výhodu odletu do úkrytu. Zde má poplašené volání znovu sobecké výhody. E. L. Charnov a J. R. Krebs ve své teorii zacházejí tak daleko, že to, co varující pták dělá se zbytkem hejna, označují jako „manipulaci“. Od čistého, nezaujatého altruismu jsme urazili pěkný kus cesty!

Povrchně se tyto teorie mohou zdát neslučitelné s tvrzením, že se jedinec, který vydá varovný signál, ocitá v nebezpečí. Ve skutečnosti zde žádný rozpor není. Ohrozil by se totiž ještě více, pokud by nevaroval. Někteří jedinci zahynuli, neboť varovali, obzvláště ti, jejichž volání byla lehce lo-kalizovatelná. Jiní zahynuli, protože nevarovali. Teorie *cave* a teorie „nevybočuj z řady“ jsou pouze dvě z mnoha vysvětlení proč.

A co „stotting“ gazel Thomsonových, o němž jsem se zmiňoval v 1. kapitole? Jejich očividný altruismus vedl Ardreyho ke kategorickému

konstatování, že to je možné **vysvětlit pouze** skupinovým výběrem. Pro teorii sobeckého genu to představuje **ještě** náročnější úkol. Varovné signály u ptáků plní svůj účel, ale jsou vytvářeny tak, aby byly co nejméně nápadné a diskrétní. Bujaré skoky gazel rozhodně nenápadné nejsou. Je to naopak okázalá provokace. Jako by gazely záměrně upoutávaly predátorovu pozornost, téměř jako by ho dráždily. Toto pozorování vedlo k neskutečně odvážné teorii. Její obrysy nastínil N. Smythe, ale její konečná logicky ucelená verze nese jasný rukopis A. Zahaviho.

Zahaviho teorie vychází z předpokladu, že poskakování je daleko spíše než varováním pro ostatní gazely signálem určeným predátorům. Všimnou si ho sice i ostatní gazely a ovlivní jejich chování, ale to je jen vedlejší účinek, neboť je především signálem pro predátora. Zhruba přeloženo do češtiny znamená: „Koukej, jak vysoko skáču, jsem viditelně tak zdravá a fit, že mě jen těžko chytíš. Udělal bys o moc líp, kdyby ses snažil ulovit gazelu, která neskáče tak vysoko!“ Méně polidštěné to znamená, že geny pro vysoké a nápadné skoky pravděpodobně neskončí v žaludku predátorů, neboť ti si vybírají kořist, která vypadá snadněji polapitelná. O mnoha šelmách je známo, že si vybírají staré a nemocné jedince. Jedinec, který skáče vysoko, dává přehnaným způsobem najevo, že není ani starý, ani nemocný. Podle této teorie má takové chování daleko do altruismu. Je spíš sobecké, neboť jeho účelem je přesvědčit predátora, aby si vybral někoho jiného. V jistém smyslu je to soutěž o to, kdo vyskočí nejvýše, ve které predátor určuje, kdo prohrál.

Další příklad, k němuž jsem se slíbil vrátit, je případ včel - hmyzích kamikadze, jejichž útok na zloděje medu se rovná jistě sebevraždě. Včela medonosná je jedním z mnoha příkladů vysoce *společenského* hmyzu. Dalšími jsou vosy, mravenci a termity. Chci mluvit o společenském hmyzu obecně, nejen o sebevražedných včelách. Pozoruhodností společenského hmyzu jsou legendární, zvláště jejich úctyhodné příklady spolupráce a zjevného altruismu. Sebevražedné útočné mise jsou charakteristické pro jejich příkladně sebezřeknutí. Mravenci nazývaní medonoši mají kastu dělníků, označovanou jako medové soudky. Mají groteskně zduřelý zadeček naplněný potravou a jejich jedinou životní funkcí je nehybně viset ze stropu jako nafouklé žárovky a sloužit jiným dělníkům jako zásobárna potravy. V lidském smyslu vlastně

vůbec nežijí jako jedinci; jejich individualita je potlačena - zjevně pro dobro společenstva. Společenství mravenců, včel nebo termitů získává jistou individualitu vyššího řádu. Potrava je sdílena do té míry, že bychom mohli hovořit o obecním žaludku. Informace je tak účinně sdělována chemickými signály a slavným včelím „tancem“, že se celá společnost chová, jako by měla vlastní nervový systém a smyslové orgány. Většinou jsou rozpoznáni a vyhnáni s podobnou rozlišovací schopností, s jakou pracuje imunitní systém. Poměrně vysoká vnitřní teplota úlu je regulována téměř stejně precizně jako teplota lidského těla, ačkoli jednotlivé včely nejsou teplokrevní živočichové. Konečně to nejdůležitější - analogie sahá až do oblasti reprodukce. Většina jedinců v kolonii společenského hmyzu jsou sterilní dělnice. „Zárodečná linie“ - linie kontinuity nesmrtelných genů - prochází těly menšiny jedinců, reproduktivních jedinců, kteří jsou analogií rozmnožovacích buněk uvnitř našich varlat či vaječníků. Sterilní dělníci jsou něco jako naše jaterní, svalové a nervové buňky.

Sebevražedné chování a jiné formy altruismu a spolupráce u společenského hmyzu nás přestanou tolik udivovat, jakmile si uvědomíme, že dělnice jsou sterilní. Tělo běžného živočicha je manipulováno, aby přežití jeho genů bylo zajištěno jak plozením potomků, tak péčí o jiné jedince nesoucí stejné geny. Sebevražda pro druhé si odporuje s budoucím zplazením vlastního potomka. Proto se zřídka vyvine sebevražedné sebeobětování. Avšak dělnice nikdy nemá vlastní potomky. Veškerou svou námahu zaměřuje na zachování svých genů péčí o jiné příbuzné než vlastní potomky. Smrt jedné sterilní dělnice není pro její geny o nic vážnější než podzimní opadávání listů pro geny stromu.

Svádí to, abychom problematiku společenského hmyzu okořenili trochou mystiky, ale ve skutečnosti to není vůbec třeba. Stojí však za to, podívat se, jak se teorie sobeckého genu vypořádává s některými podrobnostmi. Přesněji - jak zdůvodňuje evoluční vznik takového zvláštního jevu, jako je sterilita dělnic, od níž jako by ostatní jevy byly odvozeny.

Kolonie společenského hmyzu je velká rodina a většinou celá pochází od jedné matky. Dělníci, kteří se zřídka nebo nikdy nerozmnožují, bývají často rozděleni do několika různých kast, do kasty malých dělníků, velkých dělníků, vojáků a velice specializované kasty medových soudků. Reproductivním samicím se říká královny, reproductivním samcům trubci nebo někdy králové. Ve vyspělejších společenstvech nedělají reproductivní jedinci nic kromě plození a jsou v tom velice úspěšní. Potravu, ochranu i výchovu potomstva mají na starosti dělníci. U některých druhů termitů a mravenců napuchla královna v obrovskou továrnu na vajíčka, v níž lze stěží poznat zástupce hmyzu; je stokrát větší než dělníci a zcela neschopná pohybu. Je ustavičně hýčkána dělníky, kteří ji čistí, krmí a přenášejí nekonečný proud jejích vajíček do společných jeslí. Jestliže se taková monstrózní královna musí přemístit ze své královské komnaty, nese ji na zádech družstvo plahočících se dělníků.

V 7. kapitole jsem vás seznámil s odlišností mezi plozením a pečováním. Řekl jsem, že běžně by se vyvinuly smíšené strategie, kombinující plození a péči. V 5. kapitole jsme poznali, že smíšené evolučně stabilní strategie mohou být dvou obecných typů. Každý jedinec v populaci se může chovat smíšeně; takový jedinec většinou dosáhne rozumného poměru plození a péče. *Nebo* můžeme populaci rozdělit na dva různé typy jedinců, jako jsme zpočátku zobrazovali rovnováhu mezi jestřáby a hrdličkami. Teoreticky lze docílit evolučně stabilní rovnováhy mezi plozením a péčí dalším způsobem - rozdělením populace na rodiče a pečovatele. Takový stav může být evolučně stabilní, pouze pokud jsou pečovatelé blíže příbuzní tomu, o koho pečují, alespoň natolik blíže příbuzní, jako by byli svým vlastním potomkům, pokud by nějaké měli. Přestože tomu, aby se evoluce ubírala tímto směrem, nic nebrání, zdá se, že k tomu došlo skutečně pouze u společenského hmyzu.<sup>51</sup>

Jedinci společenského hmyzu jsou rozděleni na dvě hlavní kasty, rodiče a pečovatele. Rodiči jsou plodní samci a samice. Pečovatelé jsou dělnice - neplodní samci a samice u termitů a neplodné samice u blanokřídých. Oba tyto typy dělají svou práci účinněji, neboť nemusí soutěžit s ostatními. Ale z čího pohledu je to účinné? Darwinova teorie zde bude postavena před otřepanou otázkou: „Co z toho mají dělníci?“

Někteří lidé míní, že nic. Myslí si, že se vše děje podle vůle královny, která manipuluje dělníky chemickými prostředky pro své vlastní sobecké cíle a nutí je, aby se starali o její vlastní rodící se potomstvo. Takové je stanovisko Alexanderovy teorie „rodičovské manipulace“, s níž jsme se setkali v 8. kapitole. Opačná je teorie, že si dělníci královnu „pěstují“ a manipulují jí, aby se zvýšila její produktivita propagování replik genů dělníků. Musím ještě doplnit, že nástroje přežití, které královna tvoří, nejsou potomky dělníků, ale jejich velice blíže příbuzní. Hamilton bystře postřehl, že alespoň v případě mravenců, včel a vos mohou být dělníci potomstvu královny víc příbuzní než ona sama! To ho vedlo (a později i Triverse a Harea) k jednomu z nejpozoruhodnějších triumfů teorie sobeckého genu. Uvažovali následovně:

Hmyz řádu blanokřídých, do něhož řadíme mravence, včely a vosy, má velice neobvyklý způsob genetického určení pohlaví. Termity do této skupiny nepatří a tuto zvláštnost s ní nesdílejí. Hnízdo blanokřídých má obvykle pouze jednu dospělou královnu. V mládí podnikla jeden svatební let a pak si získané spermie uschovala na zbytek svého dlouhého života -deset i více let. Po celou tu dobu oplodňuje spermii vajíčka procházející jejími útroby. Avšak ne všechna vajíčka jsou oplodněna. Neoplozená se vyvinou v samce. Samec proto nemá žádného otce a všechny jeho buňky mají pouze jednu sadu chromozomů (všechny od své matky), místo dvou sad (jedné od otce a jedné od matky), jako je tomu u nás. Podle analogie z 3. kapitoly má takový samec v každé ze svých buněk pouze jeden výtisk každého „svazku“, místo běžných dvou.

Na druhou stranu je samička normální v tom, že má otce a má obvyklou dvojitou sadu chromozomů v každé buňce. Zda se ze samičky stane dělnice, nebo královna, nezáleží na jejích genech, ale na tom, jak je vychována. To znamená, že každá samička má kompletní sadu genů pro vznik královny i pro vznik dělnice (nebo spíše sadu genů pro vytvoření všech specializovaných kast dělníků, vojáků atd.). Která sada genů je „zapnuta“, záleží na tom, jak je samička vychována,

přesněji na tom, čím je krmena.

Taková je základní podstata věci, když odhlédneme od dalších složitostí. Nevíme, proč se takový zvláštní způsob pohlavního rozmnožování vyvinul. Nepochybně pro to musely být dobré důvody, ale v této chvíli s ním budeme zacházet jen jako s pozoruhodným poznatkem o blanokřídlých. Ať už je původní důvod této zvláštnosti jakýkoli, vnáší zmatek do přesných pravidel počítání příbuznosti z 6. kapitoly. Znamená to, že spermie samce jsou všechny stejné, a ne každá jiná, jako je tomu u nás. Samec má pouze jednu sadu genů v každé své buňce, ne dvojitou sadu. Každá spermie musí tedy dostat celou tuto sadu místo 50% vzorku, a proto jsou všechny spermie daného samce identické. Zkusme nyní spočítat příbuznost matky a syna. Má-li samec gen *A*, jaké jsou šance, že ho má i matka? Odpověď musí znít 100%, neboť samec neměl žádného otce, obdržel tedy všechny své geny od matky. Ale teď předpokládejme, že královna má gen *B*. Šance, že tento gen bude mít i její syn, je pouze 50%, neboť on má pouze polovinu jejích genů. Zní to sice jako protimluv, ale protimluv to není. Samec obdrží *všechny* své geny od matky, ale matka mu dá pouze *polovinu* svých genů. Řešení tohoto zdánlivého paradoxu spočívá ve faktu, že samec má pouze poloviční počet genů, než je zvykem. Nemá smysl lámat si hlavu, zda je „skutečný“ index příbuznosti  $\lambda$  nebo 1. Index je jenom člověkem vytvořené měřítko, a pokud vede v určitých případech ke komplikacím, můžeme ho vynechat a vrátit se k původním předpokladům. Z pohledu genu *A* v těle královny je šance, že tento její gen zdědí i její syn,  $\lambda$ , stejně jako by tomu bylo i u dcery. Z pohledu královny jsou s ní její potomci obou pohlaví stejně blízce příbuzní, jako jsou lidské děti příbuzné své matce.

U sester se začínají věci komplikovat. Vlastní sestry mají nejen stejného otce, ale i spermie, které je počaly, byly v každém genu identické. Co se týče otcovských genů, jsou sestry ekvivalentní jednovaječným dvojčatům. Pokud má jedna gen *A*, musela ho zdědit buď od otce, nebo od matky. Získala-li jej od matky, je 50% pravděpodobnost, že stejný gen má i její sestra. Ale jestliže jej zdědila po otci, je tato pravděpodobnost 100%. Proto není příbuznost mezi vlastními sestrami u blanokřídlých 1/2, jak by tomu bylo u normálních pohlavních živočichů, ale 3/4.

Z toho vyplývá, že samička blanokřídlých je více příbuzná své vlastní sestře, než by byla svému potomstvu jakéhokoli pohlaví.<sup>52</sup> Jak si uvědomil už Hamilton (přestože to neřekl zcela stejnými slovy), může tento fakt přimět samičku k tomu, aby pěstovala svou matku jakožto účinný nástroj pro tvorbu sester. Gen pro zástupné tvoření sester se množí rychleji než gen pro přímé produkování vlastního potomstva. Tak se vyvinula sterilita dělnic. Podle všeho není náhoda, že skutečná společenskost spojená se sterilitou dělnic se u blanokřídlých vyvinula, jak se zdá, přinejmenším jedenáctkrát *nezávisle* na sobě a pouze jednou v celém zbytku říše živočichů, a to u termitů.

Je tu však jeden zádrhel. Mají-li dělnice úspěšně chovat svou matku jako nástroj produkce sester, musí nějak držet na uzdě její přirozenou snahu produkovat stejné množství malých bratrů. Z hlediska dělnice je šance, že její bratr má stejný gen jako ona, pouze 1/4. Pokud by královně bylo dovoleno produkovat samčí a samicí reprodukční potomky ve stejném množství, nebyla by farma pro dělnice příliš výnosná. Určitě by to nebyl nejučinnější způsob pomnožování jejich drahých genů.

Trivers a Hare si uvědomili, že dělnice se musí snažit posunout poměr pohlaví ve prospěch samic. Použili Fisherovy výpočty optimálního poměru mezi pohlavími (s nimiž jsme se seznámili v minulé kapitole) a přepracovali je pro speciální případ blanokřídlých. Vyšlo jim, že stabilní poměr investice matky je jako obvykle 1:1, zato stabilní poměr pro sestru je 3:1 ve prospěch sester oproti bratrům. Pro samici blanokřídlého hmyzu je neúčinnějším způsobem šíření jejích genů upustit od vlastního rozmnožování a donutit matku, aby jí dávala reprodukční sestry a bratry v poměru 3:1. Ale *musí-li* mít své vlastní potomstvo, prospěje svým genům nejvíc, když bude mít stejné množství reprodukčních synů a dcer. Jak jsme viděli, rozdíl mezi královnami a dělnicemi není genetický rozdíl. Co se týče genů, může z embrya samice vzniknout buď dělnice, která „chce“ poměr pohlaví 3:1, nebo královna, která „chce“ poměr 1:1. Co zde znamená „chtít“? Znamená to, že gen nacházející se v těle královny se nejvíce rozšíří, jestliže toto tělo investuje rovnoměrně do reprodukčních samic a samců. Nachází-li se však stejný gen v těle dělnice, může se nejlépe rozšířit, když donutí matku tohoto těla, aby produkovala více dcer než synů. Není zde žádný skutečný paradox. Gen musí co nejlépe využít moci, kterou má k dispozici. Pokud může ovlivnit vývoj těla, z něhož má být královna, je jeho optimální strategií využít této kontroly. Je-li v pozici, kdy může ovlivňovat vývoj dělnice, je optimální strategie využití této kontroly jiná.

To znamená, že na farmě panuje střet zájmů. Královna se „snaží“ investovat stejně do samců i samic. Dělnice se snaží posunout tento poměr ve směru tří samic na každého samce. Je-li správná představa, že dělnice jsou farmáři a královna je jejich chovná klisna, budou podle všeho dělnice ve snaze o dosažení svého poměru 3:1 úspěšné. Pokud ne, pokud královna skutečně vládne tak, jak je hodno jejího jména, a dělnice jsou jejími otroky-němi a poslušnými chůvami v královských jeslích, pak musíme očekávat poměr 1:1, protože to tak „chce“ královna. Kdo zvítězí v tomto zvláštním případě souboje generací? Tato otázka může být zodpovězena experimentálně, o což se pokusili Trivers a Hare u velkého počtu druhů mravenců.

Poměr mezi pohlavími, který je předmětem našeho zájmu, je poměr mezi samčími a samicími reprodukčními jedinci. To jsou velké okřídlené formy, které se vyvojí z mravenčích hnízd v periodických explozích, aby uspořádaly svatební let, po němž se mladé královny pokusí založit novou kolonii. Poměr pohlaví musí být odhadnut z počtu těchto okřídlených jedinců. Reprodukční samci a samice se u mnoha druhů značně liší velikostí. To situaci komplikuje, neboť jak jsme viděli v předchozí kapitole, Fisherovy výpočty optimálního poměru pohlaví se netýkají přísně *počtu* samic a samců, ale především *množství investice* do samic a samců, Trivers a Hare na to vzali ohled a vycházeli z jejich hmotnosti. U 20 druhů mravenců odhadli poměr mezi pohlavími, co se týče investice do nich. Zjistili, že se tento poměr pohybuje dost přesvědčivě blízko poměru 3:1 samic ku samcům, poměru předpovězenému teorií, tedy že dělnice pracují pro svůj



prospěch.<sup>53</sup>

Vypadá to tak, že u zkoumaných mravenců „vítězí“ v tomto střetu zájmů dělnice. Příliš to nepřekvapuje, neboť těla dělnic díky tomu, že jsou hlídači jeslí, mají v praxi větší moc než tělo královny. Geny pokoušející se manipulovat světem přes těla královen jsou překonány geny manipulujícími světem pomocí těl dělnic. Je zajímavé hledat nějaké zvláštní podmínky, za nichž by bylo možné očekávat, že královny budou mít větší praktickou moc než dělnice. Trivers s Harem si uvědomili, že takový případ, který by se mohl stát prubířským kamenem této teorie, skutečně existuje.

Některé druhy mravenců si totiž berou otroky. Dělnice druhů otrokářů buď nevykonávají žádnou běžnou práci, nebo ji neumějí vykonávat dobře. Jediné, v čem se opravdu dobře vyznají, jsou otrokářské expedice. Opravdové války, kdy proti sobě bojují na život a na smrt velké armády, vedou pouze lidé a společenský hmyz. U mnoha druhů mravenců je specializovaná kasta dělnic známá jako vojáci vybavena hroznými čelistmi pro souboje. Svůj čas věnují boji za kolonii proti jiným armádám mravenců. Otrokářské zátahy jsou pouze zvláštním druhem válčení. Otrokáři zahájí útok na hnízdo mravenců jiného druhu, zabijí bránící se dělnice nebo vojáky a odnesou si nevyhláhlé kukly. Ty se pak vylíhnou v hnízdě únosců. „Neuvědomují“ si, že jsou otroky, a začnou pracovat podle svých zabudovaných nervových programů. Zastávají všechny povinnosti, které by normálně zastávali ve vlastním hnízdě. Otrokářské dělnice či vojáci pokračují v dalších otrokářských výpravách, zatímco otroci zůstávají doma a starají se o každodenní záležitosti: udržování hnízda, čištění, krmení a opatrování snůšky.

Otroci samozřejmě žijí ve šťastné nevědomosti, že nejsou příbuzní královně ani kuklám, o něž se starají. Nechtěně vychovávají roty nových otrokářů. Není pochyb, že přírodní výběr by ve svém působení na geny otročících druhů upřednostňoval jakékoli protitrokářské adaptace. Ty však, pokud existují, zcela jistě nejsou plně efektivní, neboť otrokářství je mezi mravenci značně rozšířené.

Zajímavá je ovšem souvislost otrokářství s tématem, jemuž se nyní věnujeme. Královna otrokářského druhu může posunout poměr pohlaví tak, jak jí to „vyhovuje“. To je možné proto, že jesle neovládají její potomci, ale otroci. Otroci si „myslí“, že pečují o své vlastní sourozence, a podle všeho dělají, *co by bylo potřebné v jejich vlastním hnízdě*, aby dosáhli z jejich pohledu žádoucí poměr mezi pohlavími 3:1 ve prospěch sester. Avšak královna otrokářského druhu se tomu může vyhnout protiopatřeními. Neexistuje žádná selekce, která by působila na otroky, aby tato protiopatření neutralizovali, neboť ti nejsou vajíčkům vůbec příbuzní.

Dejme tomu, že například u mnoha druhů by se královny „snažily“ maskovat samčí vajíčka tím, že by jim dodaly stejný pach, jako mají samičí vajíčka. U druhů, které nepoužívají otroky, posílí přírodní výběr jakoukoli snahu dělnic „odhalit“ takové maskování. Můžeme si představit evoluční boj, ve kterém královny neustále „mění kód“ a dělnice se ho neustále snaží „rozluštit“. Ze souboje vyjde jako vítěz ten, komu se podaří protlačit větší množství svých genů do další generace prostřednictvím těl reproduktivních jedinců. Za normálních okolností to budou dělnice. Avšak změní-li kód královna *otrokářského* druhu, otroci nemohou vyvinout schopnost tento kód vyřešit. Gen, který by otrokovi umožnil „rozluštit kód“, by se nenacházel v těle reproduktivních jedinců, a tak by nebyl předán dál. Všichni reproduktivní jedinci patří do otrokářského druhu a jsou příbuzní královně, ale ne otrokům. Dostanou-li geny otroků vůbec příležitost k rozmnožování, bude to v jedincích, kteří vzejdou z hnízda, z něhož byli otroci původně uneseni. Pokud se budou otroci vůbec o něco snažit, pak o vyřešení kódu svého vlastního druhu! Proto si královny otrokářských druhů mohou dovolit volně měnit kód, aniž by hrozilo, že geny pro rozluštění kódu budou předány další generaci.

Měli bychom tedy očekávat, že poměr mezi pohlavími u otrokářského druhu by se měl blížit spíše 1:1 než 3:1. Alespoň zde by královna měla prosadit svou. A to přesně Trivers a Hare zjistili, byť se při svých pozorováních zaměřili pouze na dva otrokářské druhy.

Musím však zdůraznit, že jsem věci vykládal idealizované. Skutečnost není tak uhlazená a spořádaná. Například vůbec neznámější společenský hmyz, včela medonosná, dělá, jak se zdá, všechno naprosto „špatně“. Investuje do samců mnohem více než do královen, což na první pohled nedává smysl ani ze strany dělnic, ani ze strany královny. Hamilton navrhl možné řešení tohoto hlavolamu. Upozorňuje, že když královna opouští úl, odchází s ní velký roj doprovodných dělnic a ty jí pak pomáhají vytvořit novou kolonii. Tyto dělnice jsou z pohledu rodičovského úlu ztraceny a výdaj na jejich vytvoření musí být považován za součást výdaje za rozmnožování. Pro každou královnu musí být vytvořeno velké množství dělnic *navíc*. Investice do těchto dělnic musí být počítána jako součást investice do reproduktivních samic. Když se vypočítává poměr pohlaví, měly by doprovodné dělnice být považovány za protiváhu samců. Takže to nakonec nebyla pro naši teorii žádná vážná komplikace.

Skutečnost, že se mladá královna při svém svatebním letu páří s mnoha samci místo jednoho, zapadá do elegantní teorie mnohem hůře. Znamená to, že průměrná příbuznost mezi jejími dcerami je méně než 1/2 a v extrémních případech se může blížit až 1/4. Je svůdné, avšak ne příliš logické považovat to za vychytralý tah královen proti dělnicím. Může to mimochodem naznačovat, že by dělnice měly královnu doprovázet na jejím zásunbním letu, aby zabránily vícenásobnému páření. To by však genům dělnic nijak nepomohlo - pouze genům následující generace dělnic. Mezi třídou dělnic nepanuje odborářský duch. Jediné, na čem každé dělnice „záleží“, jsou její vlastní geny. Dělnice by možná „ráda“ matku doprovázela, ale chyběla jí příležitost, neboť v té době ještě nebyla na světě. Mladá královna na pářicím letu je sestrou současné generace dělnic, ne jejich matkou. Proto jsou dělnice spíše *na její* straně než na straně příští generace dělnic, neboť jsou to pouze jejich neteře. Už mi z toho začíná maličko třeštit hlava, a tak je nejvyšší čas toto téma uzavřít.

Použil jsem pro to, co dělnice blanokřídlých dělají se svou matkou, analogii s chovatelstvím. Jejich farma je farmou

na geny. Dělnice používají svou matku jako účinnější kopírku svých vlastních genů, než by byly ony samy. Geny vycházejí z výrobní linky v balíčcích nazývaných repro-dukční jedinci. Tato analogie s chovem by neměla být zaměňována s příklady skutečného pěstitelství u blanokřídých. Společenský hmyz objevil dávno před člověkem, že zemědělství je účinnější způsob obživy než lov a sběračství.

Například řada druhů mravenců Nového světa, a také termiti v jižní Africe, hospodaří na „houbových zahrádkách“. Neznámější jsou takzvaní „listovní“ mravenci Jižní Ameriky. Jsou ohromně úspěšní. Byly objeveny i kolonie více než dvou milionů jedinců. Jejich hnízda tvoří obrovské rozšířené podzemní komplexy pasáží a galerií, vytvořených vyhloubením až 40 tun hlíny, které jdou do hloubky tří i více metrů. Podzemní komnaty ukrývají houbové zahrady. Mravenci záměrně zasévají houbu určitého druhu do zvláštních kompostových záhonů, které připravují rozžvýkávaným listům. Místo přímého obstarávání potravy shánějí dělníci listy na kompost. „Chut“ mravenců na listy je přímo gargantuovská. Proto představují v zemích svého výskytu významného hospodářského škůdce. Listy však neslouží jako potrava pro ně samotné, ale pro jejich houby. Mravenci příležitostně houby sklízí a krmí jimi své larvy. Houby listovou hmotu využijí účinněji, než by to zvládl trávicí ústrojí mravence, a tak mají mravenci z tohoto uspořádání prospěch. Možná z toho má prospěch i houba, přestože je sklízena. Mravenci rozšiřují její spory účinněji, než by to dokázaly její vlastní mechanizmy rozšiřování spor. Mravenci houbové zahrádky dokonce „plejí“, zbavují cizích druhů hub. Odstraňování konkurence je pro domestikované houby obrovskou výhodou. Dalo by se říci, že mezi mravenci a houbou existuje jistý druh vzájemného altruismu. Je pozoruhodné, že podobný systém pěstování hub se nezávisle vyvinul i u poměrně nepříbuzných termitů.

Kromě toho, že pěstují své plodiny, mají mravenci i svá domácí zvířata. Mšice jsou vysoce specializované k vysávání šťáv z rostlin. Vysávají mízu z cév rostlin s větší účinností, než s jakou ji pak tráví. V důsledku toho vylučují tekutinu, z níž byly odčerpány pouze některé živiny. Ze zadečku vylučují kapky „medovice“ bohaté na cukr. V některých případech převyšuje její množství vyloučené za hodinu váhu jedince. Medovice běžně kape na zem - tak pravděpodobně vzniklo i záračné jídlo známé ve Starém zákoně jako „mana“. Avšak mravenci mnoha druhů ji zachycují, hned jak se dostane z těla mšice. „Dojí“ mšice tak, že do nich strkají tykadly nebo nohama. Mšice na to reagují a v některých případech očividně své kapky zadržují, dokud do nich mravec nestrčí, a dokonce kapku nepustí, není-li mravec připraven ji přijmout. Byly popsány druhy mšic, u nichž se vyvinul zadeček, který vypadá a je na omak stejný jako tvář mravence, to aby je lépe přitahoval. Přínosem tohoto vztahu pro mšice je ochrana před jejich přirozenými nepřáteli. Podobně jako náš skot mají zajištěno přístřeší. Druhy mšic pěstované mravenci ztratily své běžné obranné mechanismy. V některých případech se mravenci starají o mladé mšice už od vajíčka, krmí je a nakonec, když vyrostou, je jemně přenesou na chráněné pastviny.

Vztahu mezi organismy různých druhů vedoucím ke vzájemnému prospěchu říkáme mutualismus nebo symbióza. Příslušníci různých druhů si často mají hodně co nabídnout, neboť mohou do partnerství přinést různé „dovednosti“. Tento druh základní asymetrie může vést k evolučně stabilním strategiím vzájemné spolupráce. Mšice mají správné ústní ústrojí pro vysávání mízy z rostlin, ale takové savé ústrojí se k obraně nehodí. Mravenci neumějí vysávat mízu z rostlin, zato jsou dobří bojovníci. Mravenčí geny pro chov a ochranu mšic byly v genofondu mravenců zvýhodňovány. Geny mšic pro spolupráci s mravenci byly zvýhodňovány v genofondu mšic.

U živočichů a rostlin jsou vzájemně prospěšné symbiotické vztahy běžné. Lišejník vypadá na první pohled jako jediný organismus, připomínající jednoduchou rostlinu. Ve skutečnosti je to úzké symbiotické spojení houby a zelené řasy. Ani jeden z partnerů by bez druhého nepřežil. Pokud by se jejich spojení stalo ještě o trochu těsnějším, těžko bychom vůbec mohli poznat, že lišejník sestává ze dvou organismů. Možná existují jiné dvojité či násobné organismy, které jsme jako takové nerozeznali. Co když jsme takovými organismy i my sami?

Uvnitř každé naší buňky je mnoho malých tělísek zvaných mitochondrie. Jsou to chemické továrny zodpovědné za přísun většiny energie, kterou potřebujeme. Jestliže bychom o své mitochondrie přišli, zemřeli bychom během několika vteřin. Nedávno bylo přijatelně dokázáno, že mitochondrie jsou původem symbiotické bakterie, které v rané evoluci spojily síly s naším typem buněk. Podobná zdůvodnění byla použita pro některá jiná malá tělíska nacházející se uvnitř našich buněk. Toto je jedna z těch evolučních myšlenek, na kterou si musíme chvíli zvykat, ale jejíž čas právě nastal. Možná bychom se rovnou měli začít smířovat i s představou o něco radikálnější, že každý z našich genů je symbiotická jednotka. Jsme obrovské kolonie symbiotických genů. Takovou teorii není možné v pravém slova smyslu „dokázat“, ale jak jsem se snažil nastínit v dřívějších kapitolách, chování genů u druhů s pohlavním rozmnožováním takové představě odpovídá. Rubem mince je, že viry mohou být geny, které se oddělily od „kolonií“, jako jsme my. Viry jsou tvořeny čistou DNA (nebo příbuznou replikační molekulou) obklopenou bílkovinným obalem. Všechny jsou parazitické. Jedna z teorií tvrdí, že se vyvinuly z „rebelských“ genů, které unikly a teď cestují z jednoho těla do druhého přímo vzduchem, místo konvenčními vozidly - spermii a vajíčky. Je-li tomu tak, mohli bychom se považovat za kolonii virů! Některé spolupracují symbioticky a cestují z těla do těla za pomoci spermií a vajíček. To jsou běžné „geny“. Jiné žijí paraziticky a cestují jak jen to jde. Pokud parazitická DNA cestuje pomocí spermií či vajíčka, je to možná paradoxní nadbytečná DNA, o které jsem se zmiňoval ve 3. kapitole. Cestuje-li vzduchem nebo jinými přímými způsoby, říká se jí „virus“ v běžném smyslu toho slova.

Ale to jsou spekulace pro budoucnost. Teď se zabýváme symbiózou na vyšší úrovni, na úrovni vztahů mezi mnohobuněčnými organismy, a nikoli v jejich nitru. Slovem „symbióza“ obvykle označujeme sdružení mezi členy různých druhů. Avšak když už jsme se zbavili pohledu na evoluci z perspektivy „dobra druhu“, nezdá se, že by zde byl

logický důvod pro odlišování sdružení příslušníků různých druhů od zástupců stejného druhu. Obecně se sdružení se vzájemným prospěchem vyvinou, získá-li z nich každý z partnerů víc, než vkládá. To platí nejen o členech stejné smečky hyen, ale i o velice odlišných tvorech, třeba o mravencích a mšicích nebo o včelách a květinách. V praxi však může být těžké odlišit případy upřímného oboustranného prospěchu od případů jednostranného využívání.

Teoreticky je lehké představit si evoluci sdružení pro vzájemný prospěch, pokud jsou výhody poskytovány a získávány zároveň, jako je tomu v případě partnerů tvořících lišejníky. Avšak nastane-li mezi poskytnutím služby a jejím splacením časová prodleva, začnou problémy. První příjemce služby totiž může chtít podvádět a odmítnout ji splatit, když na něj přijde řada. Rozbor tohoto problému je zajímavý a stojí za detailní pohled. To mohu nejlépe udělat pomocí hypotetického příkladu.

Dejme tomu, že na určitém druhu ptáka parazituje nepřijemný druh čmelíka, který je přenašečem nebezpečné nemoci. Proto je velice důležité, aby se jich každý co nejdříve zbavil. Pták je schopen vybrat si čmelíky při čištění. Je však jedno místo, temeno hlavy, kam si vlastním zobákem nedosáhne. Řešení tohoto problému každého člověka rychle napadne. Jedinec si sice na vršek hlavy nedosáhne, ale není nic snazšího, než aby to pro něj udělal kamarád. Později, napadnou-li čmelíci tohoto přítele, může mu být dobrý skutek splacen. Vzájemné čištění je u ptáků i savců velice běžné.

Podvědomě to okamžitě dává smysl. Každý se schopností vědomé předvídavosti vidí, že zapojit se do vzájemného drbání zad má smysl. Už jsme se však naučili nespokojovat se s tím, že něco dává smysl intuitivně. Geny nevidí do budoucna. Může teorie sobeckého genu vysvětlit vzájemné drbání zad čili „reciproční altruismus“, když je zde časová prodleva mezi službou a její oplátkou? Williams se této otázky stručně dotkl ve své knize z roku 1966, o které jsem se už zmiňoval. Stejně jako Darwin došel k závěru, že reciproční altruismus s časovým odkladem se může vyvinout u druhů, kde jsou jedinci schopni se vzájemně poznávat a pamatovat. Trivers roku 1971 tuto záležitost rozvedl. V té době ještě nebyl obeznámen s představou evolučně stabilní strategie Maynarda Smithe, jinak by ji jistě využil, protože poskytuje přirozený způsob, jak tento problém popsat. Jeho odkaz na „věžovo dilema“, nejoblíbenější hlavolam v teorii her, však ukazuje, že jeho myšlenkové pochody se ubíraly podobným směrem.

Dejme tomu, že *B* má parazita na temeni hlavy. *A* mu ho vytáhne. Později přijde čas, kdy i *A* má parazita na temeni hlavy. Přirozeně vyhledá *B*, aby mu *B* mohl oplácet dobrý skutek. Jenomže *B* nad ním jednoduše ohrne nos a odkráčí. *B* je podvodník, jedinec, který má prospěch z altruismu jiného jedince, ale nesplatí mu jej, případně jej splatí nedostatečně. Podvodníci si vedou lépe než všeobecní altruisté, neboť získávají prospěch bez výdaje. Výdaj na vyčištění hlavy jiného jedince se zdá být malý ve srovnání s prospěchem z odstranění nebezpečného parazita, ale není zanedbatelný. Stojí cennou energii a čas.

Uvažujme o populaci, kde každý jedinec přijme jednu ze dvou možných strategií. Stejně jako u rozborů Maynarda Smithe, ani zde nehovoříme o vědomých strategiích, ale o nevědomém programu chování uloženém v genech. Nazýváme tyto dvě strategie kavka (sucker) a podvodník (cheat). Kavky zbaví parazitů kohokoli, kdo to potřebuje. Podvodníci přijmou altruismus od kavek, ale nikdy nikoho nečistí, ani toho, kdo jim předtím někdy takto pomohl. Stejně jako v případě hrdličky a jestřába si zvolíme bodování zisku. Nezáleží na tom, jaké jsou skutečné hodnoty, dokud zisk z očištění převyšuje výdaj za čištění. Rozšíří-li se čmelíci v celé populaci, je každý jedinec v populaci kavek čištěn stejně často, jako on čistí někoho jiného. Průměrný výtěžek kavky v populaci kavky je tedy kladný. Vedou si všichni vpravdě znamenitě, a tak se slovo „kavka“ zdá nevýstižné. Co se však stane, když se v populaci objeví podvodník. Jelikož je to jediný podvodník, všichni ostatní ho čistí, ale on sám nic neoplácí. Jeho průměrný prospěch bude větší než průměrný prospěch kavky. Proto se podvodnické geny začnou v populaci šířit, zatímco geny kavek budou odsouzeny k vyhynutí. Ať je totiž poměr v populaci jakýkoli, podvodníci na tom budou vždy lépe než kavky. Je-li v populaci například 50 % kavek a 50 % podvodníků, celkový průměrný výtěžek všech jedinců bude sice menší než v populaci skládající se ze 100 % kavek, ale i tak se bude

podvodníkům dařit lépe než kavkám, protože získávají všechn profit a nic nevydají. Při 90 % podvodníků bude výtěžek pro všechny jedince velice nízký a mnoho jedinců z obou skupin už může umírat na infekci přenášenou čmelíky. Ale podvodníci budou stále ve výhodě oproti kavkám. I kdyby celá populace směřovala k vyhynutí, nikdy nenastane taková situace, aby na tom byly lépe kavky než podvodníci. Bereme-li v úvahu pouze tyto dvě strategie, vyhynutí kavek a pravděpodobně i celé populace nic nezabrání.

Ale teď předpokládejme, že by existovala ještě strategie zvaná nevráží-vec (grudger). Nevraživci čistí neznámé jedince a jedince, kteří je někdy v minulosti čistili. Avšak jestliže je nějaký jedinec podvede, pamatují si to, vypěstují si vůči němu nevráživost a v budoucnu tohoto jedince odmítnou čistit. V populaci nevráživců a kavek nelze rozpoznat, kdo je kdo. Oba typy se chovají altruisticky vůči všem ostatním a oba docílí stejného výtěžku. V populaci podvodníků by jediný nevráživý jedinec nebyl příliš úspěšný. Spotřeboval by hodně času a energie čištěním většiny jedinců, které potká, neboť by mu jistý čas trvalo, než by se vůči nim zatvrdil. Na druhou stranu by ho nikdo nečistil na oplátku. V případě, že by nevráživci byli v populaci mnohem vzácnější než podvodníci, gen pro nevráživost by vyhynul. Jakmile se však nevráživcům podaří rozšířit natolik, že se dostanou nad kritický poměr, vzroste jejich šance, že se budou potkávat dostatečně často, aby byla vyvážena jejich námaha vynaložená na čištění podvodníků. Nad tímto kritickým poměrem začnou nevráživci dosahovat vyššího průměrného výtěžku než podvodníci; ti budou vzrůstajícím tempem hnáni k vyhynutí. Až se podvodníci ocitnou na pokraji vyhynutí, začne se tempo jejich úpadku zpomalovat a mohou pak poměrně dlouhou dobu přežívat jakožto menšina. To proto, že každý vzácný podvodník má poměrně malou šanci střetnout se se stejným nevráživcem dvakrát. Proto bude podíl jedinců, kteří jsou nepřátelsky naladěni k danému podvodníkovi, nepatrný.

Líčil jsem příběh těchto dvou strategií, jako by bylo předem dané, co se stane. Ve skutečnosti to zase tak jasné není, a proto jsem se rozhodl pro simulaci všech možností na počítači, abych zkontroloval, zda byla má intuice správná. Nevraživec vyšel skutečně ze srovnání oproti kavce a podvodníkovi jako evolučně stabilní strategie v tom smyslu, že v populaci s většinou nevráživců se nemůže prosadit ani kavka, ani podvodník. Na druhou stranu je i podvodník evolučně stabilní strategie, protože se v populaci s převahou podvodníků neprosadí ani kavka, ani nevráživec.

Populace se může usadit na jedné z těchto dvou evolučně stabilních strategií. V dlouhodobém měřítku jsou možné přechody z jedné na druhou. To záleží na přesných hodnotách výtěžku - předpoklady v počítačové

simulaci byly samozřejmě zadány zcela namátkově - jedna ze strategií bude mít větší „spádovou oblast“ (zone of attraction) a bude jí dosaženo s větší pravděpodobností. Mimochodem, povšimněte si, že přestože u populace podvodníků je větší riziko vyhnutí než u populace nevráživců, nijak to její status evolučně stabilní strategie neovlivní. Dostane-li se populace do evolučně stabilní strategie, která ji vede do záhuby, pak má populace smůlu - vyhyne.<sup>54</sup>

Je celkem zajímavé pozorovat počítačovou simulaci, která začíná s převažující většinou kavek a menšinou nevráživců, která je těsně nad kritickou hranicí, a přibližně stejným množstvím podvodníků. První, co nastane, bude dramatický pokles v populaci kavek v důsledku toho, jak je podvodníci bezohledně využívají. Podvodníci procházejí vesele populační explozí a svého maxima dosahují v momentě, kdy zmizí poslední kavka. Ale budou se stále muset vypořádávat s nevráživci. Během strmého pádu kavek se pomalu zmenšuje počet nevráživců, drcených prosperujícími podvodníky, ale přece jen se jim daří udržet. Když zmizí poslední kavka a podvodníci už nemohou tak lehce sobecky využívat druhé, začne populace nevráživců vzrůstat na úkor podvodníků. Jejich populace se zvětšuje se stoupajícím tempem. Prudce se rozšiřuje, kdežto populace podvodníků je téměř na vyhnutí, ale nakonec se ustálí na úrovni, kdy už podvodníky jejich řídký výskyt chrání před nevráživostí. Pomalu a neúprosně se však vytrácejí ze scény; tu ovládnou nevráživci. Nevráživce tedy pouze na začátku paradoxně ohrozila přítomnost kavek, neboť ty způsobily přechodnou úspěšnost podvodníků.

Mimochodem můj hypotetický příklad o nebezpečích nedostatku čištění je zcela realistický. Myším drženým v izolaci se občas na hlavě, kam si samy nedosáhnou, objeví nepříjemné boláky. Myši držené ve skupinách takový problém netrápí, neboť si vzájemně olizovaly hlavy. Bylo by zajímavé studovat teorii recipročního altruismu experimentálně; myši by, jak se zdá, byly vhodným objektem.

Trivers rozebírá pozoruhodnou symbiózu u ryb-čističů. Okolo padesáti druhů malých ryb a korýšů se živí výběráním parazitů z povrchu těla větších ryb jiných druhů. Velká ryba má z takové očisty očividně prospěch, čistič zase získá vydatný zdroj potravy. Tento vztah je symbiotický. V mnoha případech velká ryba otevře tlamu a nechá čističe do ní vplout, aby jí vybral parazity ze zubů; čistič pak vyplave žábami, které přitom také pročistí. Leckdo by očekával, že velká ryba lživě vyčká, až ji čistič důkladně pročistí, a pak ho spolkne. Ryba však většinou nechá čističe odplavat nedotčeného. To je zaznamenáhodný čin zjevného altruismu, neboť v mnoha případech jsou čističi stejně velcí jako obvyklá kořist velké ryby.

Čističi mívají zvláštní pruhované vzory a vyznačují se zvláštními tanečnými projevy: slouží jako značka, podle které mohou být poznáni. Velké ryby nikdy na malé ryby, které mají správné proužky a přicházejí se správným tancem, nezaútočí. Místo toho se uvedou do stavu podobného transu a dovolí těmto čističům volný vstup do jejich exteriéru i interiéru. Ale i zde někdy sobecké geny začnou s bezohledným zneužíváním těchto zvyklostí. Existují druhy malých ryb, které vypadají jako čistící ryby a provozují stejné tance, aby si zajistily bezpečný přístup do blízkosti velké ryby. Když velká ryba upadne do transu, podvodník, místo aby jí odstranil parazita, jí ukousne kousek ploutve a prchne. Ale i přes existenci takových podvodníků je vztah mezi čistícími rybami a jejich klienty převážně přátelský a stabilní. Profese čističe hraje důležitou roli v denním životě společenstva korálových útesů. Každý čistič má své vlastní teritorium a bylo dokonce pozorováno, že velké ryby utvářejí frontu jako zákazníci u holiče. Právě tato vazba na určité místo v tomto případě umožňuje evoluci časově odkládaného recipročního altruismu. Zisk velké ryby z toho, že se může vrátit do stejného „holičství“ a nemusí neustále hledat novou „oficínu“, musí převažovat výdaj za to, že čističe nesežere. Vzhledem k tomu, jak jsou čističi malí, není tomu těžké uvěřit. Existence podvádění napodobováním mimiky čističe pravděpodobně nepřímo ohrožuje bezelstné čističe, neboť může u velkých ryb posilovat tendenci k pojidání pruhovaných tanečníků. Vazba na určité místo u pravých čističů umožňuje zákazníkům najít je a vyhnout se podvodníkům.

U člověka je dobře vyvinuta dlouhodobá paměť a vzájemné rozpoznávání jedinců. Je proto možné, že reciproční altruismus sehrál v evoluci člověka důležitou roli. Trivers dokonce soudí, že mnoho z našich psychologických vlastností - závist, vina, vděčnost, sympatie atd. - bylo tvarováno přírodním výběrem, aby se zdokonalily schopnosti podvádění, odhalování podvádění a vyhýbání se podezření z podvádění. Nejzajímavější jsou „mírní podvodníci“, kteří předstírají, že oplácejí recipročně, ale neustále odplácejí ve stále menší míře, než kolik dostávají. Dokonce je možné, že výjimečně velký lidský mozek a jeho předpoklady k matematickému myšlení se vyvinuly jako prostředek čím dál tím více nevyzpytatelného podvádění a ještě hlubší schopnosti rozpoznávání podvádění u jiných. Peníze jsou formálním symbolem opožděného recipročního altruismu.

Fascinující spekulace, které plodí myšlenka recipročního altruismu, když ji aplikujeme na náš druh, nemají konce. Jakkoli jsou svůdné, nejsem v takových spekulacích o nic silnější než kdokoli jiný, a tak nechám čtenáře, ať se sám baví.

## Memy: nové replikátory

Zatím jsem moc nemluvil o člověku samotném, přestože jsem ho ani záměrně neopomíjel. Jedním z důvodů, proč jsem užíval termín „nástroj přežití“, je, že pojem „živočich“ nezahrnuje rostliny a v představách některých lidí ani člověka. Vztahy, které jsem uváděl, by samozřejmě měly platit pro každý organismus vzniklý evolucí. Pokud má být nějaký druh vynechán, musí pro to být velice dobrý důvod. Máme nějaké dobré důvody předpokládat, že náš druh je jedinečný? Věřím, že ano.

Většina z toho, co je na člověku výjimečné, se dá shrnout do jednoho slova - do slova „kultura“. Nepoužívám je v jeho snobském smyslu, ale tak, jak ho užívají vědci. Přenos informace je analogický genetickému přenosu v tom, že ačkoli je v základě konzervativní, může stát u vzniku jisté formy evoluce. Geoffrey Chaucer by těžko mohl konverzovat s moderním Angličanem, přestože jsou spolu spojeni neporušeným řetězcem okolo dvaceti generací Angličanů, z nichž mohl každý mluvit se svými současníky stejně dobře, jako syn mluví s otcem. Jak se zdá, jazyk se negenetickými prostředky „vyvíjí“ tempem řádově rychlejším než genetická evoluce.

Kulturní přenos se neomezuje pouze na člověka. Nejlepší příklad jeho výskytu mimo lidský druh, který znám, nedávno popsal P. F. Jenkins u zpěvu laločníka sedlatého, pěvce žijícího na ostrově nedaleko Nového Zélandu. Na ostrově, kde Jenkins pracoval, měli tito ptáci repertoár okolo devíti různých písní. Kterýkoli samec zpíval pouze jednu či několik z nich. Samci by mohli být rozděleni do dialektových skupin. Například jedna skupina osmi sousedících samců zpívala určitou píseň CC. Jiné dialektové skupiny zpívaly zase jinou písničku. Někdy členové jedné dialektové skupiny sdíleli více než jednu písničku. Porovnáním zpěvu otců a synů Jenkins dokázal, že vzorce zpěvu se nedědí geneticky. Každý mladý samec přijal písně od svých teritoriálních sousedů imitací, způsobem analogickým lidskému jazyku. Po většinu času, který tam Jenkins strávil, se na ostrově udržoval stálý počet písní, něco jako fond písní, z něž si každý mladý samec vybral vlastní repertoár. Občas však měl Jenkins tu čest být svědkem „složení“ nové písně, vzniklé chybným napodobením některé z původních. Píše: „Nové druhy písní vznikaly změnou výšky noty, zopakováním noty, vynecháním not a kombinací částí jiných existujících písní... Výskyt nové formy písně byl náhlý jev a produkt byl pak často stabilní ještě několik let. Dále byla v řadě případů varianta přesně předána ve své nové podobě mladým nováčkům, takže vznikla výrazně propojená skupina podobně zpívajících jedinců.“ Jenkins označuje vznik nových písní za „kulturní mutace“.

U laločníka se píseň skutečně vyvíjí negenetickým způsobem. Další příklady kulturní evoluce bychom našli u opic a ptáků, jde však jen o zajímavé výjimky. Právě u našeho vlastního druhu je možné ukázat, co kulturní evoluce dokáže. Jazyk je pouze jedním z mnoha příkladů. Móda v odívání a stravě, ceremonie a zvyky, umění a architektura, inženýrství a technologie, to vše se v průběhu historie vyvíjí způsobem, který vypadá jako velice zrychlená genetická evoluce, ale ve skutečnosti s ní není nijak spojen. Stejně jako v genetické evoluci může být změna progresivní. V jistém smyslu je moderní věda lepší než věda našich předků. Nejenom že se naše porozumění všehomíru s postupem staletí mění, také se zlepšuje. Dnešní exploze zlepšování započala v období renesance; předcházela mu pustá doba stagnace, v níž byla evropská vědecká kultura zmrazená na úrovni dosažené starověkým Řeckem. Avšak jak jsme viděli v 5. kapitole, genetická evoluce může probíhat i jako série náhlých vzestupů mezi stabilními hladinami.

Na analogii mezi kulturní a genetickou evolucí bylo poukazováno mnohokrát, často se zbytečným mystickým podtónem. Analogii mezi vědeckým pokrokem a genetickou evolucí přírodním výběrem osvětlil především sir Karl Popper. Podobným úvahám se věnuje například genetik L. L. Cavalli-Sforza, antropolog F. T. Cloak a etolog J. M. Cullen. Rád bych pokročil ještě o něco dále ve směru, který naznačili.

Jakožto zaníceného darwinistu mě nikdy neuspokojovala vysvětlení, která moji také zanícení kolegové navrhli pro lidské chování. Zkoušeli hledat „biologické výhody“ různých prvků lidské civilizace. Například kmenové náboženství považovali za mechanismus posilující identitu skupiny, který je cenný pro druhy lovců ve smečkách, jejichž jedinci jen ve vzájemné spolupráci mohli ulovit velkou a rychlou kořist. V termínech, jimiž jsou tyto teorie orámovány, jsou často skryty výrazně skupinově selekcionistické evoluční předsudky, a přitom je možné tyto teorie formulovat i v termínech ortodoxního genového výběru. Člověk možná strávil velkou část z posledních mnoha milionů let životem ve skupinách příbuzných jedinců. Příbuzenský výběr a výběr ve prospěch recipročního altruismu mohly působit na lidské geny a vytvořit tak mnoho z našich základních psychologických znaků a zaměření. Tyto myšlenky jsou v každém směru přijatelné, ale nezdá se mi, že by přinášely řešení úctyhodného úkolu vysvětlit kulturu, evoluci kultury a hluboké rozdíly mezi lidskými kulturami od naprosté sobeckosti Iků z Ugandy, popsané Colinem Turn-bullem, až po citlivý altruismus Arapešů, studovaných Margaret Meado-vou. Myslím, že musíme začít znovu a vrátit se k původním nejobecnějším úvahám.

Začnu tvrzením, které byste možná od autora předcházejících kapitol nečekali, totiž že chceme-li porozumět evoluci moderního člověka, musíme přestat brát gen za jediný základ našich představ o evoluci. Jsem zanícený darwinista, ale podle mě je darwinismus příliš široká teorie, než aby byla omezena pouze na úzký kontext genu. Gen bude v mé tezi sloužit jako analogie a nic víc.

Co je koneckonců na genech tak výjimečného? Odpověď zní, že jsou to replikátory. Zákony fyziky by měly fungovat v celém známém vesmíru. Existují nějaké biologické principy se stejně univerzální platností? Až astronauti poletí na daleké planety a budou tam hledat život, mohou najít tvory příliš podivné a nepozemské. Je zde však něco, co platí o veškerém

životě, ať už je kdekoli a jeho chemie je jakákoli? Pokud existují formy života, jejichž chemie je založena spíše na křemíku než na uhlíku, nebo na amoniaku, a ne na vodě, budou-li objeveni tvorové, pro které -100 °C představuje bod varu, pokud by byl nalezen život, který se vůbec nezakládá na chemii, ale na jiných interakcích elektronů, bude stále existovat nějaký obecný princip, který platí pro veškerý život? Samozřejmě to nevím, ale pokud bych se měl sázet, vsadil bych na jeden základní princip. Na zákon, že každý život se musí vyvíjet na základě rozdílného přežívání množících se věcí.<sup>55</sup> Gen, molekula DNA, se stal převažujícím rozmnožujícím se předmětem na naší planetě. Mohou však existovat i jiné replikátory. Existují-li a jsou-li zde dodrženy i jisté další podmínky, pak se téměř nevyhnutelně stanou základem evolučního procesu.

Musí však cestovat do vzdálených světů, abychom našli jiné druhy replikátů, a s nimi i jiné druhy evoluce? Podle mě se nedávno na naší planetě nový druh replikátoru objevil. Stojíme mu tváří v tvář. Je stále ještě v plenkách, stále se nešikovně motá ve své prapolevce, ale už dosahuje evolučních změn tempem, které nechává starý gen lapat po dechu daleko za ním.

Tou novou polévkou je lidská kultura. Potřebujeme jméno pro nový replikátor, jméno, které by vystihlo jednotku kulturního přenosu, jednotku *imitace*. „Mimem“ pochází z vhodného řeckého slova, ale dal bych přednost jednoslabičnému pojmu, který by zněl podobně jako gen. Doufám, že mi moji klasicky vzdělaní přátelé odpustí, když to zkrátím na *mem*.<sup>56</sup> Pokud je to nějak utěší, můžeme je považovat za odvozené od slova „memory“ (paměť), nebo z francouzského slova *méme*. Mělo by být vyslovováno tak, aby se rýmovalo se slovem gen.

Příklady memů jsou písně, nápady, chytlavé fráze, móda v odívání, způsob výroby hrnců nebo stavby oblouků. Stejně jako se geny rozmnožují v genofondu přesakováním z těla do těla za pomoci spermií nebo vajíček, tak se memy rozmnožují v memofondu (meme pool) přesakováním z mozku do mozku procesem, který můžeme v širším smyslu nazvat napodobováním. Uslyší-li vědec o dobré myšlence nebo se o ní dočte, předá ji svým kolegům a studentům. Uvede ji ve svých člancích či skriptech. Jakmile se myšlenka uchytí, je možné říci, že se rozmnožuje, šíří se z mozku do mozku. Můj kolega N. K. Humphrey pěkně shrnul dřívější koncept této kapitoly: „... memy bychom měli považovat za živé struktury nejen metaforicky, ale i technicky.“<sup>57</sup> Zasadíte-li do mého mozku plodný mem, pak doslova můj mozek infikujete; přeměníte ho na dopravní prostředek pro rozšiřování mému stejným způsobem, jako může virus parazitovat na genetickém mechanismu hostitelské buňky. Není to jenom pouhý řečnický obrat - například mem pro ‚víru v život po smrti‘ byl skutečně nespočetněkrát fyzicky kopírován jako struktura v nervovém systému lidí po celém světě.“

Vezměme si například představu boha. Nevíme, jak se v memofondu objevila. Nejspíš vznikla mnohokrát nezávislými „mutacemi“. V každém případě je skutečně velice stará. Jak se replikuje? Mluveným a psaným slovem, podporována vynikající hudbou a uměním. Proč má tak vysokou schopnost přežití? Pamatujte, že schopnost přežít se zde nevztahuje k přežití genu v genofondu, ale k přežití memu v memofondu. Otázka zní: Co dává myšlence boha její stabilitu a pronikavost v kulturním prostředí? Schopnost přežít memu boha v memofondu vychází z jeho velkého psychologického vlivu. Poskytuje povrchně věrohodnou odpověď na hluboké a problematické otázky existence. Slibuje, že nespravedlnost v tomto světě bude odměněna v tom příštím. „Věčná náruč“ poskytuje útěchu pro naše nerovnosti, útěchu, již, stejně jako lékařem předepsané placebo, nijak neoslabeje její čistě pomyslná podstata. To jsou některé z důvodů, proč je myšlenka boha tak dychtivě kopírována dalšími generacemi jednotlivých mozků. Bůh existuje - přinejmenším ve formě memu s vysokou schopností přežití či infekčnosti v prostředí vytvořeném lidskou kulturou.

Někteří kolegové namítali, že tento výklad schopnosti přežití božského memu obchází podstatu problému. Chtěli by v takovém rozboru vždy hledat „biologickou výhodu“. Nestačilo jim říci, že představa boha má „velký psychologický vliv“. Chtěli vědět, proč má tak veliký psychologický vliv. Psychologický vliv znamená vliv na mozek, a mozek je tvarován přírodním výběrem genů v genofondu. Chtěli by se dozvědět, jak takový mozek, jaký máme, zlepšuje přežití genů.

Mám pro jejich přístup velké pochopení a nepochybuji o existenci výhod vlastnictví takového mozku, jaký máme. Ale přesto si myslím, že pokud by se tito kolegové pořádně podívali, z čeho vycházejí jejich úvahy, zjistili by, že obcházejí stejnou spoustu otázek jako já. Vysvětlovat biologické fenomény pomocí výhod genů je možné proto, že geny jsou replikátory. Jakmile prapolevka poskytla podmínky, v nichž se mohly molekuly rozmnožovat, objevily se replikátory. Víc než tři miliardy let byla DNA jediným replikátorem, který stál za řeč. Tento monopol však nebude mít nezbytně navždy. Kdykoli vzniknou podmínky, ve kterých by se *mohl* množit nový replikátor, nový replikátor *vezme* vše do svých rukou a odstartuje svůj vlastní nový druh evoluce, a ta nemusí být žádným způsobem podřízena té staré. Stará evoluce, selektující geny, připravila vytvořením mozků „polévku“, ve které vznikly první memy. Jakmile vznikly kopírující se memy, odstartovala se jejich vlastní, o hodně rychlejší evoluce. Pro nás biology je genetická evoluce natolik zažitá představa, že zapomínáme, že to je pouze jeden z mnoha možných druhů evoluce.

Imitace je v širokém smyslu slova způsob, jak se memy *mohou* replikovat. Ale stejně jako se různé geny replikují s různou úspěšností, tak i některé memy jsou v memofondu úspěšnější než jiné. To je analogie přírodního výběru. Uváděl jsem některé příklady vlastností, které mohou zvýšit schopnost přežití memů. Ale obecně musí být stejné jako ty vlastnosti, o nichž jsme mluvili v souvislosti s replikátory ve 2. kapitole: životnost, plodnost a přesnost kopírování. Životnost jedné kopie memu je nejspíš poměrně nepodstatná stejně jako jedné kopie genu. Kopie písně „Auld Lang Syne“ [u nás známé jako „Valčík na rozloučenou“ - pozn. red.], která je v mém mozku, vydrží pouze po zbytek mého života.<sup>58</sup> Kopie stejné písně v mém výtisku *Scottish Student's Song Book* (sborníku skotských studentských písní) nevydrží o moc déle. Ale očekávám, že kopie stejné písně se budou držet na papíře a v mozcích lidí další století. Stejně jako v případě genů je plodnost daleko důležitější než životnost jednotlivých kopií. Je-li takový mem vědecká myšlenka, bude její rozšíření

záviset na tom, nakolik přijatelná je pro jednotlivé vědce; o její schopnosti přežítí bude vypovídat počet, kolikrát bude v následujících letech zmíněna ve vědeckých časopisech.<sup>59</sup> Jde-li o populární melodii, může být její rozšíření odhadnuto spo-

čítáním lidí, kteří si ji pohvizdují. Jde-li o styl ženských bot, může populační memetik použít statistiku prodeje z obchodů s botami. Některé memy, stejně jako některé geny, mohou skvělého krátkodobého úspěchu v rychlém rozšíření, ale nevydrží v memofondu dlouho. Příkladem mohou být populární písničky a jehlové podpatky. Jiné, jako třeba židovské náboženské zákony, se šíří tisíce let, většinou díky veliké potenciální trvanlivosti psaného slova.

To mě přivádí ke třetí obecné vlastnosti úspěšného replikátoru -k přesnosti replikace. Zde, přiznávám, vstupuji na vratkou půdu. Na první pohled to vypadá, že memy nejsou v replikaci vůbec přesné. Pokaždé když vědec slyší nějakou myšlenku a předá ji někomu jinému, může ji nějak pozměnit. V této knize jsem se nijak netajil svými pochybnostmi o názorech R. L. Triverse. Avšak neopakoval jsem je jeho vlastními slovy. Přeformuloval jsem je pro své vlastní účely, změnil jsem zdůraznění a smísl jsem je s vlastními názory a názory dalších lidí. Memy jsou předávány ve změněné formě. Tím se velmi liší od předávání genů způsobem „všechno, nebo nic“. Vypadá to, jako by předávání memů bylo pod neustálým vlivem mutace a také míšení.

Možná je tento dojem mísitelnosti jen zdánlivý a analogie s geny tím není narušena. Konečně podíváme-li se na dědičnost mnoha genetických vlastností, jako třeba výšky postavy či barvy pleti, nevypadá to jako práce nedělitelných a nemísitelných genů. Když má bílá a černá osoba společné potomstvo, nejsou jejich děti buď bílé, nebo černé, ale někde mezi tím. To neznamená, že by jednotlivé geny ovlivňující barvu pleti nebyly nedělitelné. Je to tím, že genů, které ovlivňují barvu pleti, je mnoho a každý z nich zodpovídá pouze za část celkového projevu, a tak se zdá, že se mísí. Zatím jsem hovořil o memech, jako by bylo jasné, z čeho se jednotka mému skládá. Zatím v tom však zdaleka nemáme jasno. Řekl jsem, že píseň je mem. Ale co třeba symfonie, kolik to je memů? Je memem každá věta, každá poznatelná část melodie, každý takt, akord, nebo co?

Vrátím se ke svému terminologickému triku z 3. kapitoly. Tam jsem „genetický komplex“ rozdělil na velké a malé genetické jednotky a jednotky uvnitř jednotek. „Gen“ nebyl definován rigidním způsobem „všechno, nebo nic“, ale jako vhodná jednotka, část chromozomu s dostatečnou přesností replikace, aby mohla sloužit jako jednotka přírodního výběru. Pokud je jedna část Beethovenovy *Deváté* dostatečně rozlišitelná a zapamatovatelná, aby mohla být vyňata z kontextu celé symfonie a použita jako znělka šíleně vtíravé evropské rádiové stanice, pak si zaslouží být nazývána memem. Tato znělka mimochodem podlomila mou schopnost vychutnat si původní symfonii.

Podobně říkáme-li, že dnes všichni biologové věří Darwinově teorii, nemyslíme tím, že každý biolog má ve svém mozku vyryta přesná slova Charlese Darwina. Každý jedinec má svůj vlastní způsob interpretace Darwinových myšlenek. Pravděpodobně se je však naučil z Darwinových spisů, ale ze současných autorů. Mnoho z toho, co Darwin řekl, není v některých podrobnostech přesné. Kdyby měl Darwin možnost číst tuto knihu, těžko by v ní rozpoznal svou vlastní původní teorii, i když doufám, že by se mu způsob, jak ji vykládám, líbil. Přes to všechno je zde něco, nějaké jádro darwinismu, které je přítomno v hlavě každého jedince, který této teorii rozumí. Pokud by tomu tak nebylo, pak by se žádní dva lidé nedomluvili ani na tom, jestli spolu vlastně souhlasí nebo ne. Mem (myšlenka) může být definován jako věc, která je schopna přenosu z jednoho mozku do dalšího. Mem Darwinovy teorie je proto ten podstatný základ této myšlenky, uložený ve všech mozcích, které tuto teorii chápou. Rozdíl v tom, jak si lidé teorii vykládají, pak samozřejmě nejsou součástí tohoto mému. Je-li možné rozdělit Darwinovu teorii na části, kdy někteří lidé věří části A, ale nevěří části B, zatímco jiní věří části B, a nevěří části A, pak jsou A a B rozdílné memy. Jestliže téměř každý, kdo věří A, věří i B -pokud jsou memy „ve vazbě“, abychom používali genetických termínů, pak je vhodné shrnout je do jednoho mému.

Sledujme analogii mezi memy a geny dále. Už jsem zdůrazňoval, že na geny nesmíme pohlížet jako na vědomě a účelově jednající. Slepý přírodní výběr však způsobuje, že se chovají, jako by účelově byly, a pro zjednodušení bylo vhodné mluvit o genech jazykem účelu. Když například řekneme, že se „geny snaží zvýšit svůj počet v budoucím genofondu“, myslíme tím ve skutečnosti, že „ty geny, které se chovají způsobem zvyšujícím jejich počet v budoucím genofondu, jsou geny, jejichž projev vidíme ve světě“. Zrovna jako jsme uznali za vhodné uvažovat o genech jako o aktivních částicích, pracujících aktivně na svém přežití, může být stejně vhodné uvažovat tak o memech. V žádném z těchto případů nesmíme zabřednout do mystiky. V obou případech je myšlenka účelu pouze metaforou, ale už jsme zjistili, jak plodná metafora to v případě genů je. Dokonce jsme geny označovali jako „sobecké“ a „bezohledné“, dobře si vědomi toho, že jde pouze o jazykový obrat. Můžeme stejným způsobem hledat sobecké či bezohledné memy?

Je zde problém týkající se povahy soutěže. Kde je pohlavní rozmnožování, tam každý gen soutěží se svou rivalskou alelou; jsou soupeři o stejnou pozici na chromozomu. Zdá se, že memy nemají nic, co by odpovídalo chromozomu nebo alele. Předpokládám, že v jistém triviálním smyslu mají jisté myšlenky své „opaky“. Ale obecně se memy dají přirovnat spíše k časným replikátorům, plovoucím chaoticky a volně v prapolevce, než k moderním genům v jejich přesně spárovaných chomozomálních oblastech. V jakém smyslu spolu pak memy soutěží? Měli bychom očekávat, že budou „sobecké“ či „bezohledné“, když nemají žádné alely? Určitě ano, neboť v jistém smyslu se musí snažit o jakousi soutěž mezi sebou.

Každý uživatel počítače ví, jak drahá je počítačová paměť a čas. V mnoha počítačových střediscích se doslova měří v penězích; každému uživateli je přidělena určitá část strojového času měřená v sekundách a část paměti měřená ve „slovech“. Počítače, v nichž žijí memy, jsou lidské mozky.<sup>60</sup> Čas je možná důležitým limitujícím faktorem a je předmětem tvrdé soutěže. Lidský mozek a tělo, které ovládá, nemohou dělat najednou více než jednu či pár věcí. Chce-li mem ovládnout pozornost lidského mozku, musí tak činit na úkor jiných, „rivalských“ memů. Dalšími zdroji, o které memy

soutěží, jsou čas rádia a televize, plakátové plochy, sloupky v novinách a místo v policích knihoven.

V případě genů jsme poznali, že v genofondu mohou vzniknout vzájemně přizpůsobené genové komplexy. U velké skupiny genů ovládající mimikry motýlů došlo k tak těsnému spojení na chromozomu, že je můžeme považovat za jeden gen. V 5. kapitole jsme se setkali s ještě propracovanější myšlenkou evolučně stabilní sestavy genů. V genofondu masožravců se vyvinuly vzájemně vyhovující zuby, drápy, trávicí soustavy a smyslové orgány, zatímco jiná stabilní sestava vlastností se vyvinula v genofondu býložravců. Dochází v memofondu k něčemu analogickému? Spojil se mem boha s jinými memy a pomáhá toto spojení přežití jednotlivých memů? Možná bychom mohli organizované náboženství s jeho architekturou, rituály, zákony, hudbou, uměním a psanými tradicemi brát jako stabilní sestavu vzájemně si pomáhajících memů.

Abychom uvedli názorný příklad. Dílčí představou, která byla velice účinná v podporování náboženské horlivosti, je hrozba pekelných ohňů. Mnohé děti, a dokonce i někteří dospělí věří, že budou po smrti strašlivě trpět, nebudou-li poslouchat kněžské zákony. Tato nezvykle nepříjemná technika přesvědčování způsobovala lidem ve středověku velká psychická muka; působí dokonce i dnes. Je však vysoce efektivní. Téměř jako by byla naplánována machiavelistickými kněžími trénovanými v technice hlubkové psychologické indoktrinace. Pochybují však, že kněží byli natolik vychytralí. Spíše si memy nevědomě zajistily své přežití prostřednictvím týchž prvků zdánlivé bezohlednosti, které mají i úspěšné geny. Představa pekelných ohňů se jednoduše zachovává díky svému hlubokému psychologickému působení. Spojila se s memem boha, neboť se vzájemně posilují a pomáhají si v přežití v memofondu.

Dalším členem náboženského komplexu memů je víra. Představuje slepou důvěru, bez důkazů, dokonce odpírající důkazy. Příběh nevěřícího Tomáše je vyprávěn tak, že nemáme obdivovat Tomáše, ale ostatní apoštoly. Tomáš požadoval důkaz. Pro některé memy není nic tak letální jako snaha hledat důkaz. Ostatní apoštolově, jejichž víra byla natolik silná, že důkaz nepotřebovali, jsou vynášeni jako ti, které máme napodobovat. Mem pro slepou víru zajišťuje své přežití jednoduše prostřednictvím odrazování od racionálního zkoumání.

Slepá víra může ospravedlnit cokoli.<sup>61</sup> Pokud člověk věří v jiného boha, dokonce i když stejného boha uctívá jinými rituály, slepá víra může přikázat, že má zemřít - přikovaný na kříži, napíchnutý na křižákův meč, zastřelen v ulicích Bejrútu či vyhozen do povětří v Belfastu. Memy pro slepou víru mají vlastní bezohledné způsoby šíření. To platí o vlasteneckých a politických memech stejně jako o slepé víře.

Memy a geny se často mohou vzájemně podporovat, ale někdy se ocitají ve střetu. Například zvyk celibátu není geneticky dědičný. Gen pro celibát je v genofondu odsouzen k záhubě, s výjimkou velice zvláštních okolností, jaké jsme našli například u společenského hmyzu. Avšak *mem* pro celibát může být v memofondu úspěšný. Předpokládáme například, že úspěch mému závisí na tom, kolik času lidé stráví jeho aktivním předáváním jiným lidem. Čas strávený jinými činnostmi než snahou předat mem jiným lidem je z pohledu mému promarněný. Mem pro celibát je duchovními předáván mladým chlapcům, kteří se ještě nerozhodli, jak naloží se svým životem. Prostředkem předávání je lidské ovlivňování různého druhu, psané a mluvené slovo, osobní příklady a tak dále. Pro účely této diskuse předpokládáme, že by mužský svazek snižoval schopnost duchovního ovlivňovat své ovečky, třeba proto, že by zabíral velkou část jeho času a pozornosti. Právě tak zněl oficiální důvod pro zavedení celibátu u kněží. Pokud tomu tak je, vyplývá z toho, že mem pro celibát bude mít větší hodnotu přežití než mem pro manželství. Samozřejmě že u *geny* pro celibát tomu bude opačně. Je-li kněz nástrojem přežití memů, celibát je vhodný prvek, který by v něm měl být vestavěn. Celibát je pouze menšinový partner ve velkém komplexu vzájemně si pomáhajících náboženských memů.

Domnívám se, že vzájemně přizpůsobený komplex memů se vyvinul stejným způsobem jako vzájemně přizpůsobený komplex genů. Výběr zvýhodňuje memy, které využívají své kulturní okolí ve svůj prospěch. Toto kulturní prostředí se skládá z jiných memů, které rovněž působí výběr. Memofond pak nabývá vlastností evolučně stabilní sady, do které se nové memy těžko dostávají.

Můj pohled na memy byl zatím poněkud pochmurný, ale memy mají i svou světlejší stránku. Až zemřeme, můžeme za sebou zanechat dvě věci - geny a memy. Byli jsme postaveni jako nástroje genů, vytvoření, abychom předali naše geny. Ale tato naše složka bude zapomenuta po třech generacích. Vaše dítě i vaše vnuče se vám může podobat třeba v rysech tváře, v talentu pro hudbu, barvou vlasů. Ale s každou generací se příspěvek vašich genů snižuje o polovinu. Zanedlouho se tento podíl stane zanedbatelným. Naše geny mohou být nesmrtelné, ale *soubor* genů, který každý z nás má, je odsouzen k rozdrolení. Alžběta II. je přímým potomkem Viléma Dobyvatele. Je však velice pravděpodobné, že nenese ani jeden z genů dávného krále. V rozmnožování bychom nesmrtelnost hledat neměli.

Ale pokud přispějete světové kultuře, pokud máte dobrou myšlenku, zkomponujete melodii, vynaleznete svíčku motoru či napíšete báseň, může přežít v původní podobě ještě dlouho potom, co se vaše geny rozpustí ve společném genofondu. V dnešním světě mohou a nemusí být přítomny jeden či dva geny Sokratovy, ale jak by řekl G. C. Williams, co na tom sejde? Soubory memů Sokrata, Leonarda Vinci, Koperníka a Marconioho přežívají v plné síle dodnes.

Jakkoli spekulativní může být mé rozvíjení teorie memů, je zde vážný bod, který bych rád znovu zdůraznil. Díváme-li se na evoluci kulturních rysů a jejich schopnost přežití, musíme mít jasno v tom, o přežití *čeho* uvažujeme. Jak jsme viděli, biologové jsou zvyklí hledat výhody na úrovni genů (nebo jedince, skupiny či druhu - v závislosti na názoru). Co jsme však zatím nebrali v úvahu, je, že kulturní znak se mohl vyvinout jednoduše v důsledku toho, že je *výhodný pro sebe sama*.

Nemusíme hledat obvyklé biologické projevy schopnosti přežití u znaků, jako je náboženství, hudba a rituální tance, přestože také mohou existovat. Jak geny jednou poskytl svým nástrojům přežití mozky schopné rychlého



napodobování, převzaly memy vládu. Nemusíme ani uvažovat o genetické výhodě napodobování, přestože by to zajisté pomohlo. Vše, co je potřeba, je, aby byl mozek napodobování *schopen*; pak se vyvinou memy, které tuto schopnost plně využívají.

Dovolte mi uzavřít téma nových replikátorů a zakončit kapitolu vyjádřením jisté zdrženlivé naděje. Jednou jedinečnou charakteristikou člověka, která se mohla a nemusela vyvinout memeticky, je jeho schopnost vědomého předvídání. Sobecké geny (a pokud uznáte spekulace v této kapitole, pak i memy) nevidí do budoucna. Jsou to nevědomé, slepé replikátory. Skutečnost, že se replikují, spolu s určitými dalšími podmínkami, znamená, že se, chtě nechtě, budou vyvíjet k vlastnostem, které mohou být v ohraničeném smyslu použitým v této knize nazývány sobeckými. Jednoduchý replikátor, ať už gen či mem, se nevzdá krátkodobé sobecké výhody, byť by se mu to ve skutečnosti z dlouhodobého hlediska vyplatilo. To jsme poznali v kapitole o agresí. I přestože by „spiknutí hrdlíček“ bylo pro *každého jednotlivce* lepší než evolučně stabilní strategie, přírodní výběr musí dát přednost evolučně stabilní strategii.

Je možné, že další jedinečnou vlastností člověka je jeho schopnost opravdového, nezaujatého, nepředstíraného altruismu. Doufám, že tomu tak je, ale nebudu toto téma rozebírat, ani spekulovat o jeho možném memetickém vývoji. Závěrem bych chtěl říci, že když se na věc podíváme z té horší stránky a předpokládáme, že člověk je v základě sobecký, naše vědomé předvídání - naše schopnost simulovat si budoucnost v představách - nás může ochránit od nejhorších sobeckých chyb slepých replikátorů. Přinejmenším máme dostatečnou myšlenkovou výbavu, abychom se raději zabývali dlouhodobými sobeckými zájmy než těmi krátkodobými. Jsme schopni rozpoznat dlouhodobý prospěch z účasti ve „spiknutí hrdlíček“ a společně se sejít a probrat způsoby, jak zajistit, aby toto spiknutí bylo funkční. Máme možnost postavit se sobeckým genům, které jsou nám vrozené, a pokud je to potřeba, tak i sobeckým memům našich ideologií. Můžeme se bavit o způsobech, jak záměrně pěstovat a kultivovat čistý, nezaujatý altruismus - něco, co v přírodě nemá místo, co nikdy v celé historii světa neexistovalo. Jsme vytvořeni jako nástroje genů a vychováváni jako nástroje memů, ale můžeme se vzepřít našim stvořitelům. My jediní na Zemi se můžeme vzbouřit proti tyranii sobeckých replikátorů.<sup>62</sup>

## Milí hoši skončí první

Milí hoši skončí poslední. Toto rčení údajně pochází ze světa baseballu, ačkoli některé autority tvrdí, že byl převzat odjinud. Americkému biologovi Garrettovi Hardinovi posloužilo jako shrnutí poselství sociobiologie. Výstižnost tohoto obratu je zjevná. Přeložíme-li hovorový výraz „milý hoch“ do jeho darwinovského ekvivalentu, rozumíme pod ním jedince, který na svůj úkor pomáhá ostatním příslušníkům svého druhu přenést jejich geny do další generace. Zdá se, že počet milých hochů musí nutně klesat, neboť laskavost umírá darwinovskou smrtí. Je tu ovšem ještě další, technický, význam hovorového slova „milý“. Pokud vyjdeme z této definice, která od hovorového významu není příliš vzdálená, mohou milí hoši skončit jako *první*. Tento optimističtější závěr je tématem téhle kapitoly.

Připomeňme si nevraživce z 10. kapitoly. Byli to ptáci, kteří si navzájem pomáhali zjevně altruistickým způsobem, ale odmítali pomoci těm, kdo v minulosti odmítli pomoci jim, a proto si vůči nim vypěstovali nevraživost. Nevraživci se v populaci pomnožili, neboť byli úspěšnější nežli kavky (které pomáhaly všem bez rozdílu a byly zneužívány) i podvodníci (ti zkoušeli bezohledně využívat všechny a doplatili na to). Příběh nevraživců ilustruje důležitý obecný princip, jež Robert Trivers nazval „recipročním altruismem“. Jak jsme viděli na příkladu čistíků (str. 170), neomezuje se reciproční altruismus jen na příslušníky jednoho druhu. Účastní se ve vztazích označovaných jako symbióza - například vztah mravenců a jejich skotu - mšic (str. 165). Od těch dob, kdy jsem napsal 10. kapitolu, rozvinul americký politolog Robert Axelrod (ve spolupráci s W. D. Hamiltonem, často citovaným v této knize) myšlenku recipročního altruismu do vzrušujících nových rozměrů. Právě Axelrod ujasnil technický význam slova „milý“, na který jsem poukázal v prvním odstavci.

Axelroda, právě tak jako mnoho jiných politologů, ekonomů, matematiků a psychologů, fascinovala jednoduchá hazardní hra nazývaná věžňovo dilema. Je natolik jednoduchá, že ji někteří velmi inteligentními lidé, s nimiž jsem se setkal, nebyli si to pochopit, protože stále čekali, že v sobě

skrývá cosi složitějšího. Její jednoduchost je však klamná. Jejím variantám a rozvíjením jsou věnovány celé police knihoven. Mnoho vlivných lidí se domnívá, že v sobě ukrývá klíč ke strategickému obrannému plánování a že bychom ji měli studovat v zájmu odvrácení třetí světové války. Jako biolog souhlasím s Axelrodem a Hamiltonem v tom, že mnoho živočichů i rostlin hraje nekonečné partie věžňovo dilematu po dobu měřenou časem evoluce.

V původní, lidské, verzi se hry účastní dva hráči a „bankéř“, který jim přisuzuje a vyplácí výhry. Předpokládáme, že hrají proti vám (ačkoli slovo „proti“ je, jak uvidíme, přesně výrazem toho, co by se dít nemělo). Každý z nás má pouze dvě karty, z nichž na jedné je napsáno „spolupráce“ a na druhé „zrada“. Hra spočívá v tom, že zvolíme jednu z těchto karet a položíme ji před sebe obráceně, aby ani jeden z nás nemohl být ovlivněn tahem toho druhého, a ve výsledku tedy táhneme současně. Poté napjatě čekáme, až bankéř naše karty otočí. Napjatí jsme proto, že výsledek nezávisí jen na tom, jakou kartu jsme vyložili my, ale i na tom, jakou kartou zahrál náš protivník, což zatím nevíme.

Kombinace dvakrát dvou karet dává čtyři možné výsledky. Těmto výsledkům odpovídají následující výhry (uvedené v dolarech jako odkaz na původ hry v Severní Americe):

- Výsledek I: Oba jsme zahráli „spolupráce“. Bankéř nám oběma vyplatí 300 dolarů. Tato nezanedbatelná suma se nazývá *odměna* za vzájemnou spolupráci.
- Výsledek II: Oba jsme zahráli „zrada“. Bankéř nám udělí pokutu 10 dolarů, *trest* za vzájemnou zradu.
- Výsledek III: Vy jste zahrál „spolupráce“, zatímco já jsem zahrál „zrada“. Bankéř mi vyplatí 500 dolarů (nazývaných *pokušení* ke zradě) a vás (*oškubání*) o 100 dolarů připraví.
- Výsledek IV: Vy jste zahrál „zrada“, zatímco já jsem zahrál „spolupráce“. Bankéř vám vyplatí *pokušení* 500 dolarů a já jsem oškubán o 100 dolarů.

Výsledky III a IV jsou na první pohled zrcadlové obrazy, kdy jeden hráč dopadne velmi dobře a druhý velmi špatně. V případě I a II je výsledek pro oba stejný, ovšem v prvním případě je pro *oba* výrazně lepší. Přesné množství peněz přiřčené jednotlivým výsledkům není pro podstatu hry důležité. Nezáleží dokonce ani na tom, kolik z těchto plateb je kladných-(odměny) a kolik záporných (pokuty). To, na čem závisí, zda je možné považovat hru za pravé věžňovo dilema, je odstupňování těchto výsledků. Pokušení musí být lepší než odměna za spolupráci; ta musí být lepší než trest za vzájemnou zradu a ten musí být lepší než oškubání. (Abychom byli úplně přesní, je zde ještě jedna další podmínka, aby hra mohla být prohlášena za pravé věžňovo dilema, a sice, že průměr pokušení a oškubání nesmí překročit odměnu za spolupráci. Proč taková další podmínka, ještě uvidíme.) Čtyři možné výsledky jsou znázorněny v tabulce A.

		Váš tah	
		Spolupráce	Zrada
Můj tah	Spolupráce	<b>celkem dobré ODMĚNA</b> (za vzájemnou spolupráci) * 300 dolarů	<b>velmi špatné OŠKUBÁNÍ</b>  *pokuta 100 dolarů
	Zrada		

Zrada

<b>velmi dobré POKUŠENÍ</b> (ke zradě) * 500 dolarů	<b>dost špatné TREST</b> (za vzájemnou zradu) * pokuta 10 dolarů
---	--

Tabulka A Můj zisk z možných výsledků věžňova dilematu

Proč se však hra nazývá dilema? Podívejte se na tabulku a zkuste si představit, jaké myšlenky se mi mohou jakožto vašemu protihráči honit hlavou. Víím, že vy můžete zahrát buď spolupráce, nebo zrada. Pokud jste zahráli zrada (takže se řídíme pravým sloupcem), má nejlepší odpověď by byla rovněž zrada. Zaplatím za to sice trest za vzájemnou zradu, ovšem pokud bych zahrál spolupráce, dopadl bych ještě hůře - jako oškubaný. Nyní zvažme druhou z možností, tedy že jste zahráli spolupráce. Z levého sloupce vidíme, že „zrada“ je pro mě opět ten nejlepší tah. Kdybych rovněž spolupracoval, obdrželi bychom oba odměnu za vzájemnou spolupráci, a to poměrně vysokou. Zradím-li však, získám ještě více. Nezávisle na tom, co jste zahráli vy, můj nejlepší tah je *vždy zrada*. Tak mi velí neomylná logika.

Vám samozřejmě táž neomylná logika říká přesně totéž. Potkají-li se tedy dva racionální hráči, oba vždy zradí a skončí s pokutou. Přesto však oba vědí, že kdyby *oba* vynesli kartu spolupráce, získali by poměrně lákavou odměnu. Proto se této hře říká dilema a proto se zdá tak k zbláznění paradoxní, že se dokonce vyskytly návrhy, že by měla být postavena mimo zákon.

Proč dilema, tedy vííme. Označení „věžňovo“ pochází z následujícího pomyslného příkladu. Měnou v tomto příkladu nejsou peníze, nýbrž výše trestu odnětí svobody. Dva muži - řekněme jim Peterson a Moriarty - jsou ve vazbě pro podezření ze spoluúčasti na několika trestných činech, přičemž důkazy existují pouze o těch méně závažných. Každému z nich je dána příležitost zradit svého kolegu a podat proti němu usvědčující důkaz. Výsledek záleží na tom, co udělají oba, přičemž ani jeden z nich neví, jak se zachoval ten druhý. Zradí-li Peterson Moriartyho a ten zůstane zticha, tudíž obvinění nevyvrátí (což znamená, že spolupracuje se svým bývalým - a jak se ukáže, zrádným - přítelem), dostane Moriarty těžký trest, zatímco Peterson skončí na svobodě, což v tomto případě představuje pokušení. Zradí-li jeden druhého navzájem, budou oba usvědčeni, ale jejich trest bude, s přihlédnutím k příznání jako polehčující okolnosti, o něco nižší, byť stále dost tvrdý, což zde představuje trest za vzájemnou zradu. Pokud však oba spolupracují (samozřejmě spolu, nikoli s vyšetřovateli) tím, že odmítají vypovídat, mohou být usvědčeni pouze z menších přečinů a jejich tresty budou podstatně nižší, což je odměna za vzájemnou spolupráci. Jakkoli se může zdát podivné nazývat vězení odměnou, přesně tak by se jevílo mužům, pro něž je alternativou podstatně delší trest. Jistě vám neušlo, že ačkoli výsledky zde nejsou udávány v dolarech, ale v letech vězení, základní vlastnosti hry zůstávají zachovány (především odstupňování výhodnosti jednotlivých výsledků). Podívá-te-li se na situaci očima každého z věžňů a uvážíte, že jsou motivováni vlastními racionálními zájmy a že nemají příležitost se vzájemně domluvit, musíte dojít k závěru, že ani jeden z nich nemá jinou volbu než zradit spoluvězně, čímž se oba odsoudí k těžkým trestům.

Je z tohoto dilematu nějaká cesta ven? Oba hráči vědí, že ať udělá jejich protivník cokoli, je pro ně nejlepší zradit, přestože *oba* také vědí, že kdyby *oba* spolupracovali, vyšli by z toho lépe. Kdyby ... kdyby ... kdyby tak jen byla nějaká cesta, jak se dohodnout, nějaký způsob, jak jeden druhého ujistit, že nám může věřit, že se nerozhodneme pro sobeckou výhru, nějaký způsob zprostředkování dohody.

V jednoduché hře věžňova dilematu taková možnost neexistuje. S výjimkou případu, že jeden z hráčů je skutečně svatý, příliš dobrý pro tento svět, je hra odsouzena skončit vzájemnou zradou i s jejím paradoxně nevýhodným výsledkem pro oba hráče. Je zde ovšem ještě další zajímavá verze této hry, „opakované“ (iterated) věžňovo dilema. Opakovaná hraje komplikovanější, a v její komplikovanosti se ukrývá naděje.

Opakovaná hraje prostě normami hra, ovšem opakovaná s týmiž hráči po řadu tahů, jejichž počet není hráčům předem znám. Znovu tedy sedíme proti sobě s bankéřem uprostřed. Znovu máme k dispozici pouze dvě karty označené „spolupráce“ a „zrada“. Znovu současně vynášíme jednu kartu a bankéř podle výše uvedených pravidel buď vyplácí výhry, nebo vybírá pokuty. Pak si však místo toho, aby hra skončila, vezmeme své karty zpět a připravíme se na další kolo. Další tahy hry nám umožňují vybudovat si důvěru či nedůvěru, oplácet či utěšovat, odpouštět nebo se zatvrdit. Ve hře na neurčitý počet kol je podstatné to, že oba můžeme spíše než na úkor spoluhráče vyhrát na úkor bankéře.

Po deseti kolech bych teoreticky mohl vyhrát až 5 000 dolarů, ale to pouze v případě, že byste byli neskutečně hloupí (nebo svatí) a vždy zahráli spolupráce, bez ohledu na to, že já ustavičně zrazuji. Mnohem realističtější je představa, že oba získáme 3 000 dolarů tím, že budeme ve všech deseti kolech spolupracovat. K tomu nemusíme být nijak zvlášť svatí, protože nám oběma bude na základě předchozích kol zřejmé, že druhému lze důvěřovat. Můžeme tedy navzájem usměřňovat chování toho druhého. Další situace, která může celkem snadno nastat, je, že si důvěřovat nebudeme a zahrajeme zrada ve všech deseti kolech, a bankéř od každého z nás získá 100 dolarů na pokutách. Nejpravděpodobnější však je, že oba zahrajeme nějakou směs spolupráce a zrazy, a skončíme s nějakou prostřední sumou peněz.

Ptáci z 10. kapitoly, kteří si navzájem vybírali čmelíky, hráli vlastně opakované věžňovo dilema. Jak to? Pro ptáka je důležité se čmelíků zbavit, ale nedosáhne si na temeno hlavy a potřebuje, aby to za něj udělal někdo jiný. Zdá se jedine spravedlivé, že tomu druhému jeho laskavost oplátí. Prokázat takovou službu však ptáka stojí čas, byť ne mnoho. Pokud se ptákovi podaří uspět s podvodem, zbavit se svých čmelíků a odmítnout oplátku - dosáhne zisku bez výdaje. Porovnejte si výsledky, a zjistíte, že jde o právě věžňovo dilema. Spolupráce obou (vybrat si čmelíky navzájem) je velmi výhodná, ale stále je zde pokušení vyjít z toho ještě lépe tím, že odmítneme vydat energii na oplátku. Oboustranné od-

mítnutí vybrat čmelíky je dosti nepříjemné, ale ještě stále ne tolik jako vydat energii na to, abyste vybral čmelíky někomu jinému a sám zůstal zamořený. Výsledky jsou na obrázku B.

		<b>Váš tah</b>	
		Spolupráce	Zrada
<b>Můj tah</b>	Spolupráce	<i>celkem dobré</i> <b>ODMĚNA</b> Zbavím se svých čmelíků, nicméně za to zaplatím odstranění vašich.	<i>velmi špatné</i> <b>OŠKUBÁNÍ</b> Nezbavím se čmelíků, přestože jsem zaplatil práci odstraněním na vašich.
	Zrada	<i>velmi dobré</i> <b>POKUŠENÍ</b> Zbavím se svých čmelíků, aniž bych zaplatil odstraněním vašich.	<i>dost špatné</i> <b>TREST</b> Nezbavím se čmelíků se zanedbatelnou útechou, že jsem nemusel odstraňovat vaše.

Tabulka B Hra na odstraňování čmelíků: varianty výsledků různých kombinací chování

To je ovšem jenom jeden příklad. Čím déle se nad tím zamýšlíte, tím je vám jasnější, že život je protkáno opakujícími se hrami věžňova dilematu, a to nejen lidský život, ale i život zvířat, a dokonce i život rostlin. Život rostlin? Ano, proč ne? Nemluvíme přece o vědomých strategiích (přestože občas bychom mohli), ale o strategiích ve smyslu teorie Maynarda Smitha, strategiích, které mohou být naprogramovány geny. Později se setkáme s rostlinami, zvířaty, a dokonce i bakteriemi hrajícími opakovaně věžňovo dilema. Nejdříve si však ujasněme, co je na opakování hry tak důležité.

Na rozdíl od jedné hry, jejíž výsledek lze snadno předvídat na základě toho, že jedinou racionální strategií zde je zrada, nabízí opakovaná hra řadu strategických možností. V jedné hře máte na výběr jen ze dvou možností, buď spolupracovat, nebo zradit. Opakování však nabízí mnoho přijatelných strategií, u kterých nelze nijak na první pohled určit, která je nejlepší. Následující příklad „Většinou spolupracuj, ale v deseti procentech případů zkus náhodně zradit“ je jedním z tisíců. Strategie mohou být rovněž podmíněné na základě průběhu předchozích her. Příkladem takové strategie je nevraživec. Má dobrou paměť na tváře, a přestože s neznámými vždy spolupracuje, zásadně odmítá partnery, kteří už jednou zradili. Jiné strategie mohou být vstřícnější a mít kratší paměť.

Počet strategií nabízejících se v opakované hře je zjevně omezen pouze vynalézavostí. Lze nějak určit, která z nich je nejlepší? Axelrod si takový cíl vytyčil. Dostal zajímavý nápad uspořádat soutěž a vyzval odborníky na teorii her, aby mu zaslali své strategie. Strategie v tomto smyslu jsou před-programovaná pravidla postupu, a tak mu je mohli zaslat v počítačovém jazyce. Do soutěže bylo zasláno čtrnáct strategií. Axelrod k nim pro srovnání přidal strategii nazvanou „náhodná“, která spolupracovala či zrazovala zcela náhodně a sloužila jako jakási startovní čára: kdyby si strategie vedla hůře nežli náhodně, musela by to být pěkně špatná strategie.

Axelrod přeložil všech patnáct strategií do společného programovacího jazyka a postavil je jednu proti druhé na výkonném počítači. Každá strategie sehrála jednu hru opakovaného věžňova dilematu o 200 tazích proti každé z ostatních a sobě samé. Jelikož zde bylo 15 strategií, proběhlo na počítači 15 x 15, tedy 225 nezávislých her. Nakonec se sečetly výsledky a určil vítěz.

		<b>Váš tah</b>	
		Spolupráce	Zrada
<b>Můj tah</b>	Spolupráce	<i>celkem dobré</i> <b>ODMĚNA</b> (za vzájemnou spolupráci) <b>3 body</b>	<i>velmi špatné</i> <b>OŠKUBÁNÍ</b>  <b>0 bodů</b>
	Zrada	<i>velmi dobré</i> <b>POKUŠENÍ</b> (ke zradě) <b>5 bodů</b>	<i>dost špatné</i> <b>TREST</b> (za vzájemnou zradu)  <b>1 bod</b>

Tabulka C Zisky z jednotlivých kombinací tahů v Axelrodově počítačovém turnaji

Nás ovšem nezajímá, která strategie vyhrála proti které. Důležité je, která strategie nasbírala nejvíce bodů celkem ve všech hrách. Body byly

přiděleny podle následujícího schématu: odměna (za vzájemnou spolupráci) 3 body, pokušení (za jednostrannou zradu) 5 bodů, trest (za vzájemnou zradu) 1 bod a oškubání (spolupráce se zrádcem) 0 bodů (jako ekvivalent těžkého trestu z příkladu se skutečnými vězni).

Maximální možný výtěžek pro jednu strategii tedy byl 15 000 bodů (200 tahů po 5 bodech v 15 hrách). Minimální možný výtěžek byl 0. Není snad ani třeba zmiňovat, že žádný z obou extrémů nenastal. Nelze očekávat, že by strategie v průměrném utkání získala více než 600 bodů, tedy výtěžek odpovídající situaci, kdy oba hráči vytrvale spolupracují a získají po 3 bodech za každý z 200 tahů. Kdyby kterýkoli z nich podlehl pokušení zradit, skončili by pravděpodobně s méně body než 600 v důsledku odvety ze strany druhého (téměř každá ze strategií měla zabudovaný nějaký druh odvetného chování). Proto můžeme 600 bodů použít jako horní standard (benchmark) a výtěžek vyjadřovat jako procento tohoto standardu. V takovém měřítku je teoreticky možné dosáhnout až 166 % (1 000 bodů), ale v praxi průměrný výtěžek žádné strategie nepřesáhne 600.

Pamatujme na to, že všichni účastníci soutěže jsou počítačové programy, naprogramované strategie. Jejich lidští autoři hrají stejnou roli jako geny programující těla (vzpomeňme na zmínku o počítačovém šachu a poselství z Andromedy ze 4. kapitoly). O zasláných strategiích můžeme uvažovat jako o malých zástupcích svých autorů. Konečně jeden autor mohl zaslat i více strategií. (Dokonce by se mohl i pokusit podvádět - což by ale Axelrod nejspíše odhalil a nepovolil - tak, že by zahltil soutěž obětavými strategiemi a přidal jednu schopnou z jejich obětavosti těžit).

Některé zasláné strategie byly velmi důvtipné, i když zajisté ne tolik jako jejich autoři. Pozoruhodné je, že vítězná strategie byla nejjednodušší a při povrchním pohledu se zdála i nejméně důmyslná. Jmenovala se „půjčka za oplátku“ (tit for tat) a zaslal ji profesor Anatol Rapoport, známý psycholog a odborník na teorii her z Toronta. „Půjčka za oplátku“ v prvním tahu spolupracuje a v dalších prostě opakuje předchozí tah protihráče.

Jak probíhá hra, které se „půjčka za oplátku“ účastní? Jako vždy to závisí na protihráči. Jako první možnost uvažme partii, v níž protihráčem je rovněž „půjčka za oplátku“ (taková partie byla, jak víme, v soutěži zahrnuta). Oba soupeři začínají spoluprací. V dalším tahu zopakují tah protihráče z předchozího kola, zahrají tedy spolupráce. Takto pokračují ve spolupráci až do posledního kola a obdrží 600 bodů - 100 % standardu.

Podívejme se teď na partii „půjčky za oplátku“ proti strategii „naivní pokušitel“ (naive prober). „Naivní pokušitel“ sice do Axelrodovy soutěže nedorazil, ale pro srovnání je velmi užitečný. Tato strategie je v zásadě totožná s „půjčkou za oplátku“, jen „naivní pokušitel“ se čas od času, řekněme náhodně, ale v průměru jednou za deset tahů, pokusí zradit a inkasovat vysoký zisk - pokušení. Do té doby hra běží, jako by proti sobě stály dvě „půjčky za oplátku“. Probíhá dlouhá série spolupráce, z níž oba hráči získají velice příznivých 100 % standardu. Náhle však, a bez varování, řekněme v osmém tahu, „naivní pokušitel“ zradí. „Půjčka za oplátku“ samozřejmě spolupracovala, a tak v tomto tahu skončí oškubaná - s nulou. „Naivní pokušitel“ si tím zdánlivě polepšil, protože on v tomto tahu získal 5 bodů. Jenže v dalším tahu „půjčka za oplátku“ „sahá k odvetě“. Zopakuje předchozí tah protihráče a zahraje zrada. „Naivní pokušitel“, rovněž veden svým základním opakovacím algoritmem, zahrál v tomto tahu spolupráce - soupeřův tah z minulého kola. Oškubaný tedy nyní skončí on, zatímco „půjčka za oplátku“ získá 5 bodů. V dalším tahu „naivní pokušitel“ oplácí (lecko by si pomyslel, že dost neoprávněně) „půjčce za oplátku“ její zradu z předchozího tahu. Toto střídání pokračuje až do konce hry a v jeho průběhu oba hráči obdrží v průměru 2,5 bodu za tah (průměr z 5 a 0). To je méně než stabilní přísun 3 bodů za tah, jež mohou hráči získat za nepřerušenu vzájemnou spolupráci (tomu, aby v pravém vězňově dilematu byla při opakované hře spolupráce takto zvýhodněna, slouží podmínka, že průměr pokušení a oškubání nesmí být vyšší než odměna, což jsem na straně 185 nechal bez vysvětlení). Když tedy hraje „naivní pokušitel“ proti „půjčce za oplátku“, dopadnou oba hůř, než když hraje „půjčka za oplátku“ proti „půjčce za oplátku“. Hraje-li „naivní pokušitel“ proti „naivnímu pokušiteli“, dopadnou oba ještě o něco hůř, protože se do cyklu vzájemných odvet (rezonující zrady) dostanou dříve.

Nyní vezmeme v úvahu strategii nazvanou „smířlivý pokušitel“ (re-morsefull prober). Podobá se „naivnímu pokušiteli“, až na to, že se aktivně snaží vzniklé cykly vzájemných oplat přerušit. K tomu potřebuje o něco delší paměť „než půjčka za oplátku“ nebo\* „naivní pokušitel“. „Smířlivý pokušitel“ si pamatuje, zda jeho zrada byla spontánní a následovala okamžitá odvěta. V takovém případě povolí „smířlivě“ svému protivníkovi jednu „ránu zdarma“, bez odvety. Tím v zárodku utne případnou sérii vzájemných odvet. Když si nyní představíme, jak by vypadala hra mezi „půjčkou za oplátku“ a „smířlivým pokušitelem“, zjistíme, že v ní budou okamžitě odvráceny všechny hrozby vzájemné odvety na pokračování. Většina tahů proběhne ve vzájemné spolupráci, protože se oba hráči budou těšit z bohatého výtěžku. „Smířlivý pokušitel“ si v partii s „půjčkou za oplátku“ vede lépe než „naivní pokušitel“, ale hůř, než by si vedla „půjčka za oplátku“ sama.

Některé strategie zasláné do Axelrodovy soutěže byly daleko komplikovanější než „smířlivý“ nebo „naivní pokušitel“, a přesto skončily v celkovém součtu s méně body než jednoduchá „půjčka za oplátku“. Vpravdě nejméně úspěšná ze všech strategií (s výjimkou „náhodné“) byla ta nejsložitější. Byla zaslána s označením „autor předmětem utajeni“, což zavdalo podnět k roztomilým spekulacím: Někjaká šedá eminence z Pentagonu? Šéf CIA? Henry Kissinger? Sám Axelrod? Obávám se, že pravdu se už nedozvíme.

Není zas tak zajímavé rozebírat detaily ostatních zasláných strategií, koneckonců tato kniha není o vynalézavosti lidských programátorů. Zajímavější je pokusit se rozdělit strategie do určitých kategorií a posoudit úspěšnost těchto širších skupin. Nejdůležitější kategorií, kterou Axelrod odlišil, jsou „milé“ (nice) strategie. Milá strategie je definována jako taková, která nikdy nezradí jako první. Příkladem budiž „půjčka za oplátku“. Je sice schopna zradit, ale jedinečně v odvetě. Oba pokušitelé patří do kategorie „podlých“ (nasty) strategií, protože občas zradí, aniž by k tomu byli vyprovokováni. Z patnácti strategií zasláných do soutěže bylo osm z kategorie milých. Je dosti významné, že těchto osm se v soutěži umístilo na prvních osmi místech, zatímco zbývajících sedm podlých strategií zůstalo za nimi. „Půjčka

za oplátku" získala v průměru 504,5 za jednu hru, tedy velmi dobrý výtěžek - 84 % standardu. Ostatní milé strategie se umístily jen o něco za ní s výtěžkem 83,4 do 78,6 % standardu. Pak následovala velká mezera mezi nimi a 66,3 %, které získala strategie zasláná pod jménem „Graaskamp“, nejúspěšnější z podlých strategií. Tyto výsledky přesvědčivě ukazují, že milí hoši si v této hře vedli velmi dobře.

Další Axelrodova kategorie je „odpouštějící“ (forgiving) strategie. Odpouštějící strategie sice může odplácet, ale má krátkou paměť. Je ochotná přehlížet staré křivdy. „Půjčka za oplátku“ je odpouštějící strategie. Bezprostředně sice klepne zrádce přes prsty, ale pak řekne, „co jsme si, to jsme si“. Naopak nevraživec z 10. kapitoly je naprosto neodpouštějící. Pamatuje si zradu po celou hru. Nikdy se nezbaví nepřátelství vůči tomu, kdo ho byl jedinkrát zradil. Strategie formálně totožná s nevraživcem byla do Axelrodovy soutěže zaslána pod jménem „Friedman“: nevedla si zrovna nejlépe. Ze všech milých strategií (všimněte si, že přestože je to neodpouštějící strategie, technicky vzato je „milá“) skončil nevraživec-Friedman předposlední. Důvod neúspěchu neodpouštějících strategií je, že nejsou schopny vymanit se z cyklu vzájemných odvet, a to dokonce ani v situaci, kdy stojí proti „smířlivému“.

Je možné být ještě více odpouštějící než „půjčka za oplátku“. „Půjčka za dvě oplátky“ povoluje protivníkovi dvakrát zradit, než se uchýlí k odvetě. Mohlo by se to snad zdát příliš velkorysé až svaté, nicméně Axelrod zpětně dopočítal, že kdyby někdo zaslal do jeho soutěže „půjčku za dvě oplátky“, pak by tato strategie v soutěži zvítězila. Vytěžila by právě ze své schopnosti odvracet série vzájemných odvet.

Poznali jsme tedy dvě důležité vlastnosti úspěšných strategií: musí být milé a odpouštějící. Tento téměř utopický znějící závěr, že být milý a odpouštějící se vyplácí, velice překvapil řadu odborníků, kteří prokázali přehnanou vychytralost vymyšlením lehce podlých strategií, ale i ty, kdo se ani přes snahu vymyslet milou strategii neodvážili přispět natolik odpouštějící strategií jako „půjčka za dvě oplátky“.

Když Axelrod uspořádal druhý turnaj, sešlo se mu dvaadesát příspěvků, ke kterým opět přidal strategii „náhodná“. Tentokrát nebyl pevně stanoven počet kol z důvodu, který vysvětlím později. Výtěžek můžeme i zde vyjadřovat jako procento standardu nebo výtěžku za stálou spolupráci, přestože tentokrát nezůstane pevně na 600 bodech.

Programátoři byli před druhou soutěží vybaveni výsledky té první včetně Axelrodovy analýzy, proč si „půjčka za oplátku“ a ostatní milé a odpouštějící strategie vedly tak dobře. Jak se dalo očekávat, účastníci si z této zkušenosti tak či onak vzali poučení. V podstatě se rozdělili na dvě myšlenkové školy. Jedni vyšli z poznatku, že být milý a odpouštějící jsou zjevně vítězné vlastnosti, a na jeho základě zaslali milé a odpouštějící strategie. John Maynard Smith zašel tak daleko, že zaslal zmíněnou „půjčku za dvě oplátky“. Druhá myšlenková škola mínila, že řada jejích kolegů vyjde z Axelrodovy analýzy a zašle milé a odpouštějící strategie. Zaslali proto podlé strategie, aby využily měkké strategie, jejichž přítomnost předpokládali.

Podlost se však ani tehdy nevyplatila. „Půjčka za oplátku“ opět zvítězila a získala 96 % standardu. Milé strategie se opět umístily v zásadě lépe než podlé. Mezi patnácti nejlepšími byla jen jedna podlá a mezi patnácti nejhoršími byla jen jedna milá. Co se týče strategie „půjčka za dvě oplátky“, která by byla zvítězila, kdyby byla zaslána do první soutěže, ne zvítězila ve druhé právě proto, že startovní pole nyní obsahovalo řadu lehce podlých strategií, uzpůsobených právě ke zneužívání takovýchto učiněných dobrotivců.

To podtrhuje jednu důležitou vlastnost těchto turnajů. Úspěch určité strategie totiž závisí na tom, jaké další strategie jsou ve hře. To je jediná věc, v čem se liší druhá soutěž, v níž „půjčka za dvě oplátky“ příliš neuspěla, od první, kterou by byla vyhrála. Ale jak jsem už řekl, námětem

této knihy není vynalézavost lidských programátorů. Máme možnost určit opravdu nejlepší strategii v obecnějším smyslu? Ten, kdo pozorně četl předcházející kapitoly, jistě tuší, že odpověď nám poskytne teorie evolučně stabilních strategií.

Byl jsem jedním z těch, komu Axelrod zaslal své úvodní výsledky s výzvou zúčastnit se druhé soutěže. To jsem sice neudělal, zato jsem Axelrodovi navrhl něco jiného. Axelrod už tehdy začínal do svých úvah evolučně stabilní strategie zahrnovat, ale já považoval tento směr za tak důležitý, že jsem mu napsal, aby zkontaktoval W. D. Hamiltona, který v té době, aniž by o tom Axelrod věděl, pracoval na jiné katedře téže školy, univerzity v Michiganu. Axelrod se skutečně s Hamiltonem okamžitě spojil a výsledkem jejich spolupráce byl vynikající společný článek v *Science* v roce 1981: získal cenu Newcomba Clevelanda Americké asociace pro pokrok ve vědě. Kromě popisu nádherných příkladů výskytu opakovaného vězňova dilematu v přírodě zde autoři podpořili přístup využívající myšlenku evolučně stabilních strategií.

Srovnáme přístup evolučně stabilních strategií se systémem „každý s každým“, použitým v Axelrodově soutěži. „Každý s každým“ se podobá fotbalové lize. Každá strategie se utkává s každou z ostatních ve stejném počtu utkání. Celkový výsledek je součtem bodů získaných v utkáních proti všem ostatním. Aby byla strategie úspěšná v soutěži každý s každým; musí být úspěšná ve hře s každou strategií, kterou účastníci zrovna zaslali. Axelrod pro strategii, která je úspěšná proti pestré směsici jiných strategií, vymyslel přívlastek „statná“ (robust). „Půjčka za oplátku“ se ukázala být statnou strategií. Jenomže soubor strategií, které účastníci zrovna zaslali, je namátkový soubor. Nad tím jsme se už zamýšleli před chvílí. V Axelrodově první soutěži zrovna došlo k tomu, že asi polovina zaslanych byly milé strategie. „Půjčka za oplátku“ v tomto prostředí vyhrála a „půjčka za dvě oplátky“ by v něm byla bývala vyhrála, kdyby byla zaslána. Ale předpokládejme, že by většina účastníků zaslala podlé strategie. To se snadno mohlo stát. Koneckonců šest ze čtrnácti byly podlé strategie. Kdyby všech třináct ostatních bylo podlých, „půjčka za oplátku“ by ne zvítězila. Nebylo by pro ni příznivé prostředí. Nejenom výtěžek, ale i úspěšnost vzhledem k jiným strategiím je tedy závislá na něčem tak

náhodném, jako jsou lidské nápady. Jak lze tuto závislost omezit? Uvažováním v pojmech evolučně stabilních strategií.

Důležitou vlastností evolučně stabilní strategie je, jak si pamatujeme z předcházejících kapitol, že si vede dobře i v situaci, kdy je v populaci ostatních strategií početněji zastoupena. Označit řečnicko „půjčku za oplátku“ za evolučně stabilní strategií by tedy znamenalo tvrdit, že by si tato strategie vedla dobře v prostředí, v němž by převládala. To bychom mohli chápat jako určitý druh „statnosti“. Jako evolucionisté jsme v pokušení pohlížet na to jako na jediný druh statnosti, na němž záleží. Proč na tom tolik záleží? Protože v darwinovském světě se výhry nevyplácejí v penězích, ale v potomstvu. Pro darwinistu je úspěšnou taková strategie, která je schopna se v populaci jiných strategií pomnožit. A aby strategie zůstala úspěšnou, musí si vést dobře i v prostředí, kde převládá.

Axelrod nakonec uspořádal ještě třetí turnaj, v uspořádání podobném průběhu evoluce přírodním výběrem, jehož prostřednictvím hledal evolučně stabilní strategie. Tento pokus vlastně ani nenazval třetím turnajem, protože do něj už nepřijímal další příspěvky, ale použil oněch třiašedesát strategií z druhého turnaje. Připadá mi vhodné nazvat tento pokus třetím turnajem, protože se od předchozích dvou turnajů, pořádaných na způsob každý s každým, liší více než tyto dva turnaje navzájem.

Axelrod zadal všech třiašedesát strategií do počítače jako „první generaci“ evoluční řady. Tato „první generace“ se tedy nacházela v prostředí se stejným zastoupením všech strategií. Všem strategiím byly přiděleny výhry, ovšem nikoli v penězích či bodech, ale v *potomstvu*, počtu identických strategií přidávaných do druhé generace. Takto byly odvozeny i následující generace, ve kterých se už počet strategií začal lišit. Některé strategie se početně zmenšily, případně vyhynuly a jiné se zase pomnožily. Tím se ovšem měnilo i „prostředí“, v němž probíhalo srovnávání úspěšnosti strategií v následujících generacích.

Nakonec, asi po tisíci generacích, se poměrné zastoupení jednotlivých strategií v prostředí přestalo měnit. Bylo dosaženo stability. Do té doby se počty jednotlivých strategií měnily, některé zaznamenaly přechodný vzestup, po němž následoval pokles, právě tak jako v mé počítačové simulaci podvodníků, kavek a nevráživců. Některé strategie směřovaly k vyhnutí od samého počátku, a většina vymizela před dvoustou generací. Jedna nebo dvě podlé strategie se zpočátku pomnožily, ale jejich úspěch byl právě tak jako u podvodníka v mé simulaci krátkodobý. Jediná podlá strategie, která přežila dvoustou generaci, byla strategie zasláná pod jménem „Harrington“. Tato strategie zaznamenala velký úspěch, který trval až do sto padesáté generace. Poté začala spíše postupně ustupovat a úplně vymizela teprve krátce před tisíci generací. Úspěšnost této strategie měla stejný důvod jako úspěšnost podvodníka z mé simulace. Využívala příliš odpouštějící strategie, jako je „půjčka za dvě oplátky“, dokud tyto strategie byly přítomny. Když ale dobrotivé strategie vyhynuly, „Harrington“ je následoval, protože pro něj nezbyla žádná snadná kořist. Pole se otevřelo pro milé, ale oplácející strategie, takové jako „půjčka za oplátku“.

Ta konečně zvítězila v pěti ze šesti kol třetího turnaje, právě tak jako v prvním a druhém turnaji. Pět dalších milých, ale oplácejících strategií zaznamenalo úspěch (v podobě silného zastoupení ve výsledné generaci) srovnatelný s „půjčkou za oplátku“ a jedna z nich dokonce vyhrála šestý turnaj. Poté co vyhynuly všechny podlé strategie, nebylo možné ani rozlišit ostatní milé strategie od „půjčky za oplátku“, protože všechny vždy spolupracovaly.

Důsledkem této neodlišitelnosti je, že přestože se „půjčka za oplátku“ zdá být stabilní, důsledně vzato není pravou evolučně stabilní strategií. Nezapomeňte, že podmínkou pro to, aby strategie mohla být evolučně stabilní je, že převládá-li v populaci, nesmí být napadnutelná žádnou vzácnou mutantní strategií. „Půjčka za oplátku“ sice nemůže být napadnuta žádnou podlou strategií, ale nezapomínejme na ostatní milé strategie. Před chvílí jsme si řekli, že v populaci milých strategií se všechny chovají úplně stejně: vytrvale spolupracují. Jakákoli jiná milá strategie, včetně naprosto svaté „vždy spolupracuj“, by mohla, bez jakékoli selektivní výhody oproti „půjčce za oplátku“, proniknout do její populace, aniž by byla zpozorována nějaká změna. Důsledně vzato tedy „půjčka za oplátku“ není evolučně stabilní strategie.

Mohli bychom říci, že když tedy svět zůstane stejně milý, mohli bychom „půjčku za oplátku“ za evolučně stabilní strategii považovat. Avšak běda, podívejme se, co bude následovat. „Vždy spolupracuj“ není stabilní vůči invazi podlých strategií, tak jako „půjčka za oplátku“. „Vždy zrad“ si na rozdíl od „půjčky za oplátku“ vede výjimečně dobře v přítomnosti „vždy spolupracuj“, protože na její úkor vždy získá pokušení. Podlé strategie, jako „vždy zrad“, tedy nedovolí, aby se příliš milé strategie, jako „vždy spolupracuj“, rozmnožily.

Přestože „půjčka za oplátku“ tedy není pravá evolučně stabilní strategie, lze předpokládat, že směs v zásadě milých, ale odvetných strategií může evolučně stabilní strategii zhruba odpovídat. Taková směs může obsahovat i malou příměs podlosti. Robert Boyd s Jeffreyem Lorberbaumem v jednom z nejzajímavějších pokračování Axelrodovy práce sledovali směs „půjčky za oplátku“ se strategií nazvanou „podezřelá půjčka za oplátku“ (suspicious tit for tat). „Podezřelá půjčka za oplátku“ je z technického hlediska podlá, ale ne *příliš*. Chová se stejně jako „půjčka za oplátku“, až na to, že v prvním tahu zrazuje, což jí činí podlou. V prostředí, kde úplně převládá „půjčka za oplátku“, se „podezřelá půjčka za oplátku“ nedaří, protože její úvodní zrada spustí nepřetržitou řadu vzájemných odvet. Když se však setká s „půjčkou za dvě oplátky“, shovívavost této strategie tento bludný kruh prolomí a oba hráči docílí výtěžku

blížího se standardu za téměř nepřetržitou spolupráci, a „podezřelá půjčka za oplátku“ navíc získá příplatek za úvodní zradu. Boyd s Lorberbaumem ukázali, že populace „půjčky za oplátku“ může být z evolučního pohledu napadena *kombinací* „půjčky za dvě oplátky“ a „podezřelé půjčky za oplátku“, protože tyto dvě strategie jsou úspěšné, jsou-li pohromadě. Není to nepochybně kombinace jediná, která může podobným způsobem uspět. Je nejspíše spousta kombinací podlých a odpouštějících strategií, které jsou společně schopny napadat stabilní populace. Mnozí z vás v tom asi spatří odraz běžných situací lidského života.

Axelrod rozpoznal, že přísně vzato „půjčka za oplátku“ není evolučně stabilní strategií, a aby jinak popsal její vlastnosti, zvolil termín „kolektivně stabilní strategie“. Tak jako v případě pravé evolučně stabilní strategie i zde je možné, aby existovalo několik kolektivně stabilních strategií zároveň. Znovu je zde otázkou náhody, která převládne první. „Vždy zrad“ je totiž právě tak stabilní jako „půjčka za oplátku“. V populaci, kde převládá „vždy zrad“, se žádné jiné strategii nemůže dařit lépe. Můžeme to brát jako systém, v němž jsou dva stabilní body, z nichž jedním je „vždy zrad“ a druhým „půjčka za oplátku“ (nebo nějaká směs víceméně milých, ale odvetných strategií). Stav, který převládne jako první, bude převládat navždy.

Co však z kvantitativního hlediska znamená „převládnout“? Kolik vyznavačů „půjčky za oplátku“ musí v populaci být, aby si „půjčka za oplátku“ vedla lépe než „vždy zrad“? To záleží na konkrétních odměnách, které může bankéř přidělovat v dané hře. Obecně lze říci pouze tolik, že existuje určitá kritická hodnota četnosti. Jedním směrem od tohoto ostří nože je překročena kritická hodnota pro „půjčku za oplátku“ a další kopie této strategie zde budou upřednostněny. Na druhou stranu je však možno překročit kritickou hranici pro strategii „vždy zrad“, kde budou naopak zvýhodňovány kopie této strategie. S podobným předělem jsme se setkali ve vyprávění o nevraživcích a podvodnících v 10. kapitole.

Je tedy zjevně důležité vědět, na které straně tohoto předělu se populace nalézá na *počátku*. Dále potřebujeme vědět, jak může případně přejít z jedné strany této hranice na druhou. Předpokládejme, že začínáme s populací, která je ustálena na převládající strategii „vždy zrad“. Řídce zastoupení vyznavači „půjčky za oplátku“ se navzájem nepotkávají tak často, aby z toho mohli mít prospěch. Přírodní výběr tedy populaci tlačí směrem k strategii „vždy zrad“. Kdyby se populace mohla nějakým náhodným posunem dostat přes zmíněnou hranu, pak by se snadno skutálela na stranu „půjčky za oplátku“ a všem by se dařilo lépe na účet bankéř-



Ta konečně zvítězila v pěti ze šesti kol třetího turnaje, právě tak jako v prvním a druhém turnaji. Pět dalších milých, ale oplácejících strategií zaznamenalo úspěch (v podobě silného zastoupení ve výsledné generaci) srovnatelný s „půjčkou za oplátku“ a jedna z nich dokonce vyhrála šestý turnaj. Poté co vyhynuly všechny podlé strategie, nebylo možné ani rozlišit ostatní milé strategie od „půjčky za oplátku“, protože všechny vždy spolupracovaly.

Důsledkem této neodlišitelnosti je, že přestože se „půjčka za oplátku“ zdá být stabilní, důsledně vzato není pravou evolučně stabilní strategií. Nezapomeňte, že podmínkou pro to, aby strategie mohla být evolučně stabilní je, že převládá-li v populaci, nesmí být napadnutelná žádnou vzácnou mutantní strategií. „Půjčka za oplátku“ sice nemůže být napadnuta žádnou podlou strategií, ale nezapomínejme na ostatní milé strategie. Před chvílí jsme si řekli, že v populaci milých strategií se všechny chovají úplně stejně; vytrvale spolupracují. Jakákoli jiná milá strategie, včetně naprosto svaté „vždy spolupracuj“, by mohla, bez jakékoli selektivní výhody oproti „půjčce za oplátku“, proniknout do její populace, aniž by byla zpozorována nějaká změna. Důsledně vzato tedy „půjčka za oplátku“ není evolučně stabilní strategie.

Mohli bychom říci, že když tedy svět zůstane stejně milý, mohli bychom „půjčku za oplátku“ za evolučně stabilní strategii považovat. Avšak běda, podívejme se, co bude následovat. „Vždy spolupracuj“ není stabilní vůči invazi podlých strategií, tak jako „půjčka za oplátku“. „Vždy zrad“ si na rozdíl od „půjčky za oplátku“ vede výjimečně dobře v přítomnosti „vždy spolupracuj“, protože na její úkor vždy získá pokusení. Podlé strategie, jako „vždy zrad“, tedy nedovolí, aby se příliš milé strategie, jako „vždy spolupracuj“, rozmnožily.

Přestože „půjčka za oplátku“ tedy není pravá evolučně stabilní strategie, lze předpokládat, že směs v zásadě milých, ale odvetných strategií může evolučně stabilní strategii zhruba odpovídat. Taková směs může obsahovat i malou příměs podlosti. Robert Boyd s Jeffreyem Lorberbaumem v jednom z nejzajímavějších pokračování Axelrodovy práce sledovali směs „půjčky za oplátku“ se strategií nazvanou „podezřelá půjčka za oplátku“ (suspicious tit for tat). „Podezřelá půjčka za oplátku“ je z technického hlediska podlá, ale *nepřiliš*. Chová se stejně jako „půjčka za oplátku“, až na to, že v prvním tahu zrazuje, což jí činí podlou. V prostředí, kde úplně převládá „půjčka za oplátku“, se „podezřelá půjčka za oplátku“ nedaří, protože její úvodní zrada spustí nepřetržitou řadu vzájemných odvet. Když se však setká s „půjčkou za dvě oplátky“, shovívavost této strategie tento bludný kruh prolomí a oba hráči docílí výtěžku blížícího se standardu za téměř nepřetržitou spoluprací, a „podezřelá půjčka za oplátku“ navíc získá příplatek za úvodní zradu. Boyd s Lorberbaumem ukázali, že populace „půjčky za oplátku“ může být z evolučního pohledu napadena *kombinací* „půjčky za dvě oplátky“ a „podezřelé půjčky za oplátku“, protože tyto dvě strategie jsou úspěšné, jsou-li pohromadě. Není to nepochybně kombinace jediná, která může podobným způsobem uspět. Je nejspíše spousta kombinací podlých a odpouštějících strategií, které jsou společně schopny napadat stabilní populace. Mnozí z vás v tom asi spatří odraz běžných situací lidského života.

Axelrod rozpoznal, že přísně vzato „půjčka za oplátku“ není evolučně stabilní strategií, a aby jinak popsal její vlastnosti, zvolil termín „kolektivně stabilní strategie“. Tak jako v případě pravé evolučně stabilní strategie i zde je možné, aby existovalo několik kolektivně stabilních strategií zároveň. Znovu je zde otázkou náhody, která převládne první. „Vždy zrad“ je totiž právě tak stabilní jako „půjčka za oplátku“. V populaci, kde převládá „vždy zrad“, se žádné jiné strategii nemůže dařit lépe. Můžeme to brát jako systém, v němž jsou dva stabilní body, z nichž jedním je „vždy zrad“ a druhým „půjčka za oplátku“ (nebo nějaká směs víceméně milých, ale odvetných strategií). Stav, který převládne jako první, bude převládat navždy.

Co však z kvantitativního hlediska znamená „převládnout“? Kolik vyznavačů „půjčky za oplátku“ musí v populaci být, aby si „půjčka za oplátku“ vedla lépe než „vždy zrad“? To závisí na konkrétních odměnách, které může bankéř přidělovat v dané hře. Obecně lze říci pouze tolik, že existuje určitá kritická hodnota četnosti. Jedním směrem od tohoto ostří nože je překročena kritická hodnota pro „půjčku za oplátku“ a další kopie této strategie zde budou upřednostněny. Na druhou stranu je však možno překročit kritickou hranici pro strategii „vždy zrad“, kde budou naopak zvýhodňovány kopie této strategie. S podobným předělem jsme se setkali ve vyprávění o nevráživcích a podvodnících v 10. kapitole.

Je tedy zjevně důležité vědět, na které straně tohoto předělu se populace nalézá *na počátku*. Dále potřebujeme vědět, jak může případně přejít z jedné strany této hranice na druhou. Předpokládejme, že začínáme s populací, která je ustálena na převládající strategii „vždy zrad“. Řídíce zastoupení vyznavači „půjčky za oplátku“ se navzájem nepotkávají tak často, aby z toho mohli mít prospěch. Přírodní výběr tedy populaci tlačí směrem k strategii „vždy zrad“. Kdyby se populace mohla nějakým náhodným posunem dostat přes zmíněnou hranu, pak by se snadno skutálela na stranu „půjčky za oplátku“ a všem by se dařilo lépe na účet bankéř-

ře (nebo prostředí). Populace však nemá žádnou skupinovou vůli, záměry nebo plány. Nemůže tedy překročit tuto hranici v důsledku své snahy. Může ji překročit pouze tehdy, když ji neřízené přírodní síly zaženou tím , směrem.

Jak k tomu může dojít? Jeden způsob, jak to vyjádřit, je říci, že „náhodou“. Slovo „náhoda“ však velmi často bývá pouze vyjádřením nevědomosti. Znamená „způsobený nějakým neznámým nebo nejasným mechanismem“. My však můžeme přijít na něco lepšího, než je „náhoda“. Můžeme uvážit konkrétní možnosti, jak by četnost zastánců „půjčky za oplátku“ mohla překročit kritické množství, jsou-li zpočátku v menšině. K tomu by mohlo dojít především tak, že by se tato menšina někde stranou držela pohromadě v dostatečném počtu na to, aby její příslušníci dosáhli výhody na úkor banku.

Tento myšlenkový směr se zdá být slibný, je však poněkud povrchní. Jak přesně by se mohli podobní jedinci ocitnout pohromadě? V přírodě se většinou ve vzájemné blízkosti nacházejí příbuzní. Zvířata většiny druhů se častěji vyskytují v blízkosti svých sester, sestřenic, bratrů a bratranců než v blízkosti náhodných příslušníků populace. Není to ani tak důsledek jejich volby, jako spíše takzvané viskozity populace. Viskozita populace je pojem, který vyjadřuje náchylnost jedinců žít

v místě, kde se narodili. V případě lidského rodu platilo po větší část historie (současnost budiž výjimkou) a ve většině světa, že lidé se zřídka vzdálili více než pár kilometrů od svého rodiště. V důsledku toho vznikly místní skupiny příbuzných jedinců. Vzpomínám na návštěvu ostrova dosti vzdáleného od západního pobřeží Irska, kde mě doslova omráčilo zjištění, že téměř všichni obyvatelé mají uši jak od půllitru, což sotva mohlo být přizpůsobení klimatu v místě, kde převládaly silné pobřežní větry. Byl to důsledek toho, že obyvatelé ostrova jsou navzájem blízkými příbuznými.

Příbuzní si nemusí být podobní pouze vzezřením, ale i dalšími vlastnostmi, například ochotou (či neochotou) hrát „půjčku za oplátku“. Pak tedy i v případě, že v celkové populaci je „půjčka za oplátku“ vzácná, v určitém místě může převažovat. V místním měřítku se jedinci se strategií „půjčka za oplátku“ mohou potkávat dostatečně často na to, aby těžili ze společné situace, ačkoli z hlediska celkového zastoupení v globální populaci je jejich počet pod kritickou hranicí - ostřím nože.

Pokud se tak stane, mohou si zastánci „půjčky za oplátku“ spolupracující navzájem v útulných malých enklávách vést natolik dobře, že jejich malá místní skupinka přeroste ve velké místní nahromadění. Tyto místní skupiny pak mohou expandovat do okolí, kde zatím početně převažovali vyznačovací strategie „vždy zrad“. Pro tuto úvahu o místních enklávách je mé podobnosti z irského ostrova poněkud zavádějící kvůli jeho fyzické izolaci. Místo toho je lépe si představit velkou populaci, v níž nedochází k příliš časté migraci, takže blízcí sousedí jsou si podobnější než vzdálenější jedinci, přestože k vzájemnému křížení dochází na celém území.

Co se tedy týče zmíněného ostří nože, „půjčka za oplátku“ jej může překlenout. Vše, čeho je zapotřebí, je malá místní skupinka, jaké v přírodních populacích přirozeně vznikají. „Půjčka za oplátku“ má zabudovanou vlohu k překonávání ostří nože. Jako by pod ním byla nějaká tajná chodba. Tato chodba je však jednosměrná, je zde nesouměrnost. „Vždy zrad“ totiž - přestože je pravou evolučně stabilní strategií - nemůže na rozdíl od „půjčky za oplátku“ ze vzniku malých skupinek nijak těžit. Právě naopak. Místní skupinky zastánců strategie „vždy zrad“ by si vedly daleko *hůře* než zbytek populace. Místo aby vydělávaly na úkor banku, podrážely by si nohy. Strategie „vždy zrad“ tedy nemůže očekávat podporu ani od příbuzenských vztahů, ani od viskozity populace.

A tak „půjčka za oplátku“, přestože je pouze pochybnou evolučně stabilní strategií, má jistou stabilitu vyššího řádu. Co to znamená? Stabilní zůstane stabilním, ale je nutno zvážit dlouhodobé hledisko. Strategie „vždy zrad“ dlouhodobě odolává proniknutí jiné strategie. V průběhu dostatečně dlouhé doby, dejme tomu tisíce let, však „půjčka za oplátku“ může nakonec získat převahu a zvrátit situaci na druhou stranu ostří nože. Ale změna nazpět už není možná. Strategie „vždy zrad“ nemá z místního nahromadění žádný prospěch, a tak postrádá tento druh dlouhodobé stability.

Jak jsme zjistili, strategie „půjčka za oplátku“ je milá v tom smyslu, že nikdy nezradí první, a navíc odpouštějící, jelikož zapomíná dávné křivdy. Nyní uvedu další z Axelrodových napovídajících technických termínů. „Půjčka za oplátku“ rovněž „není závistivá“. *Závistivá* strategie je podle Axelroda taková, která se snaží spíš získat více peněz než spolupráč než co možná nejvíce peněz na úkor banku. Nezávistivé strategii nevdává, když druhý hráč vyhraje stejný obnos, dokud oba z banku těží. „Půjčka za oplátku“ nikdy výrazně „nevyhraje“ nad soupeřem. Když se maličko zamyslíme, bude nám jasné, že z principu *nemůže* uhrát více než „protivník“, protože zradí jen v odvetě. V lepším případě uhraje se svým protivníkem remízu. Má však snahu uhrát remízu s vysokým společným výtěžkem. U „půjčky za oplátku“ a ostatních milých strategií se vlastně slovo „protivník“ ani nehodí. Je smutné, že většina lidských účastníků her opakovaného věžňova dilematu organizovaných psychology své závisti podlehla a skončila tedy s poměrně nepříznivými výsledky. Zdá se, že mnoho lidí, nejspíš aniž by nad tím vůbec uvažovali, raději druhého podrazí, než by s ním spolupracovali ku společnému prospěchu. Axelrodova práce ukázala, jak velká je to chyba.

Je to ovšem chyba pouze v určitém druhu her. Odborníci na teorii her rozdělují hry na hry s „nulovým“ a „nenulovým“ součtem. Hra s nulovým součtem je taková hra, v níž vítězství jednoho hráče znamená prohru hráče druhého. Šachy jsou hra s nulovým součtem, protože cílem každého hráče je zvítězit a to zde znamená porazit protivníka. Věžňovo dilema je však hra s nenulovým součtem. Výhry vyplácí bank a je možné, aby oba hráči spojili své zájmy a banku se vysmáli.

Zmínka o vysmátí se banku mi připomíná nádherný citát ze Shakespeara: ...do právnických kolejí, smrt jim všem. *Jindřich VI., 2. díl*

V případech nazývaných občanské spory jsou ve skutečnosti velké možnosti spolupráce. To, co může na první pohled vypadat jako konfrontace s nulovým součtem, může být s trochou dobré vůle vzájemně prospěšná hra se součtem nenulovým. Podívejme se například na rozvody. Dobré manželství je očividně hra s nenulovým součtem, překypující vzájemnou spoluprací. Avšak i v případě, že se tento těsný svazek rozpadne, zůstává spousta důvodů, proč rozvádějící se pár může vytěžit ze vzájemné spolupráce a z přístupu k rozvodu jako k problému s nulovým součtem. I kdyby nebylo dostatečným důvodem blaho jejich potomků, honoráře pro dva právníky udělají ošklivou díru do rodinného rozpočtu. Rozumný a civilizovaný pár by tedy měl nejprve *společně* navštívit jednoho právníka, není-liž pravda?

Bohužel není. Přinejmenším v Anglii a donedávna ve všech státech USA to zákon a - ještě přísněji a s větším vlivem - profesní kód právníků nedovoloval. Právník může jako klienta přijmout jenom jednoho člena rozvádějícího se páru. Druhý je odmítnut a buď zůstane bez právního zastoupení, nebo se musí obrátit na jiného zástupce. A tady začíná ta pravá legrace. V různých kancelářích začnou právníci obou stran jedním hlasem hovořit o „nás“ a o „nich“. Abyste rozuměli, „my“ zde neznamená já a moje žena, ale já a můj právník, a „oni“ ona a její právník. Když přijde případ k soudu, je označován jako „Smith *versus* Smithová“. Případ je vždy *nazýván* sporem, i kdyby oba partneři byli v dokonalé shodě. A kdo má z tohoto přístupu „Já vyhraji, když ty prohraješ“ prospěch? Většinou jen ti právníci.

Nebohý pár je tak zatažen do hry s nulovým součtem, zatímco pro právníky je to tučný případ součtu wenulového,

kde účet Smithových představuje bank, který oba právníci podojí v dokonale propracované spolupráci. Jeden ze způsobů, jak mohou spolupracovat, je přicházet s návrhy, o kterých vědí, že druhá strana nemůže přijmout. To vyvolá protinávrh, který bude, jak oba právníci vědí, opět nepřijatelný. A tak to půjde dál a dál. Každý dopis, každý telefonát, který si tyto spolupracující protivníci vymění, se stane další položkou na účtu. Při troše štěstí (pro právníky) se případ protáhne na měsíce či roky, což se promítne do nákladů. Právníci se samozřejmě nikdy nesejdou, aby věc vyřešili bez účasti soudu. Naopak jejich přísná izolace je hlavním nástrojem jejich spolupráce na účet klientů. Právníci si možná ani neuvědomují, co dělají. Stejně jako upíři, o nichž bude zanedlouho řeč, možná jen dodržují pevně ritualizovaná pravidla. Tento postup funguje bez jakéhokoli vědomého dohledu nebo organizování. Je prostě zaběhaným způsobem, který nás vhání do her s nulovým součtem. Nulovým pro klienty, pro právníky samozřejmě velmi nenulovým.

Co se s tím dá dělat? Shakespearův návrh je poněkud drastický. Rozumnější by bylo prostě změnit zákon. Většina poslanců však pochází z právnických kruhů a odtud si s sebou přinesla mentalitu nulového součtu. Je těžké představit si řevnivější atmosféru, než panuje v britské Sněmovně reprezentantů. (U soudních dvorů je alespoň zachována jistá uhlazenost v diskusích. Konečně, proč ne, když „můj vzdělaný kolega a já“ mile spolupracujeme na oškubání našich klientů.) Možná by se naši bezúhonní zákonodárci a zajisté i kající právníci měli přiučít něco z teorie her. Ale abych byl k právníkům spravedlivý, musím dodat, že někteří z nich se snaží hrát opačnou roli, než byla popsána zde, a přesvědčit klienty, nabroušené na souboj s nulovým součtem, aby se pokusili dosáhnout nenulové mimosoudní dohody.

Jak je tomu u dalších her v lidském životě? Které mají nulový a které nenulový součet? A - protože to není tázka věc - které životní okolnosti vnímáme jako nulový a které jako nenulový součet? Které okolnosti vyvolávají „závistivost“ a které nabádají ke spolupráci proti banku? Můžeme se kupříkladu zamyslet nad vyjednáváním o platech v podnicích, kde se platy jednotlivých zaměstnanců liší. Jsme motivováni závistivostí, nebo se snažíme o maximalizaci příjmu? Vnímáme jako hry s nulovým součtem situace, které jimi ve skutečnosti nejsou, i ve skutečném životě, tak jako ve zmíněných psychologických experimentech? To jsou otázky, které předkládám k zamyšlení. Jejich zodpovězení by přesahovalo rámec této knihy.

Fotbal je hra s nulovým součtem (oficiální fotbal v angličtině nazývaný „soccer“ i ostatní hry nazývané fotbal - rugby, australský fotbal, americký fotbal, irský fotbal atd. - jsou všechno hry s nulovým součtem v tom smyslu, že vítězem může být pouze jedno mužstvo). Alespoň ve většině případů tomu tak je. Příležitostně se však může stát hrou s nenulovým součtem. Případ, který bych chtěl uvést, se stal v anglické fotbalové lize v roce 1977. Kluby jsou v této lize rozděleny do čtyř divizí, v rámci nichž mezi sebou hrají a sbírají body za vítězství a remízy. Být v první divizi je prestižní, ale i lukrativní, neboť to přitahuje davy diváků. Na konci každé sezóny sestupují tři poslední kluby do druhé divize. Sestup je nepřijemný, a kluby z konce tabulky se mu snaží vyhnout jak jen mohou.

18. května 1977 byl poslední den fotbalové sezóny. O dvou ze tří sestupujících klubů už bylo rozhodnuto, jen se nevědělo, kdo bude tím třetím. Mohl jím však být buď Sunderland, Bristol, nebo Coventry. Onu sobotu hrály tedy tyto tři kluby o všechno. Sunderland hrál proti jinému klubu, jehož setrvání v první divizi už bylo jasné. Bristol a Coventry hrály shodou okolností proti sobě. Pokud by Sunderland prohrál, pak by Bristolu i Coventry stačila remíza, aby se v první divizi udržely. Pokud by však Sunderland zvítězil, sestoupil by buď Bristol, nebo Coventry, podle výsledku jejich zápasu. Oba tyto rozhodující zápasy se konaly současně. Zápas Bristol - Coventry se však o pět minut pozdržel. V důsledku toho mohl být výsledek Sunderlandu znám už před skončením tohoto zápasu. A zde začíná náš příběh.

Po většinu času byl zápas Bristolu s Coventry, jak uvádějí tehdejší zprávy, „rychlý a často zuřivý“. Byla to vzrušující (pokud si na tento druh zábavy potrpíte) vyrovnaná bitva. Byly zaznamenány překrásné góly a v osmdesát minutě bylo skóre 2:2. Pak dvě minuty před koncem utkání dorazila zpráva, že Sunderland prohrál. Manažer klubu Coventry okamžitě zařídil, aby tato zpráva byla promítnuta na velké elektronické tabuli na ochozu stadionu. Všichni hráči si ji tedy mohli přečíst a uvědomit si, že už není potřeba hrát tak tvrdě. K tomu, aby se oba kluby vyhnuly sestupu, stačila remíza. Navíc snaha o další gól by v této chvíli byla chybou, vytáhla by totiž hráče z obrany a zvýšila riziko porážky, a tedy i sestupu. Oběma stranám náhle šlo pouze o udržení stavu. Abychom opět popřáli sluchu tehdejší zprávy: „Fanoušci, kteří před pár vteřinami, kdy Don Gillies vstřelil vyrovnávající gól, byli vášnivými soupeři, se náhle sjednotili ke společné oslavě. Rozhodčí Ron Challis bezmocně pozoroval, jak si hráči ťukají s míčem, aniž by se kdokoli pokusil ohrožovat hráče, který jej právě měl.“ Co bylo původně hrou s nulovým součtem, se po zprávě zvenčí stalo hrou se součtem nenulovým. Jako kdyby se náhle zázračně objevil bankéř, který umožnil Bristolu i Coventry vytěžit ze stejného výsledku - remízy.

Takové divácky přitažlivé hry jako fotbal jsou hrami s nenulovým součtem z dobrého důvodu. Pro davy je vzrušující sledovat spíše hráče v hrdinném souboji než v přátelské spolupráci. Skutečný život, jak lidský, tak živočišný i rostlinný, zde však není pro pobavení diváků a řada jeho situací je ve skutečnosti ekvivalentem her s nulovým součtem. Roli banku zde zastává příroda a jedinci tak mohou vytěžit i z úspěchu druhého. Na to, aby docílili prospěchu, nemusí ještě škodit soupeřům. Aniž bychom se odchýlili od základních zákonů sobeckého genu, můžeme vidět, jak spolupráce a vzájemná pomoc může kvést i ve světě postaveném na sobeckých základech, řečeno v Axelrodově terminologii, jak milí hoši mohou skončit první.

Nic z toho však nefunguje, pokud hra není *opakovaná*. Hráči musí vědět (nebo „vědět“), že tato hra není mezi nimi poslední. Řečeno Axel-rodovým oblíbeným obratem - „stín budoucnosti“ musí být dlouhý. Jak dlouhý však musí být? Nemůže být dlouhý nekonečně. Z teoretického hlediska není důležité, jak je hra dlouhá, ale aby žádný z hráčů *nevěděl* předem, kdy skončí. Zkusme předpokládat, že bychom proti sobě hráli a věděli bychom, že budeme hrát přesně sto kol. Oba bychom chápali, že poslední kolo odpovídá jedině hře vězňova dilematu. Jedinou racionální strategií ve stém kole by tedy bylo zradit. Poslední kolo by se tak stalo předvídatelným a tím by se devadesáté deváté kolo dostalo na roven jed-

notlivé hře. Proto by i v tomto kole byla jediným logickým tahem zrada a tak by to šlo zpět. Dva přísně racionální hráči, kteří zároveň vědí jeden o druhém, že i ten druhý je racionální, nemají v situaci, kdy je jim známo předem, kdy hra skončí, jinou možnost než vždy zradit. Proto také když odborníci v teorii her mluví o opakovaném vězňově dilematu, vždy předpokládají, že to, kdy hra skončí, buď nelze předpovědět, nebo to ví pouze bankéř.

Avšak i v situaci, kdy přesný počet kol není znám nebo zřejmý, lze ve skutečném životě udělat odhad, jak dlouho asi ještě *může* hra trvat. Tento odhad se může stát důležitou součástí strategie. Když zpozoruji, že se bankéř ošívá a pokukuje po hodinkách, mohu z toho vyvodit blížící se konec hry a mé pokušení zradit se tím posílí. Mám-li podezření, že i vy jste si všimli bankéřovy nervozity, mohu se obávat, že i vy uvažujete o zradě. Budu se tedy nejspíše snažit, abych zradil jako první. A to tím spíše, že se též obávám, že vy se obáváte, že já...

Prosté matematické odlišení jednokolového a opakovaného vězňova dilematu je příliš jednoduché. Každý hráč se může neustále pokoušet odhadnout, jak dlouho hra ještě potrvá. Čím delší bude jeho odhad, tím víc se jeho strategie bude řídit matematickým očekáváním pro pravou

opakovanou hru, jinými slovy bude milejší, více odpouštějící a méně závistivá. Čím kratší bude jeho odhad, tím více se jeho strategie bude blížit matematickému očekávání pro jednotlivou hru: bude podlejší a méně odpouštějící.

Axelrod důležitost délky stínu budoucnosti doložil působivým příkladem pozoruhodného jevu, který se objevil v průběhu první světové války - přístupu žít a nechat žít. Získal jej z práce historika a sociologa Tonyho Ashwortha. Je dobře známo, že během vánočních svátků se britští a němečtí vojáci krátce přátelili a společně popíjeli v zemi nikoho v bojovém pásmu. Méně známý, ale podle mého názoru mnohem zajímavější je rozkvet neoficiálních a nevyčtených paktů neútočení podle zásady žít a nechat žít po celé frontové linii, trvající nejméně dvě léta počínaje rokem 1914. Jistého britského dělesloužícího důstojníka, který navštívil vojáky v zákopech, zcela ohromilo, když viděl, jak se němečtí vojáci procházejí v dostřelu. „Zdálo se, že naši muži si toho nevšímají. Soukromě jsem se rozhodl s tím skoncovat, až převezmu velení. Něco takového by se nemělo trpět. Ti lidé jako by si neuvědomovali, že se zde vede válka. Obě strany zjevně věřily na pravidlo žít a nechat žít.“

V těch dobách ještě teorie her ani vězňovo dilema neexistovaly, ale z našeho pohledu je zřejmé, co se zde dělo, a Axelrod k tomu poskytl fascinující analýzu. V tehdejší zákopové válce byl stín budoucnosti pro každou jednotku dlouhý. Jinými slovy - angličtí vojáci mohli očekávat, že budou stát v zákopech po dlouhé měsíce proti stále stejným německým vojákům. Navíc řadoví vojáci nikdy nevěděli předem, kdy, pokud vůbec, se budou přesunovat: armádní rozkazy jsou proslulé svou nahodilostí, rozmarností a nepochopitelností pro ty, jimž jsou udělovány. Stín budoucnosti byl dost dlouhý a nepředvídatelný na to, aby se mohla vyvinout spolupráce na základě strategie „půjčka za oplátku“, pokud situace byla ekvivalentem vězňova dilematu.

Jak si jistě pamatujete, na to, abychom mohli hovořit o vězňově dilematu, musí být výhodnost výsledků vzájemných možných vztahů odstupňována určitým způsobem. Pro obě strany musí být vzájemná spolupráce výhodnější než vzájemná zrada. Zrada v situaci, kdy je druhá strana připravena spolupracovat, je ještě výhodnější, pokud vám to projde. Spolupracovat, když protivník zradí, je ze všeho nejhorší. Vzájemná zrada je to, co by rádi viděli velitelé. Rádi by viděli, jak jejich chlapi, nažhavení jak draci, sundají každého Fritze (nebo Tomíka), který jim k tomu dá příležitost.

Vzájemná spolupráce není z pohledu generálů žádoucí, těžko s ní vyhrájí válku. Je však velmi žádoucí z pohledu jednotlivých vojáků na obou

stranách. Nechtějí totiž skončit s kulkou v hlavě. Lze však připustit - a tím je vyřešena poslední podmínka, aby situace mohla být považována za pravé vězňovo dilema -, že jsou se svými generály zajedno v tom, že válku by raději vyhráli, než prohráli. O tom však jednotlivý voják nerozhoduje. Výsledek celé války není příliš ovlivněn tím, co on jako jednotlivec udělá. Vzájemná spolupráce s určitým nepřítelem, který stojí proti vám, rozhodně ovlivní váš osud a je mnohem přijatelnější než vzájemná zrada, ačkoli z vlasteneckých nebo disciplinárních důvodů můžete okrajově upřednostňovat představu zrady, pokud vám to projde. Zdá se tedy, že šlo o pravé vězňovo dilema. V takové situaci lze očekávat vývoj chování podobného „půjčce za oplátku“, a to se také stalo.

Takovou místně stabilní strategií v libovolném úseku fronty samozřejmě nemusela být přesně „půjčka za oplátku“. Milých, oplácejících, ale odpouštějících strategií, z nichž všechny jsou ne-li stabilní, pak alespoň těžko napadnutelné, je celá rodina. Z jedné oblasti byla například doložena strategie „tři půjčky za oplátku“:

„V noci vycházíme před zákopy... Německé pracovní čtyry jsou taky venku, a tak je střílení považováno za neslušné. Opravdu ošklivá věc jsou granátometry... Mohou zabít osm až devět lidí, když se trefojí do zákopu.... Nikdy je nepoužíváme, pokud je na německé straně klid, protože jejich systém opláčení je poslat nám tři granáty za jeden náš.“

Důležité pro strategie z rodiny „půjčky za oplátku“ je, že za zradu se trestá. Hrozba odplaty musí být stále přítomna. Ukázky schopnosti odplaty byly významným prvkem systémů žít a nechat žít. Odstřelovači z obou stran předváděli své smrtící mistrovství střílením na neživé terče v blízkosti nepřátelských vojáků. Podobný prvek v podobě sestřelování plamenů svíčky se objevuje i ve westernových filmech. Nikdy nebylo uspokojivě vysvětleno, proč podobně nebyly použity první atomové bomby a proč i přes naléhavé žádosti fyziků, kteří stáli u jejich zrodu, byly svrženy na města s civilním obyvatelstvem.

Důležitou vlastností některých strategií z rodiny „půjčky za oplátku“ je schopnost odpouštět. To, jak jsme viděli, může ukončit dlouhou a ničivou řadu vzájemných odvet. Důležitost této vlastnosti je vyjádřena v následující vzpomínce britského (jak vidno už z první věty) důstojníka:

„Pil jsem právě čaj u jednotky A, když k nám dolehl nějaký povyk. Vyběhli jsme zjistit, co se děje. Zastihli jsme naše

muže a Němce, jak stojí na předprsích. Náhle přilétla salva, ale neudělala žádnou škodu. Všichni se pochopitelně ukryli a naši začali nadávat na Němce, až jeden statečný Němec vylezl na předprseň a zavolal: „Je nám to moc líto, doufáme, že se nikomu nic nestalo. Nemůžeme za to, to ti zatracení prustí kanonýři.“

Jak Axelrod poznamenává, tato omluva „jde za hranice pouhé technické snahy o odvrácení odvety. Odráží morální lítost za porušení důvěry a ukazuje starost o to, že by někdo mohl být raněn.“ Rozhodně to byl úctyhodný a statečný voják.

Axelrod rovněž zdůrazňuje důležitost předvídatelnosti a rituálu pro udržení stabilního vzoru vzájemné důvěry. Roztomilým příkladem budí „večerní salva“, kterou Britové odpalovali s přesností sobě vlastní na určité části linie. Slovy německého vojáka: „Bylo to vždy v sedm - tak přesně, že byste si podle toho mohli nařizovat hodinky... Cíl byl vždy stejný a zásah přesný, jak v úhlu, tak ve vzdálenosti... Našli se dokonce i zvědavci od nás, kteří se vždycky chvilku před sedmou vyplížili, aby se podívali, jak to dopadne.“

Německé dělostřelectvo dělalo přesně totéž, jak dokládá vzpomínka britská:

„Byli (Němci) tak přesní co do cílů, časů a počtu výstřelů, že... plukovník Jones ... věděl na minutu, kam která střela dopadne. Jeho výpočty byly velmi přesné, a tak byl schopen činů, které nezasvěceným důstojníkům připadaly velmi riskantní, protože věděl, že střelba ustane, dříve než on stačí dojít na ostřelované místo.“

Podle Axelroda „takové rituály neúčinné a pravidelné střelby nesou podvojnou informaci. Vlastnímu velitelství oznamují, že boje pokračují, nepříteli sdělují, že příměří trvá.“

Systémy žít a nechat žít mohly vzejít z vyjednávání u kulatých stolů, ale nebylo tomu tak. Vznikly v důsledku řady místních zásad, na základě reakcí lidí na *chování* těch druhých a jednotliví vojáci si vznik něčeho takového možná ani neuvědomovali. To by nás nemělo překvapovat. Strategie v Axelrodově počítači byly rovněž zcela nevědomé. To jejich chování je zařazovalo mezi milé nebo podlé, odpouštějící nebo nevraživé, závistivé nebo nezávistivé. Možná se v tom odrazily vlastnosti jejich autorů, ale to není podstatné. Milou, odpouštějící a nezávistivou strategií mohl do počítače naprogramovat i zcela podlý člověk a naopak. To, zda je strategie milá, je dáno jejím chováním, a nikoli motivy (žádné totiž nemá). Či osobností jejího autora (která ustupuje do pozadí ve chvíli, kdy program běží v počítači). Počítačový program může dodržovat určitou strategii, aniž by si ji nebo cokoli jiného uvědomoval.

Se strategií, kteří nemají vědomí nebo jejichž vědomí je zanedbatelné, jsme už dobře obeznámeni; stránky této knihy se jimi jen hemží. Axelro-dovy programy představují vynikající model způsobu, jímž v této knize uvažujeme o zvířatech a rostlinách a samozřejmě i o genech. Je tedy přirozené ptát se, zda jeho optimistické závěry - ohledně úspěšnosti nezávistivých, odpouštějících a milých - platí i v přírodě. Odpověď zní samozřejmě ano, pokud vzniknou podmínky odpovídající věžňovu dilematu a jde o hry s nenulovým součtem a dostatečně dlouhým stínem budoucnosti. A takové podmínky nastávají všude v přírodě poměrně často.

Nikdo by netvrdil, že bakterie jsou uvědomělými strategií, a přesto se bakteriální paraziti účastní nekonečných her věžňova dilematu se svými hostiteli a není důvod, proč bychom Axelrodovu terminologii - odpouštějící, nezávistivý atd. - nemohli použít i pro jejich strategie. Axelrod s Hamiltonem poukázali na to, že některé normálně neškodné bakterie se mohou stát velmi nebezpečnými u raněných osob - mohou dokonce způsobit smrtelnou sepsi. Lékař by to označil za důsledek snížení přirozené obrany hostitele. Ale skutečný důvod může mít možná něco společného s věžňovým dilematem. Je zde něco, co bakterie mohou získat, přestože se obvykle drží zpátky? V hrách mezi bakteriemi a lidmi je stín budoucnosti dlouhý, protože u průměrného člověka lze v kterémkoli okamžiku očekávat, že bude žít ještě řadu let. Na druhé straně u těžce raněného je stín budoucnosti podstatně zkrácen, dokonce i z pohledu jeho bakterií. „Pokusení zradit“ může najednou vypadat mnohem lákavěji než „odměna za vzájemnou spolupráci“. Není třeba dodávat, že zde není žádný náznak toho, že by si tohle všechno bakterie promýšlely ve svých ošklivých malých hlavičkách. Výběr po generaci bakterií mohl prostě upřednostnit ty, u nichž bylo takové pravidlo pravé ruky zabudováno na čistě biochemických základech.

Rostliny jsou podle Axelroda a Hamiltona dokonce schopny odvety, opět zjevně neuvědomělé. Fikovníky a vosičky chalcidky spolu žijí v úzkém vztahu. Fík, který jíme, je vlastně květenství. Na jeho konci je malý otvor, a kdybyste jím prolezli (to byste museli být tak malí jako chalcidky a ty jsou našťest tak nepatrné, že když jíme fíky, tak si jich ani nevšimneme), našli byste zde stovky malých květů na stěnách. Fík je tmavý skleník pro květiny, uzavřená opylovací komůrka. A jediný, kdo může opylení provést, jsou chalcidky. Strom tedy těží z jejich přítomnosti. Jakou výhodu z toho však mají chalcidky? Kladou svá vajíčka do některých květů, jimiž se potom jejich larvy živí. Jiné květy naopak opylí. „Zradou“ ze strany chalcidky by v tomto případě bylo, kdyby nakladla vajíčka do příliš mnoha květů a opylila jich jen několik. Jakou odvetu však může uplatnit fikovník? Axelrod s Hamiltonem uvádějí, že „bylo zjištěno, že v mnoha případech, kdy chalcidka, která pronikne do mladého fíku, opylí pouze malé množství květů a místo toho naklade do většiny vajíčka, strom odhodí rostoucí fík v časném stadiu. Celé potomstvo takové chalcidky tak zanikne.“

Podivný příklad uspořádání na způsob „půjčky za oplátku“ popsali Eric Fisher u hermafrodita kaníce. Na rozdíl od nás nemají tyto ryby chromo-zomálně určené pohlaví při narození. Jsou schopny zastávat jak samčí, tak samičí úlohu. V každé třetí sezóně může každá ryba tvořit buď vajíč-ka, nebo spermie. Tento druh navíc vytváří monogamní páry, v nichž se jedinci v těchto rolích střídají. Můžeme vyjít z předpokladu, že každá z ryb, kdyby jí to mohlo projít, by „dala přednost“ tomu, zastávat vždy samčí roli, protože je méně náročná. Jinými slovy - jedinec, jemuž se podaří přesvědčit partnera, aby hrál samičí roli, získá výhodu jejího energetického vkladu do vajíček, zatímco jemu zbude energie na jiné věci, například na tření s jinými rybami.

Ve skutečnosti však Fischer u těchto ryb pozoroval přísný systém střídání pohlavních rolí. Přesně to bychom očekávali, pokud hrají „půjčku za oplátku“. A této strategie by se držet měli, neboť situace odpovídá vězňovu dilematu, byť poněkud komplikovanému. Spolupracovat zde znamená hrát samičí roli, když je na vás řada. Pokusit se hrát v této situaci samčí roli se rovná zradě. Zrada ovšem vyvolává odvetu: partner může odmítnout hrát samici, až bude řada na něm (na ní?), nebo dokonce může ukončit celý vztah. Fischer také pozoroval, že páry s nepravidelným střídáním pohlaví měly sklon rozpadat se.

Řada sociologů a psychologů se zajímá, proč dárci krve (v zemích jako Británie za to nedostávají peníze) poskytují krev. Je pro mě těžké uvěřit, že odpovědí je jen představa reciprocit nebo jiný skrytě sobecký motiv. Pravidelní dárci krve nemají žádný oficiální nárok na přednostní transfuzi, když ji potřebují. Dokonce ani nedostávají malé zlaté medaile, jimiž by se mohli pyšnit. Jsem možná naivní, ale já to považuji za příklad pravého altruismu, bez vedlejších motivů. U upírů však systém dárcovství krve funguje přesně podle Axelrodova modelu, jak dokládá práce G. S. Wilkinsona.

Upíři, jak je dobře známo, se živí tím, že v noci sají savcům krev. Není pro ně lehké se k této krvi dostat, ale když se jim to podaří, naberou jí co nejvíce. S úsvitem se někteří nešťastníci vracejí úplně prázdní, zatímco ti, jimž štěstí přálo, mají obvykle nadbytek. Další noci se však štěstí může obrátit, a tak stojíme před slibnou příležitostí pro reciproční altruismus. Wilkinson zjistil, že jedinci, kteří byli dané noci úspěšní, opravdu občas darují svým méně šťastným kolegům krev tak, že jí část vyvrhnou. Ze 110 případů, které Wilkinson pozoroval, bylo 77 jednoduše vysvětlitelných jako krmení potomků jejich matkami, a řada zbývajících případů rovněž zahrnovala příbuzné. Přesto zde zbylo několik případů, kdy se o kořist dělili nepřibuzní jedinci, na což vysvětlení, že „krev není voda“,

nestačí. Podstatné je, že jedinci, o které šlo, byli častými sousedy na nocovišti, a proto měli příležitost setkávat se spolu opakovaně, jak je požadováno pro opakované vězňovo dilema. Byly však dodrženy i ostatní podmínky? Pokud ano, měla by tabulka výher D odpovídat realitě.

		<b>Váš tah</b>	
		Spolupráce	Zrada
<b>Můj tah</b>	Spolupráce	<b>celkem dobré</b> <b>ODMĚNA</b> Když mám smůlu, dostanu krev, což mě zachrání před vyhladověním. Když mám štěstí, tak se musím podělit o svůj úlovek, což mě však zas tolik nestojí.	<b>velmi špatné</b> <b>OŠKUBÁNÍ</b> Když mám štěstí, tak vám zachráním život poskytnutím krve. Když mám špatný úlovek, vy mě necháte na holičkách.
	Zrada	<b>velmi dobré</b> <b>POKUŠENÍ</b> Vy mi zachráníte život, když mám smůlu. Navíc si ale nechám vše, i když mám dobrý úlovek a vy nic.	<b>dost špatné</b> <b>TREST</b> Nemusím platit zanedbatelnou cenu za vaši záchranu, ale riskuji, že když budu mít smůlu já, tak umřu hladu.

Tabulka D Výsledky jednotlivých kombinací chování u upírů sdílejících krev

Odpovídá upíří ekonomika opravdu této tabulce? Wilkinson studoval rychlost, s níž upíři ztrácejí na hmotnosti. Z toho vypočetl, jak dlouho vydrží hladovět nasycený upír a hladový upír, než vyhladoví k smrti. To mu umožnilo ohodnotit darovanou krev v hodinách, o které prodlouží délku přežití. Jeho nepřilíš překvapivý závěr byl, že tato hodnota závisí na tom, jak vyhladovělý je netopýr, který krev dostane. Více vyhladovělému přidá stejně množství krve více hodin než méně vyhladovělému. Jinými slovy - přestože darování krve zvýší pravděpodobnost vyhladovění dárce, toto zvýšení je menší než zvýšení pravděpodobnosti přežití obdarovaného. Z ekonomického pohledu tedy upíří hospodaření splňuje podmínky vězňova dilematu. Krev, kterou dárkovně (společenské skupiny

u upírů sestávají ze samic) poskytuje, pro ni nemá takovou cenu jako pro obdarovanou. V případě, že nebude mít příští noci úspěch, bude pro ni však podobný dar nesmírným přínosem. Jestliže by však nyní odmítla podělit se o svou kořist, moc by si svou zradou nepomohla, pokud by jí to prošlo. Podmínka „pokud by jí to prošlo“ má samozřejmě význam jenom v případě, že netopýři hrají strategii typu „půjčka za oplátku“. K potvrzení této možnosti však musíme ověřit ještě další podmínku.

Důležité je totiž ještě zjistit, zda jsou tito netopýři schopni poznat jeden druhého. Wilkinson to prokázal experimentem s netopýry v zajetí. Vzal vždy jednoho netopýra stranou a nechal jej vyhladovět, zatímco ostatní nakrmil. Hladového nešťastníka pak Wilkinson vrátil na nocoviště a pozoroval, kdo, pokud někdo, mu poskytne potravu. Experiment mnohokrát opakoval s různými jedinci v roli hladovějící oběti. Klíčovým bodem bylo, že tato umělá populace netopýrů byla směsí dvou oddělených skupin z jeskyní vzdálených několik mil. Jsou-li tedy netopýři s to roze-

znávat své přátele, pak by pokusně vyhladovělý netopýr měl být vždy krmen druhy z jeho původní jeskyně.

Výsledek nebyl daleko od tohoto očekávání. Z třinácti pozorovaných případů byl ve dvanácti dárcem „starý kamarád“ obětí z původní jeskyně a jenom v jediném „nový kamarád“ z druhé jeskyně. Pravděpodobnost, že by takový výsledek byl dílem náhody, je 1:500. Wilkinson tedy mohl své pozorování uzavřít, že netopýři přednostně krmili své známé.

Upíři jsou dobrým námětem mýtů. Pro milovníky viktoriánské gotiky představují temné síly trýznící obyvatelstvo po nocích a vysávající životodárnou tekutinu, obětující tak nevinné životy k ukojení své žízně. Propojme tuto představu s dalším viktoriánským mýtem, mýtem přírody krvavých zubů a drápů, a spatříme upíry jako dokonalé vtělení nejhlubšího strachu ze světa sobeckých genů. Co se mě týče, jsem ohledně mýtů skeptický. Chceme-li vědět, kde se v tom kterém případě nachází pravda, musíme ji hledat. Darwinovský základ nám neposkytuje detailní vysvětlení ohledně jednotlivých organismů. Přináší nám něco hlubšího a mnohem cennějšího: pochopení principu. Avšak pokud se bez mýtů neobejdeme, pak nám skutečný příběh upírů dává možnost vyprávět odlišné morální poselství. Pro upíry totiž neplatí jenom rčení, že krev není voda. Dovedou se povznést nad pouhé příbuzenské vazby a vytvořit si nové svazky pevného pokrevního bratrství. Upíři se tak mohou stát nositeli přijatelného moderního mýtu o sdílení, mýtu o vzájemné spolupráci. Jsou vhodnými posly příznivé zprávy, že i se sobeckými geny u vesla mohou hodní hoši skončit první.

## Dlouhé prsty genu

Samotné srdce teorie sobeckého genu je narušováno nepříjemným napětím. Napětím mezi genem a individuálním tělem jako základním nositelem života. Na jedné straně zde máme okouzující představu nezávislých replikátorů, skákajících jako kamzíci, volně a nespoutané, z jedné generace do druhé, jen dočasně svázaných ve spotřebních strojích na přežití, představu nesmrtelných šroubovic střídajících nekonečnou posloupnost smrtelníků, s nimiž si razí cestu ke svým odlišným věčnostem. Na druhé straně vidíme jednotlivá těla, celistvé, provázané a nesmírně složité stroje s podezřele jednotnou účelností. Tělo *nevypadá* jako produkt volné a dočasné federace soutěžících genetických činitelů, kteří se sotva stihli seznámit, než se nalodili do spermií či vajíčka pro další úsek cesty ve velké genetické diaspoře. Tělo má jeden jednomyslný mozek a ten řídí jeho údy a smysly za jednotným cílem. Tělo vypadá a chová se jako působivá ukázka samostatného činitele.

V několika kapitolách této knihy jsem uvažoval o jedinci jako o samostatném činiteli, jehož snahou je předat své geny do dalších generací. Představovali jsme si jednotlivé živočichy, jako by dělali složité ekonomické výpočty reprodukčních výhod různých postupů. V jiných kapitolách jsem však základní smysl teorie předkládal z pohledu genů. Žádný jiný pohled nám totiž neukáže důvod, proč by se jedinec měl starat o reprodukční úspěch svůj a svých příbuzných radši než dejme tomu o svou dlouhověkost.

Jak tedy vyřešit tento paradox dvou rozdílných pohledů na život? Můj vlastní pokus o toto řešení obsahuje kniha *The Extended Phenotype (Rozšířený fenotyp)*, kniha, která je největší pýchou a radostí mé profesionální kariéry. Tato kapitola je stručným výtahem několika témat této knihy. Po pravdě řečeno by mi snad bylo milejší, kdybyste se pustili rovnou do čtení *Rozšířeného fenotypu*.

V žádné rozumné představě nepůsobí darwinovský výběr na geny přímo. DNA je navinutá na proteiny, zabalená v membránách, zastítěná před světem a pro přírodní výběr neviditelná. Kdyby selekce chtěla vybírat přímo mezi molekulami DNA, těžko by pro to našla nějaké měřítko. Všechny geny vypadají stejně, právě tak jako magnetofonové pásky. Podstatné rozdíly mezi geny vyjdou najevo teprve v jejich *projevech*. To většinou znamená účinky na embryonální vývoj, a tedy na tělesnou stavbu a chování. Úspěšné geny jsou takové, které v prostředí ovlivněném ostatními geny působí na vývoj embrya, které s těmito geny sdílí. Příznivé znamená, že v důsledku jejich působení se embryo vyvine v úspěšného jedince, schopného pomnožit se a předat právě tyto geny do další generace. Pojem *fenotyp* je používán pro soubor tělesných vyjádření genu, účinků, které měl tento gen na rozdíl od svých alel na tělo prostřednictvím zárodečného vývoje. Fenotypovým projevem genu může být řekněme šedá barva očí. V praxi mívá většina genů více než jeden fenotypový projev, třeba zelené oči a vlnité vlasy. Přírodní výběr upřednostňuje některé geny oproti jiným nikoli pro jejich vlastní podstatu, ale pro důsledky jejich přítomnosti v organismu, jejich fenotypový projev.

Darwinisté obvykle uvažují o genech, jejichž účinky prospívají nebo škodí přežití a reprodukci celých těl. Vyhýbají se však úvahám o přínosu pro geny samotné. To je částečný důvod, proč v naší teorii přítomnost paradoxu většinou nepocítujeme. Gen může být například úspěšný tím, že zvýší rychlost predátora. Celé tělo predátora se všemi jeho geny tak bude úspěšnější, protože bude běhat rychleji. Rychlost mu umožní přežít do reprodukčního věku a tak vytvořit množství kopií všech svých genů a ty - včetně genu pro rychlost - přejdou do dalších generací. Zde se paradoxu pohodlně vyhneme, protože co je dobré pro jeden gen, je dobré pro všechny.

Co kdyby však gen měl takový fenotypový projev, který by byl výhodný pouze pro něj a škodil by ostatním genům? To není žádné blouznění. Takové případy jsou známy, například velmi zajímavý jev označovaný jako meiotický tah. Meióza, jak si jistě pamatujete, je speciální druh buněčného dělení, při němž vznikají jádra s polovičním počtem chromozomů - jádra spermií a vajíček. Normální meióza je zcela poctivá loterie. Z páru alel se do určitého vajíčka nebo spermií může dostat jen jedna. Pro obě však platí stejná pravděpodobnost, že to bude právě ona, a kdybyste prozkoumali větší množství gamet daného jedince, zjistili byste, že přibližně polovina obsahuje jednu a polovina druhou alelu. Meióza je poctivá jako házení mincí. Ale i příslovečně náhodné házení mincí je ve skutečnosti fyzikální proces ovlivněný řadou okolností - silou větru, jak moc do mince cvrknete a podobně. Meióza je rovněž fyzikální proces a může být ovlivněna geny. Co by se stalo, kdyby se objevil mutantní gen, který by místo nějakého zjevného znaku, třeba barvy očí nebo vlnitosti vlasů, ovlivňoval samotnou meiózu? Předpokládejme, že by získal schopnost ovlivnit meiózu tak, aby skončil ve vajíčku s vyšší pravděpodobností než jeho alelický protějšek. Takové geny existují a nazývají se deformátory segregace (segregation distorter). Jejich úspěšnost je ďábelsky jednoduchá. Kdykoli se deformátor segregace objeví, neodvratně se rozšíří v populaci na úkor své alely. Tomu říkáme meiotický tah. Stane se tak i v případě, že účinky takového genu ohrožují tělo a ostatní geny.

V této knize jsme věnovali pozornost způsobům, jak mohou jednotlivé organismy podvádět své spolčovánky. Zde máme před sebou jednotlivé geny, které „podvádějí“ ostatní geny, s nimiž sdílí jedno tělo. Genetik James Crow je nazval „geny, které pobily systém“. Jeden z nejznámějších deformátorů segregace je *t* gen u myší. Myš, která nese dva geny *t*, je buď sterilní, nebo se nedožije dospělosti. Gen *t* je tedy takzvaně letální v homozygotním stavu. Pokud myš samec nese pouze jeden *t* gen, tak je to normální zdravý jedinec lišící se od ostatních pouze v jediném ohledu. Když prozkoumáte jeho spermií, zjistíte, že 95 % z nich nese *t* gen a jen 5 % normální alelu. To je zjevně velká odchylka od očekávaných 50 %. Kdekoli se v divoké populaci objeví v důsledku mutace alela *t*, okamžitě se rozšíří rychlostí stepního požáru. Jak by ne, když má v meiotické loterii tak velkou nepoctivou výhodu. Velmi brzy se začnou objevovat jedinci s dvojitou dávkou *t*



genů (tedy od obou rodičů). Tito jedinci umírají nebo jsou sterilní a celá populace se brzy ocitne na pokraji záhuby. Existují důkazy, že některé divoké populace myši v minulosti vyhynuly v důsledku epidemii *t* genů.

Ne všechny deformátory, segregace mají tak ničivé vedlejší účinky jako gen *t*, nicméně většina z nich nějaké nepříjemné důsledky má. (Většina vedlejších účinků mutací je nepříznivá a nové mutace se mohou rozšířit pouze tehdy, jsou-li jejich nežádoucí účinky vyváženy jejich dobrými vlastnostmi. Pokud jak špatné, tak dobré účinky působí na tělo, celkový výsledek může být pro tělo dobrý. Působí-li však špatné účinky na tělo a dobré pouze ve prospěch genu, celkově to pro tělo dopadne vždy špatně.) Jestliže mutací vznikne segregací deformátor, pak se rozšíří bez ohledu na své nepříznivé účinky. Přírodní výběr (který skutečně pracuje na úrovni genů) segregací deformátor upřednostní, přestože jeho účinky na úrovni organismu budou nejspíše špatné.

Segregační deformátory nejsou příliš časté. Můžeme se ptát proč, ale znamená to pouze ptát se jinak, proč je meióza většinou poctivě náhodná a stejně přísně nestranná jako házení mincí. Zjistíme, že odpověď se vynoří ve chvíli, kdy si ujasníme, proč organismy vůbec existují.

Biologové berou existenci organismů za danou věc, nejspíše proto, že jejich části do sebe zapadají tak jednotným a provázaným způsobem. Otázky ohledně života jsou tradičně otázkami ohledně organismů. Biologové se ptají, proč organismy dělají to či ono. Hodně pozornosti věnují otázce, proč se organismy sdružují do společenstev. Méně se však ptají - přestože by měli -, proč se vůbec živá hmota sdružuje do podoby organismů. Proč už moře není tím původním bitevním polem nezávislých replikátorů? Proč se pradávne replikátory spojily, aby vytvořily a obývaly těžkopádné roboty, a proč jsou tyto roboti - jako vy a já - tak komplikovaní?

Řadě biologů dělá potíže všimnout si, že takové otázky vůbec existují. To proto, že klást otázky na úrovni organismu je pro ně druhá přirozenost. Někteří z nich jdou dokonce tak daleko, že chápou DNA jako nástroj používaný živočichy k rozmnožování, tak jako oko je nástrojem k vidění! Čtenáři této knihy už jistě chápou, jak hluboký je to omyl. Je to skutečnost postavená na hlavu prudkým třísknutím. Čtenáři však také poznají, že alternativní přístup, pohled sobeckého genu, přináší jiný hlu-boký problém, téměř zrcadlový k předchozímu. Proč vlastně organismy existují a jsou tak velké a provázané, že to biology svádí k převrácenému chápání skutečnosti? Abychom tento problém mohli řešit, musíme oprostít svou mysl od starých přístupů, které podvědomě chápou organismus jako něco zaručeného, jinak těžko postihneme podstatu problému. Nástroj, jehož pomocí můžeme naše mysl pročistit, je představa rozšířeného fenotypu. A na ni a její význam se nyní zaměříme.

Fenotypové projevy genu obvykle tradiční definice chápe jako souhrn jeho účinků na organismus. Jak však uvidíme dále, na fenotypové projevy genu je nutno pohlížet jako souhrn *všech účinků, které má na svět*. Je možné, že projevy určitého genu budou omezeny jen na posloupnost těl, v nichž přebývá. To je však pouze jedna z možností, na kterou nemusíme naši definici omezovat. Nezapomínejme přitom na to, že fenotypové projevy genu jsou jenom nástroje, které ho vyzdvihují do další generace. Vše, co k tomu dodávám, je, že tyto nástroje mohou přesahovat tělesnou schránku. Co to může znamenat v praxi, když hovoříme o fenotypových projevech genu na svět vně těla, v němž se nachází? Na mysl mi přicházejí útvary jako bobří hráze, ptačí hnízda nebo schránky larev chrostíků.

Chrostíci jsou nenápadný, bezvýrazný hnědý hmyz. Většina z nás si ho při jeho letech nad řekou ani nevšimne. Tak je tomu u dospělců. Avšak předtím, než se objeví jako dospělci, procházejí chrostíci poměrně dlouhými larválními stadii na dně řek. Larvy rozhodně nezajímavé nejsou. Patří k nejpozoruhodnějším stvořením na Zemi. Larvy chrostíků si mal-tou vlastní výroby dovedně lepí válcovité schránky z materiálu, který se sbírají na dně. Schránka je jako obytný vůz, který si chrostík nosí s sebou tak jako hlemýžď nebo krab poustevníček ulitu, s tím rozdílem, že chrostík si ji musí zbudovat, nenaroste mu sama ani ji někde nenajde. Pro některé druhy je stavebním materiálem jehličí, pro jiné kousky listů a pro další zas malé ulity plžů. Snad nejpůsobivější jsou však larvy, které si stavějí své ulity z kamínků. Pečlivě je vybírají, aby nebyly ani příliš velké, ani příliš malé, a dokonce je zkoušejí i otáčet, aby zjistily, zda budou pasovat do díry, kterou je třeba zaplnit.

Proč ale právě tohle na nás dělá takový dojem? Kdybychom se nad věcí zamysleli s jistým odstupem, pak by nám jistě musela připadat působivější architektura chrostíková oka nebo končetin než poměrně nedbalá architektura jeho domečku. Nakonec oko i končetiny jsou mnohem komplikovanější a „propracovanější“ než schránka. Nicméně možná právě proto, že oko i končetiny se vyvinuly podobným způsobem jako u nás, stavebním procesem, za nějž si nemůžeme přičítat žádnou zásluhu, nás (logice navzdory) více okouzluje domeček.

Když už jsem zašel takhle daleko, nemohu odolat zajít ještě o krok dál. I když na nás domečky chrostíků jistě učinily dojem, není to nic ve srovnání s tím, jak by na nás zapůsobila podobná činnost u druhů nám bližších. Jen si představte palcové titulky, jaké by se nepochybně vyrojily, kdyby oceánografové objevili druh delfína, který by tkal rybářské síť dvacetkrát větší, než je sám! Přesto pavučiny považujeme za samozřejmost, a to spíše nepříjemnou, pokud nám „zdobí“ byt, než za jeden ze zázraků tohoto světa. Už vidím, jaký rozruch by vyvolalo, kdyby se Jane Godallová vrátila z Afriky s fotografiemi divokých šimpanzů budujících si vlastní obydlí s nepropustnou střešou a dobrou izolací, obydlí z pečlivě vybraných kamenů, přesně sesazených k sobě. A přesto chrostíci, kteří dělají přesně tohle, vyvolávají jen chvilkový zájem. Mnozí by na obhajobu tohoto dvojího metru uvedli, že pavouci a chrostíci přece tvoří svá díla na základě instinktu. No a co? Svým způsobem je to činí ještě zajímavějšími.

Vraťme se však k hlavnímu tématu. Nikdo by nemohl zpochybňovat, že schránky chrostíků jsou adaptací vyvinutou v důsledku darwinovské-ho výběru. Musely jím být upřednostněny stejně jako třeba pevný krunýř korýšů. Je to ochranný kryt těla. Jako takový je výhodou pro organismus a všechny jeho geny. Na výhody pro organismus jsme se však už

naučili pohlížet jako na podružné, alespoň co se týče přírodního výběru. Výhody, na nichž záleží, jsou výhody pro ty geny, které dávají krunýři korýšů jeho ochranné vlastnosti. U korýšů jde o obvyklý případ, jejich krunýř je očividně část jejich těla. Ale jak je tomu u schránek chrostíků?

Přírodní výběr zde dal přednost takovým genům, které byly schopny přimět své nositele, aby si stavěli pevné schránky. Tyto geny ovlivňují chování pravděpodobně regulací embryonálního vývoje nervového systému. Projevy těchto genů, které uvidí genetici, jsou však především tvar a vlastnosti schránky. Může popsat geny „pro“ tvar domečku v přesně stejném smyslu jako geny pro tvar končetiny. Dlužno dodat, že genetika domečků chrostíků se ještě nikdo nezabýval. Abyste se o to mohli pokusit, museli byste je chovat po dlouhé generace v zajetí, a jejich chov je velmi náročný. Abyste si však mohli být jisti, že dnes existují, nebo alespoň v minulosti existovaly, geny ovlivňující rozdíly mezi schránkami chrostíků, jejich genetiku studovat nemusíte. Vše, co potřebujete, je dobrý důvod věřit, že tyto schránky jsou darwinovskou adaptací. V takovém případě musely existovat geny ovlivňující rozdíly mezi schránkami, protože selekce nemůže vést k adaptaci, pokud nemá na výběr z dědičně podmíněných rozdílů.

Přestože to genetici mohou považovat za podivný nápad, má tedy smysl hovořit o genech „pro“ tvar, velikost nebo tvrdost kamenů, které chrostíci vybírají. Genetik, který takové chápání odmítá, musí, aby si neodporoval, zároveň odmítnout i představu genů pro barvu očí nebo zvrásnění hrachu. Důvod, proč se tento přístup může zdát podivný v případě kamenů, je, že kameny nejsou živý materiál. Navíc vliv genů na jejich vlastnosti je značně nepřímý. Genetik by mohl tvrdit, že geny přímo ovlivňují nervovou soustavu, která zprostředkovává chování vedoucí k vybírání kamenů, ale nikoli kameny samotné. Takového genetika však vyzývám, aby se pozorně zamyslel, co to znamená říkat, že geny ovlivňují nervovou soustavu. Jediné, co mohou geny přímo ovlivňovat, je syntéza proteinů. Vliv genu na nervovou soustavu, nebo když jsme u toho, na barvu očí či zvrásnění hrachu, je *vždy* nepřímý. Gen kóduje proteinovou sekvenci, ta ovlivňuje X, to ovlivňuje Y, a to zase Z, které nakonec ovlivní zvrásnění hrachu nebo buněčné propojení nervového systému. Domečky chrostíků jsou pouze dalším rozšířením této posloupnosti. Vlastnosti vybraného kamene jsou rozšířením fenotypovým projevem genů chrostíka. Je-li přijatelné mluvit o genech „pro“ zvrásnění hrachu nebo uspořádání nervové soustavy živočicha (a všichni genetici souhlasí, že je), pak musí být rovněž přijatelné hovořit o genech ovlivňujících tvrdost kamenů ve schránce chrostíka. Je to možná překvapivý závěr, jeho obhajoba je však nevyvrátitelná.

Teď můžeme v naší úvaze postoupit o další krok: geny jednoho organismu mohou mít rozšířené fenotypové účinky na tělo jiného organismu. Schránky chrostíků nám pomohly v předchozím kroku, v tomto nám pomohou ulity plžů. Ulita má pro plže stejný význam jako kamenný domeček pro larvu chrostíka. Je však produkována přímo buňkami plže, takže konvenční genetik by jistě hovořil o genech „pro“ její vlastnosti, třeba pro tloušťku. Bylo však zjištěno, že plži, na nichž parazitují některé druhy motolic, mají mimořádně tlusté ulity. Co to znamená? Kdyby měl plž napadený parazitem mimořádně tenkou ulitu, ochotně bychom to vykládali jako zjevný oslabující vliv na jeho stav. Ale tlustší ulita? To skoro vypadá, jako by parazit pomáhal svému hostiteli zlepšením jeho ulity. Je to však opravdu pomoc?

Nad tím bychom se měli zamyslet hlouběji. Jestliže jsou tlustší ulity pro plže opravdu výhodnější, proč už je dávno nemají? Odpověď pravděpodobně spočívá v ekonomice. Vytvořit ulitu něco stojí. Neobejde se to bez energie a surovin a ty je nutno získat z těžce dobyté potravy. Pokud by tyto zdroje byly spotřebovány na tvorbu ulity, mohou být použity na něco jiného, například na vytvoření početnějšího potomstva. Plž, který vydá příliš mnoho zdrojů na tvorbu výjimečně tlusté ulity, si koupil bezpečnost. Ale za jakou cenu? Může žít déle, ale bude méně úspěšný v reprodukci a nepodaří se mu předat své geny, včetně genů pro tvorbu výjimečně tlusté ulity, do další generace. Ulita zkrátka může být příliš tlustá, právě tak jako příliš tenká. Když tedy motolice způsobí, že plž začne tvořit mimořádně tlustou ulitu, nijak mu tím nepomůže, pokud zároveň nenese ekonomické náklady přidané tloušťky. A můžeme se myslím bezpečně vsadit, že tak štědrá není. Motolice pouze nějakým chemickým mechanismem ovlivňuje plže tak, aby se odchýlil od optimální tloušťky ulity. To sice může plži prodloužit život, jeho genům to však nijak neprospívá.

Jaký zájem na tom však má motolice? Proč to dělá? Mám pro to následující vysvětlení. Z delšího života plže - pokud ostatní okolnosti zůstanou nezměněny - vyteží jak geny plže, tak geny motolice. Jenomže k prodlouženému přežití zde dochází výměnou za pomnožení, z něhož by vytežily geny plže, a nikoli geny motolice; ta totiž nemůže očekávat, že by její potomstvo skončilo přednostně v potomstvu plže, na němž právě parazituje. Možné to sice je, ale může se to právě tak podařit kterémukoli z jejích konkurentů. Jelikož tedy motolice nemá na pomnožení plže žádný zájem, ráda jej nechá zaplatit tuto cenu za prodloužení jeho života. Genům plže to však nevyhovuje. V jejich dlouhodobém zájmu je, aby se i rozmnožoval. Proto předpokládám, že geny motolice ovlivňují buňky vytvářející ulitu, a tak prospívají sobě na úkor genů plže. Tuto hypotézu lze testovat, nicméně zatím to nikdo neudělal.

Nyní máme možnost zobecnit závěr, který jsme učinili u chrostíků.

Pokud správně chápu, co dělají geny motolice, vyplývá z toho, že tyto geny ovlivňují tělo plže stejně jako jeho vlastní geny. Jako kdyby tyto geny sáhly ven ze svého „vlastního“ těla a pozměnily okolní svět. Stejně jako v případě chrostíků i z tohoto výroku budou genetici patrně poněkud nesví, protože jsou zvyklí, že projevy genu jsou omezeny na tělo, v němž se nachází. Ale hlubší zamyšlení nad tím, co je myšleno účinky genu, nám opět odhalí, že náš závěr do této představy zapadá. Je pouze třeba souhlasit s tím, že nadměrné ztlustění ulity plže je adaptací pro motolici. Pokud tomu tak je, muselo k němu dojít darwinovským výběrem genů motolic. Ukázali jsme si, že fenotypové projevy genů mohou přesahovat nejen na neživou hmotu, ale i na „jiná“ živá těla. Příběh plžů a motolic je ovšem pouze začátek. O parazitech všech typů je známo, že své hostitele ovlivňují s fascinující zákeřností. Mikroskopický parazitický prvek *Nosema*, který infikuje larvy potměnků, se naučil produkovat látku, která má u brouků velký význam. Brouci, stejně

jako ostatní hmyz, tvoří juvenilní hormon, který je v odpovídajícím údobí udržuje v larválním stadiu. Metamorfóza v dospělce je spuštěna ukončením syntézy juvenilního hormonu larvou. Parazit *Nosema* získal schopnost syntézy sloučeniny blízce příbuzné tomuto hormonu. Miliony jedinců tohoto parazita přítomné v jedné larvě vyprodukují takové množství tohoto hormonu, aby zabránilo metamorfóze v dospělce. Larva místo toho nabude přímo obřích rozměrů a hmotností dvojnásobně převyší hmotnost dospělce. Pro množení genů brouka to dobré není, ale pro parazita je to roh hojnosti: Gigantismus broučích larev je rozšířený fenotypový projev genů prvoků.

Existuje však jev, který vyvolá ještě větší dávku freudovské úzkosti než věčně dětští brouci - parazitická kastrace! Na krabech parazituje stvoření jménem kořenohlavec (*Sacculina*). Je to příbuzný vijelšů, přestože na první pohled připomíná parazitickou rostlinu. Má důkladný kořenový systém, zanořený hluboko do tkání nešťastného kraba, jímž vysává živiny z jeho těla. Jistě není žádná náhoda, že napadá nejprve varlata nebo va-ječníky a orgány důležité pro přežití kraba si na rozdíl od orgánů rozmnožovacích nechává na později. Kasírovaný krab jako jatečný vepřík investuje nevyužité zdroje do vlastního růstu, a tak má parazit bohaté zásoby na úkor jeho reprodukce. Zde nabízím stejný výklad jako v předchozích případech. Vždy když připustíme, že změny těla hostitele jsou darwinovské adaptace parazita, musíme tyto změny považovat za rozšířený fenotypový projev genů parazita. Geny tedy sahají ven ze svého těla, aby ovlivnily fenotyp jiných těl.

Zájmy genů parazita a hostitele se z velké části mohou shodovat. Z pohledu sobeckého genu můžeme jak o genech v těle plže, tak o genech

motolice uvažovat jako o parazitech v těle plže. Z ochranné funkce ulity těží *obě* skupiny, liší se jen v názoru na její optimální tloušťku. Základem pro tuto neshodu je rozdíl ve způsobu, jímž opouštějí tělo plže a získávají nové. Pro geny plže je tímto prostředkem jeho spermie nebo vajíčko, u genů motolice tomu tak není. Aniž bychom zacházeli do detailů (které jsou složité a odvedly by naši pozornost), záleží právě na tom, že geny motolice neopouštějí tělo plže v jeho spermiích nebo vajíčkách.

Za skutečně nejdůležitější otázku ohledně každého parazita považuji to, zda jsou jeho geny předávány do další generace stejným prostředkem jako geny jeho hostitele. Pokud ne, můžeme očekávat, že parazit bude hostitele tím či oním způsobem poškozovat. Ale pokud tomu tak je, pak geny parazita udělají vše, co je v jejich silách, aby svému hostiteli pomohly nejen přežít, ale i množit se. Během evolučního času přestane být parazitem, začne spolupracovat s hostitelem, případně se začlení do jeho tkání natolik, že jej nakonec nebude možné od něj odlišit. Možná, jak jsem naznačil na straně 166, že naše buňky už takovým procesem jednou prošly, a my jsme pozůstatkem takového pradávného průniku.

Podívejme se, co se stane, sdílí-li geny parazita výstupní cestu s geny svého hostitele. Na kůrovcích druhu *Xyleborus ferrugineus* parazitují bakterie, které nejenže žijí v jejich těle, ale dokonce i využívají jejich vajíčka k transportu do nového hostitele. Geny takového parazita tedy nejvíce vytěží ze stejného budoucího vývoje jako geny jejich hostitele. Od těchto dvou sad genů tedy lze očekávat, že „potáhnou za jeden provaz“ ze stejných důvodů, jako to obvykle dělají geny jediného organismu. Je zanedbatelné, že jedny geny jsou brouci a druhé bakteriální. Obě sady mají zájem na přežití brouka a jeho rozmnožování, protože obě „považují“ jeho vajíčka za svou cestu do budoucnosti. Bakteriální geny tak sdílí osud svého hostitele a podle mého výkladu bychom měli očekávat, že se svými brouky budou spolupracovat ve všech otázkách jejich života.

V tomto případě prokazují bakterie broukům službu, pro niž je výraz spolupráce příliš vlašným popisem, spíše by se slušelo mluvit o oboustranné závislosti. Tito brouci jsou haplodiploidní, tak jako mravenci nebo včely (viz 10. kapitola). Oplozené vajíčko se u nich vyvíjí v samici, neoplozené v samce. Samci tedy nemají otce. Vajíčka, z nichž vznikají, se vyvíjejí spontánně, aniž by do nich pronikla spermie. Ale na rozdíl od včel je u těchto brouků nutný náhradní podnět. A to je úkol pro jejich bakterie, schopné vajíčko podráždit a aktivovat je k vývoji v samce. Tyto bakterie jsou druhem parazita, který - jak jsem vyložil - by se už měl parazitismu vzdát a stát se mutualistou, právě proto, že jeho geny přecházejí do další generace ve vajíčku hostitele, společně s jeho geny. Krajní možností je,

že se „vlastní“ těla bakterií vytratí a úplně se začlení do organismu hostitele.

Několik různých stupňů podobných vztahů bychom našli mezi druhy rodu nezmar, malého přisedlého sladkovodního živočicha s chapadly, připomínajícího mořskou sasanku. V jejich tkáních parazitují řasy. U nezmaru obecného jde o skutečné parazity poškozující hostitele. U nezmaru zeleného jsou však řasy vždy přítomné a prospívají mu tím, že mu poskytují kyslík. Zajímavé je to, že přesně podle našeho očekávání se u nezmaru zeleného řasy přenášejí do další generace spolu s vajíčkem nezmaru, na rozdíl od předchozího druhu. U nezmaru zeleného a řas mají geny společné zájmy. Obě skupiny dělají, co je v jejich silách, pro zvýšení produkce vajíček. Geny nezmaru obecného si s geny řasy rozumějí méně. Neshoda však není úplná. Obě sady mají zájem na přežití těla nezmaru. Avšak jen jeho geny mají též zájem na jeho rozmnožování. Geny řasy tedy zůstávají poškozujícím parazitem, místo aby se vyvíjely k neškodné spolupráci. Znovu opakuji hlavní poselství, že parazit, jehož geny sdílí osud s geny jeho hostitele, a tedy sdílí všechny jejich zájmy, může případně upustit od parazitického chování.

Osud v tomto případě znamená budoucí generace. Geny nezmaru zeleného a řasy, geny brouka i bakterie se mohou do budoucnosti dostat pouze prostřednictvím vajíčka hostitele. Proto se všechny „výpočty“ parazita ohledně optimálního postupu v kterékoli stránce života budou přesně nebo téměř přesně blížit optimálnímu postupu vypracovanému geny hostitele. Plž a motolice, jak jsme viděli, dávají přednost různé tloušťce ulity. V případě kůrovce a jeho bakterie se obě sady genů shodnou na délce křídel brouka i ostatních vlastnostech jeho těla. Můžeme to předpovědět, aniž bychom věděli, k čemu budou tato křídla nebo jiné orgány sloužit, čistě na základě úvahy, že geny brouka i bakterie udělají

cokoli pro dosažení téhož výsledku - podmínek vhodných pro vytvoření co největšího počtu vajíček.

Logický závěr tohoto myšlenkového pochodu můžeme vztáhnout i na normální, „vlastní“ geny. Naše vlastní geny nespolupracují proto, že jsou naše, ale protože mají společnou cestu do budoucna - naše spermie nebo vajíčka. Pokud by kterýkoli gen v organismu, jako je třeba člověk, nalezl jiný způsob rozmnožování, nezávislý na této obvyklé cestě, využil by ho a zároveň by polevil ve své ocohotě spolupracovat s ostatními geny. Stalo by se tak proto, že by pro něj byla výhodná jiná budoucnost než pro ostatní geny v těle. Už jsme viděli, že některé geny dovedou ovlivnit me-iózu ve svůj prospěch. Možná jsou i geny, které se z klasického způsobu vajíčko - spermie vymanily úplně a proklestily si postranní cestu.

Existují fragmenty DNA, které nejsou začleněny v chromozomech, ale volně plavou a množí se v tekutém obsahu buněk, zvláště pak bakteriálních. Jmenují se různě, například viroidy nebo plazmidy. Plazmid je ještě menší než virus a obvykle nese jen několik genů. Některé plazmidy jsou schopny začlenit se do chromozomu. Plazmid pak nerozeznáte od jiné části chromozomu, spojení je úplně stejné jako mezi jeho ostatními nukleotidy. Tytéž plazmidy jsou i s to se z chromozomu vyštěpit. Tato schopnost DNA rozštěpit se a opět spojit, skákat ven z chromozomu a zase zpátky je jedním z nejvíce vzrušujících objevů od té doby, kdy byla tato kniha poprvé vydána. Současné poznatky o plazmidech mohou být vlastně považovány za překrásný podpůrný důkaz spekulací z konce strany 167 (které ve své době vypadaly jako poněkud divoké). Z určitého pohledu není důležité, zda tyto fragmenty byly původně plazmidy, nebo zda jsou to odtrhnuvší se rebelové. Jejich očekávané chování by bylo stejné. Pro zdůraznění své myšlenky budu hovořit o odtrhnuvším se fragmentu.

Představte si rebelský úsek DNA, který je schopen vyskočit z chromozomu, volně se plavit v buňce, možná se i pomnožit a poté vklouznout do jiného chromozomu. Jakých neortodoxních alternativních cest do budoucnosti může takový rebel využít? Z naší pokožky se neustále odlupují povrchové buňky; většina prachu v našich domech je tvořena právě těmito oloupanými buňkami. Nepochybně tak stále vzájemně vdechujeme buňky našich spolubydlících. Když si přejedete nehtem po jazyku, jistě seškrábnete stovky živých buněk sliznice. Polibky a jiné něžnosti milenců se jistě zaslouží o přenos stovek buněk oběma směry. Úsek rebel-ské DNA by se mohl svést v kterékoli z těchto buněk. Objeví-li geny možnost neortodoxní cesty do jiného těla (souběžnou nebo náhradní k ortodoxní cestě spermie a vajíčka), musíme očekávat, že přírodní výběr podpoří jejich oportunistus a vylepší jej. Co se týče jejich metod, není důvod, aby se výrazně lišily od manipulací - zcela předpověditelných pro teoretika v oblasti sobeckého genu a rozšířeného fenotypu -, které používají viry.

Máme-li chřipku nebo kašel, obvykle považujeme symptomy za nepříjemné vedlejší projevy infekce. V některých případech se však zdá, že tyto jevy jsou záměrně vyvolány virem, aby mu pomohly k jeho přemístění z jednoho hostitele do druhého. Viry nebyly spokojeny s tím, že je nemocní pouze vydechují do svého okolí, a tak si vymyslely, jak je přinutit k prudkému kýchání nebo kašli. Virus vztekliny je přenášen slinami, když nakažený živočich kousne jiného. U psů je jedním z projevů infekce to, že obvykle přátelší a mírumilovní jedinci začnou zuřivě kousat s pěnou u huby. Velmi příznačně se též z usedlých zvířat, zdržujících se nejdále pár kilometrů od domova, stanou neposední tuláci, kteří tak šíří virus co nejdále. Bylo dokonce navrženo, že hydrofobní symptom, známý u této nemoci, by mohl sloužit k tomu, aby psa nutil otřepávat si sliny a tak virus dále šířit. Nevím o žádných přímých důkazech, že by pohlavně přenosné choroby zvyšovaly libido, ale domnívám se, že by stálo za to po nich pátrat. Španělské mušky, údajně afrodiziakum, prý účinkují tak, že vyvolávají svrbění, a v tom jsou viry rovněž celkem úspěšné.

Srovnání rebelantské lidské DNA s infekčními viry naznačuje, že mezi nimi není žádný podstatný rozdíl. Viry také mohly původně vzniknout ze sbírky takových odpadlických genů. Chceme-li vytyčit nějakou hranici, měla by spíše oddělovat geny, které jako cestu do dalšího těla používají ortodoxní cestu vajíček a spermií, od těch, které sázejí na neortodoxní „boční“ cesty. Obě skupiny mohou obsahovat geny, které byly původně „vlastními“ chromozomálními geny. Obě skupiny mohou však obsahovat i geny, které původně byly parazity vniknuvšími zvenku. Možná, jak jsem spekuloval na straně 166, by měly být i všechny „vlastní“ chromozomální geny považovány za parazity. Důležitý rozdíl mezi výše vytyčenými skupinami spočívá v tom, z jakých budoucích událostí mají prospěch. Chřipkový virus se s osamostatněným lidským genem shoduje v tom, že oba chtějí, aby člověk kýchal. Ortodoxní chromozomální gen se shodne s genem pohlavně přenosného patogena v zájmu na tom, aby jejich nositel kopuloval. Okouzlující je myšlenka, že oběma také záleží na tom, aby byl sexuálně přitažlivý. Ortodoxní chromozomální gen pak dosáhne největší shody s virem, který je předáván v jeho vajíčku, neboť oběma bude záležet na tom, aby jejich hostitel byl úspěšný nejen v páření, ale i v každém ohledu svého života, včetně toho, aby byl starostlivým rodičem, či dokonce prarodičem.

Chrostití žijí uvnitř svých schránek a paraziti, jimž jsem se dosud věnoval, uvnitř svých hostitelů. Jejich geny jsou tedy téměř stejně blízko svým rozšířeným fenotypům, jako jsou jiné geny vzdáleny od svých konvenčních fenotypů. Geny však mohou působit na dálku; rozšířený fenotyp může být i velmi rozšířený. Nejdělsí, na nějž si právě vzpomínám, má rozměry jezera. Stejně jako pavučina nebo schránka chrostíka, patří i bobří hráz k pravým divům světa. Nevíme přesně, jaký je její darwinovský účel, ale jistě nějaký mít musí, vždyť bobří na její stavbu vynakládají spoustu času a energie. Jezero vytvořené touto hrází nejspíše chrání bobří hrad před predátory. Zároveň poskytuje i pohodlnou cestu pro přepravu klád. Bobří je využívají pro vodní dopravu právě tak, jako kanadské dřevařské společnosti využívají řeky nebo obchodníci s uhlím v 18. století využívali kanály. Ať už je jejich význam jakýkoli, bobří hráze jsou výrazným a podivuhodným prvkem krajiny. Zároveň jsou však fenotypem, a to o nic menším než například bobří řezáky nebo ocas, a vyvinuly se pod tlakem darwinovského výběru. Darwinovský výběr potřebuje genetickou variabilitu, aby si mohl vybírat, v

tomto případě mezi vhodnými a méně vhodnými jezery. Výběr upřednostnil bobří geny, které vytvářely jezera dobrá pro transport stromů, právě tak jako zvýhodňoval geny, které vytvářejí zuby dobré pro jejich kácení. Bobří hráze, které jsou rozšířeným fenoty-povým projevem bobřích genů, mohou dosahovat rozměrů až stovek metrů. Vskutku dlouhý dosah!

Ani paraziti nemusí nutně žít uvnitř svých hostitelů a jejich geny mohou na hostitele působit na dálku. Kukaččí mláďata nežijí uvnitř červenky či rákosníka, nesají jim krev ani neužirají tkáň, a přesto se nerozmyslíme nazvat je parazity. Kukaččí adaptace zaměřená na ovlivnění chování budoucího adoptivního rodiče může být chápána jako rozšířený fenoty-pový projev kukaččích genů.

Naše pochopení pro adoptivní rodiče vmanipulované do péče o kukaččí vejce je na místě. I sběratele ptačích vajec může oklamat jejich podobnost s vejci lindušky či rákosníka (různé rasy kukaček se specializují na parazitování na různých druzích pěvců). Co je už méně pochopitelné, je chování adoptivních rodičů ke konci sezóny, když jsou mladé kukačky téměř vzletné. Kukačka je obvykle mnohem, často až groteskně, větší než její „rodič“. Mám po ruce fotografii dospělé pěvušky, tak drobné ve srovnání se svým obřím adoptivním potomkem, že mu musí stát na zádech, aby jej vůbec mohla krmit. Tady už máme pro hostitele méně pochopení, spíše se podivujeme jeho hloupostí a bezelstností. I nejposlednějším hlupákovi by přece mělo být jasné, že s tímhle otesánkem je něco v nepořádku.

Myslím si, že kukaččí mláďata musí dělat něco více než jen „mást“ své hostitele, něco více než jen předstírat, že jsou něčím, čím ve skutečnosti nejsou. Zdá se, že jsou schopna působit na nervový systém hostitele podobně jako návyková droga- To bychom už chápat mohli, dokonce i ti z nás, kdo zkušenost s návykovými drogami nemají. Muž může být vzrušen, dokonce až k erekci, pohledem na fotografii ženského těla. Nemusí tím být „přelstěn“ tak, aby se domníval, že jde o skutečnou ženu. Ví, že se dívá pouze na fotografii, ale jeho nervový systém přesto reaguje jako v přítomnosti ženy. Některé příslušnice opačného pohlaví můžeme sledovat neodolatelně přitažlivými i tehdy, když si uvědomujeme, že vztah s nimi není v našem dlouhodobém zájmu. Totéž platí o neodolatelnosti nezdravého jídla. Pěvuška si neuvědomuje své dlouhodobé zájmy, a tak je ještě snazší porozumět tomu, že pro ni mohou být určité podněty neodolatelné.

Červený jícen kukaččího mláděte je tak vábivý, že ornitologové byli nezdárka svědky toho, jak ptáci krmí kukaččí mládě sedící v cizím hnízdě! Takový pták je na cestě domů a nese potravu svým mláďatům. Pojednou však koutkem oka spatří obří červený jícen mladé kukačky v hnízdě jiného ptáka, často i jiného druhu. To jej odvádí k cizímu hnízdu, kde do kukaččího jícnu dá potravu původně určenou pro jeho vlastní mláďata. Tato „teorie neodolatelnosti“ odpovídá představám raných německých ornitologů, kteří chování adoptivních rodičů popisovali jako vztah „závislých“ vůči „návykové látce“, kterou zde představuje mladá kukačka. Dlužno dodat, že některé pozdější experimenty už této představě tolik neodpovídají. Je však nepochybné, že budeme-li o zobáku kukaččího mláděte uvažovat jako o abnormálně silném podnětu, který účinkem připomíná drogu, usnadní nám to vysvětlení věci. Umožní nám to pochopit chování malého ptáka na zádech jeho obřího „svěřence“ a poznat, že není hloupý. Dokonce ani „obelstěný“ není odpovídající výraz. Jeho nervový systém je ovládnut tak důkladně, jako by byl bezmocně závislý na droze nebo jako by kukaččí mládě bylo experimentátorem zapojujícím elektrody do jeho mozku.

Avšak i přesto, že máme teď více osobního pochopení pro ovlivněného hostitele, se stále musíme ptát, proč přírodní výběr dovolí, aby to kukačkám prošlo. Proč se u nervového systému hostitele nevyvinula odolnost vůči rudému jícnu? Možná na to ještě nebylo dost času. Možná že kukačky začaly na svých současných hostitelích parazitovat v nedávné době a že za několik století budou nuceny se jich vzdát a najít si nové oběti. Existují důkazy, které takový pohled podporují. Domnívám se však, že je zde ještě hlubší důvod.

V evolučním „závodě ve zbrojení“ mezi kukačkami a jejich hostiteli je totiž vestavěna jistá nespravedlnost, spočívající v nerovné ceně za selhání. Každé kukaččí mládě je potomkem dlouhé linie předků, z nichž každý musel v minulosti úspěšně „obelstít“ své pěstouny. Kterákoli kukačka, která nad nimi, byť chvilkově, ztratila kontrolu, zahynula. Naproti tomu pěstoun může pocházet z linie, která se s kukačkou nikdy nesetkala. A i ti, kdo měli kukačku v hnízdě a podlehl její manipulaci, mohli vychovat vlastní mláďata v další sezóně. V tom spočívá nesouměrnost v ceně za selhání. Geny neúspěšné v obraně proti zotročení kukačkou mohly být generacemi červenek a lindušek snadno předávány dále. Geny neschopné zotročování pěstounů však nemohly být předávány generacemi kukaček. To jsem měl na mysli onou vestavěnou nespravedlností. Tento princip je shrnut v jedné z Ezopových bajek: „Králík utíká rychleji než liška, protože králík běží o život, zatímco liška jenom o oběd.“ Spolu s kolegou Johnem Krebsem to nazýváme „princip života a oběda“ (life/dinner principle).

V důsledku tohoto principu mohou být zvířata občas manipulována jinými zvířaty tak, že jednají jinak, než by bylo jejich zájmu. Při bližším pohledu však zjistíme, že takové chování odpovídá jejich dlouhodobému zájmu, „princip života a oběda“ nám zde naznačuje, že by mohli manipulaci vzdorovat, ale vznik takové schopnosti by byl příliš drahý. Na to, aby se pták nedal oklamat kukaččím vejcem, by třeba mohl potřebovat větší i oči nebo mozek, což by si vyžádalo více energie. Jedinci se schopností vzdorovat manipulaci by tedy mohli být v přírodním výběru znevýhodněni ekonomickou náročností této odolnosti.

Znovu jsme zde však sklouzli do úvah o životě z pohledu organismu namísto genů. Když jsme hovořili o motolicích a plžích, osvojili jsme si představu, že geny parazita mohou ovlivňovat hostitele úplně stejným způsobem jako jeho vlastní geny. Ukázali jsme si, že sama představa „vlastního“ těla je předpojatá. Určitým způsobem lze všechny geny v těle považovat za parazitické, ať už je nazýváme vlastními nebo ne. Kukačky jsme do diskuse zahrnuli jako příklad parazita, který nežije uvnitř těla svého hostitele. Ovlivňují jej však stejně jako vnitřní paraziti a toto ovlivňování je, jak jsme viděli,

stejně silně jako účinek drogy či vlastního hormonu. Stejně jako v případě vnitřních parazitů bychom nyní měli přeformulovat celou záležitost v pojmech genů a rozšířených fenotypů.

V evolučním závodě ve zbrojení mezi kukačkami a jejich hostiteli mají pokroky na obou stranách podobu vzniku nových mutací a jejich upřednostňování přírodním výběrem. Kterákoli vlastnost kukaččích jícnu, která mu dodává schopnost působit jako droga na nervový systém hostitele, musela vzniknout jako genetická mutace. Tato mutace může působit prostřednictvím svého účinku na barvu a tvar jícnu. Ale ani toto není její bezprostřední projev. Bezprostředně ovlivňuje chemické děje uvnitř buňky. Vliv na barvu a tvar jícnu je nepřímý. Podstata mého názoru je v tom, že účinek těchto genů na chování hostitele je jen o něco více nepřímý. Úplně stejným způsobem jako můžeme hovořit o (fenotypových) projevech kukaččích genů na barvu a tvar jícnu mláděte, můžeme hovořit i o jejich (rozšířených fenotypových) účincích na chování hostitele. Geny parazita tedy mohou působit na hostitele nejenom, když parazit žije v jeho těle a může jej ovlivňovat přímým chemickým působením, ale i v případě, že parazit je od něj oddělen a ovládá jej na dálku. Jak hned uvidíme, na dálku lze ovládat i chemickými prostředky.

Kukačky jsou pozoruhodná a poučná stvoření. Avšak téměř každý div ze světa obratlovců může být překonán jevem vyskytujícím se u hmyzu. Snad je to tím, že hmyzích druhů je tolik, že to mého kolegu Roberta Maye vedlo k výstižné poznámce, že „s velmi dobrým přiblížením můžeme tvrdit, že všichni živočichové patří do třídy hmyzu“. Hmyzí „kukačky“ nelze vyčíslit, je jich příliš mnoho a jejich způsoby jsou nepřehledné a proměnlivé. Některé z příkladů, které si uvedeme, naše kukačky daleko překonávají a naplňují nejdivočejší představy, které by mohla inspirovat kniha *Rozšířený fenotyp*.

Kukačka snese své vajíčko a odletí. Některé mravenci „kukačky“ se uchylují k daleko dramatičtějšímu postupům. Latinským názvům se snažím vyhýbat, nicméně postavami následujícího příběhu jsou mravenci druhů *Bothriomyrmex regicidus* a *Bothriomyrmex decapitans*, které - pokud je mi známo - jiné jméno nemají. Oba druhy parazitují na jiných druzích mravenců. U mravenců nekrmí larvy jejich rodiče, ale dělnice, které ten, kdo by zde chtěl použít kukaččí způsoby, musí oklamat. Užitečným prvním krokem je zavit se královny hostitelského druhu. U obou parazitických druhů se tedy jejich královna sama vkrade do mraveniště hostitelského druhu. Zde vyhledá královnu, zavěsí se jí na záda a v tichosti vykoná, jak praví vyumělkovaně hrůzostrašná poznámka Edwarda Smithe, „ten čin, k němuž je jedinečně vybavena: pomaloučku odřeze hlavu své oběti“. Vraždkyni poté adoptují osiřelí dělníci a bez nejmenšího podezření začnou pečovat o její vajíčka a larvy. Některé larvy jsou pak vychovány v dělnice a postupně převzou úlohu dělnic původních. Jiné se stanou královnami a odletí, aby vyhledaly nová loviště a královské hlavy, které zatím ještě sedí na svých místech.

Řezání hlav je však námaha. Paraziti nejsou zvyklí namáhat se, mo-hou-li někoho donutit, aby je zastoupil. Mým oblíbeným příkladem z Wilsonovy knihy *The Insect Societies (Hmyzí společenstva)* je *Monomorium santschii*. Tento druh v průběhu evoluce ztratil svou dělnickou kastu úplně. Hostitelské dělnice pro něj dělají vše včetně úkolu nejtěžšího: na příkaz vniknuvší královny totiž sami provedou vraždu vlastní matky. Samice přebírající moc tedy nemusí používat své čelisti. Používá manipulaci nervové soustavy. Jak to dělá, je záhadou, ale nejspíše chemickými prostředky, nervový systém mravenců je totiž obecně velmi citlivý na chemické signály. Je-li její zbraň skutečně chemická, pak je stejně rafinovaná jako kterýkoli produkt vojenského výzkumu. Uvažme jen, co dokáže. Zaplaví mozek mravenčí dělnice, zmocní se vlády nad jejím svalstvem, vytrhne jí z hluboce zakořeněných povinností a obrátí ji proti vlastní matce. Matkovražda je z hlediska dělnic reprodukční sebevražda a účinnost prostředku, který je schopen je k ní donutit, musí být ohromující. Ve světě rozšířeného fenotypu se neptejte, jak chování živočicha prospívá jeho genům, ale spíše genům koho prospívá.

Nijak nepřekvapuje, že mravenci jsou využíváni parazity, a to nejen jinými mravenci, ale i ohromujícím zvěřincem specializovaných darmo-žroutů. Mravenci sbírají potravu z obrovského území a shromažďují ji do centra, jež se tak stává cílem příživníků. Mravenci jsou také dobrým prostředkem ochrany - jsou početní a dobře vyzbrojeni. O mšicích z 10. kapitoly by se dalo říci, že si za svůj nektar najímají profesionální tělesné strážce. Mnoho druhů motýlů prožívá stadium housenky v mraveništi. Některé jako obyčejní vetřelci, jiné mravencům za ochranu něco poskytují na oplátku. Velice často jsou vybaveny prostředky k manipulaci svých ochránců. Housenka pestrobarvce petrklíčového má na hlavě orgán produkující zvuk k přivolávání mravenců a v blízkosti zadečku pár zatažitelných výpustí, které vylučují omamný nektar. Na zádech má další pár výpustí, jejichž produkt má ještě zajímavější účinek. Není to potravina, nýbrž těkavá tekutina s dramatickým účinkem na chování mravenců. Ovlivněný mravenec začne být daleko útočnější než obvykle a napadá vše kolem sebe, až na housenku, která mu drogu dodala. Navíc se mravenec pod vlivem housenky dostává do závislého stadia a po řadu dní se od ní nevzdaluje. Housenka tedy stejně jako mšice využívá mravence jako osobní strážce, s tím rozdílem, že zatímco mšice spoléhají pouze na přirozenou agresivitu mravenců vůči predátorům, housenka jim dodává drogu, která jejich agresivitu zvyšuje a zároveň je udržuje v její blízkosti.

Uvádím zde jen krajní případy manipulace. Příroda však překypuje zvířaty i rostlinami, které manipulují příslušníky svého i jiných druhů mírnějšími způsoby. Ve všech případech, kdy přírodní výběr upřednostnil geny pro takovou manipulaci, lze oprávněně mluvit o tom, že tyto geny mají (rozšířeně fenotypové) účinky na manipulovaný organismus. Nezáleží na tom, ve kterém těle se příslušný gen fyzicky nachází. Cílem jeho účinku může být totéž tělo nebo jiné. Přírodní výběr upřednostňuje ty geny, které ovlivňují svět tak, aby zajistily své pomnožení. Od toho se odvozuje to, co jsem nazval ústředním teorémem rozšířeného fenotypu: *Určité chování organismu směřuje k maximalizaci přežití genů „pro“ toto chování nezávisle na tom, zda se tyto geny nacházejí v organismu, který toto chování vykazuje.* Napsal jsem to v

kontextu chování zvířat, nicméně tento teorém je možné vztáhnout i na tvar, barvu, velikost, zkratka jakoukoli vlastnost organismu.

Je načase vrátit se k úvodnímu problému, k napětí mezi jedincem a genem jako kandidáty na ústřední roli v přírodním výběru. V předchozích kapitolách jsem je obešel předpokladem, že takový problém neexistuje, protože pomnožení jednotlivce se rovná přežití genu. Předpokládal jsem, že lze říci, že „organismy se snaží o pomnožení svých genů“, stejně jako „geny se snaží vynutit si, aby je organismy pomnožovaly“. Zdá se, jako by to byly dva rovnocenné způsoby, jak říci totéž, a volba mezi nimi byla jen záležitostí vkusu. Ale jisté napětí zde stále zůstává.

Jedním ze způsobů, jak tuto otázku rozřešit, je použití termínů „replikátor“ a „vehikl“. Základními jednotkami přírodního výběru, které buď přežívají, anebo ne a které tvoří linie identických kopií s příležitostnými náhodnými mutacemi, jsou replikátory. Molekuly DNA jsou replikátory. Z důvodů, k nimž se ještě dostaneme, se obvykle sdružují a žijí ve velkých, společných nástrojích přežití - „vehiklech“. Vehikly, které známe nejlépe, jsou jednotlivá těla, třeba naše vlastní. Tělo není replikátor, ale pouze vehikl. To musím zdůraznit, protože to bývá často nepochopeno. Vehikly se nereplikují, pouze pomnožují své replikátory. Replikátory naopak nevnímají, neloví kořist ani neútkají před predátory, zkrátka nereagují, pouze stavějí vehikly, které to dělají. Pro biologu je pro určité účely výhodné zaměřit svou pozornost na úroveň vehiklu, zatímco pro jiné účely je výhodné zaměřit se na úroveň replikátoru. Gen a organismus nesoupeří o tutéž roli v darwinovském dramatu. Jsou obsazeni do odlišných, doplňujících se a v mnoha ohledech stejně důležitých rolí: role replikátoru a role vehiklu.

Terminologie replikátoru a vehiklu je užitečná v mnoha ohledech. Může například projasnit únavný spor o to, na jaké úrovni pracuje přírodní výběr. Povrchně se zdá logické zařadit „výběr jedinců“ na žebříčku úrovní výběru na půl cesty mezi výběrem na úrovni genů, obhajovaným ve 3. kapitole, a skupinovým výběrem, kritizovaným v 7. kapitole. „Výběr jedinců“ se zdá být střední cestou mezi těmito dvěma krajnostmi a mnoho biologů a filozofů bylo na tuto povrchní cestu svedeno a z této úvahy vycházelo. My však už můžeme rozpoznat, že taková úvaha není vůbec správná. Můžeme na organismus a skupinu organismů téhož druhu pohlížet jako na soupeře o roli vehiklu, ale ani jednoho z nich nemůžeme považovat za kandidáta na roli replikátoru. Spor o „individuální“ a „skupinový“ výběr je sporem mezi alternativními vehikly. Naopak mezi výběrem jedinců a výběrem na úrovni genů vlastně žádná neshoda není, protože geny a organismy jsou kandidáty na různé a doplňkové role v našem příběhu, na roli replikátoru a roli vehiklu.

Spor mezi výběrem na úrovni jedinců a skupinovým výběrem vyznívá podle mého názoru ve prospěch výběru jedinců. Skupina je totiž příliš neurčitý předmět. Stádu jelenů nebo smečce lvů či vlků je sice vlastní jistá provázanost a jednotu účelu, ale ta je nepatrná ve srovnání s provázaností a jednotou účelu těla jednotlivého jelena, lva nebo vlka. To je dnes obecně přijímáno jako skutečnost, ale *proč* tomu tak opravdu je, si musíme objasnit. Rozšířený fenotyp a paraziti nám v tom pomohou.

Viděli jsme, že geny parazita spolu spolupracují v opozici proti genům hostitele (ty ovšem zase spolupracují mezi sebou) proto, že tyto dvě sady genů mají různé cesty, jimiž opouštějí sdílený vehikl - tělo hostitele. Geny plže opouštějí jeho tělo v jeho vajíčkách či spermii. Všechny mají stejnou naději ocitnout se ve vajíčku nebo spermii prostřednictvím poctivé loterie meiozy, a proto se společně snaží, aby tělo plže vytvořily jako jednotný a účelný nástroj. Parazitická motolice je zjevně odlišitelná od svého hostitele a nemůže prolnout své cíle a identitu s jeho proto, že geny motolice nesdílejí s geny plže jejich metodu opouštění společného vehiklu a neúčastní se jejich meiotické loterie; mají svou vlastní loterii.

V důsledku toho zůstávají oddělené ve svém vehiklu v útrobach toho společného. Kdyby geny motolice byly předávány vajíčky a spermii plže, těla těchto organismů by se v průběhu evoluce stala jedním tělem a dnes bychom nebyli schopni poznat, že to kdysi byly dva vehikly.

„Jednotlivé“ organismy jsou výsledným ztělesněním celé řady takových spojení. Naopak skupina organismů - hejno ptáků či smečka vlků - se v takový jediný organismus nespojuje právě proto, že geny v této skupině nemají jeden společný prostředek k opuštění stávajícího vehiklu. Ze stáda se sice může oddělit dceřiné stádo, ale geny se do tohoto stáda nepřenašejí v jediném předmětu, v němž by všechny geny rodičovského stáda měly stejnoměrné zastoupení. Všechny geny ve smečce vlků nemusí mít stejný prospěch ze stejných událostí. Gen si může zajišťovat budoucí úspěch tím, že upřednostňuje svého vlka na úkor vlků ostatních. Jednotlivý vlk je tedy vehiklem, zatímco smečka vlků ne. Důvod spočívá, obecně řečeno, v tom, že v každé buňce těla jednoho vlka s výjimkou pohlavních buněk jsou přítomny všechny jeho geny a<sup>1</sup> do pohlavních buněk se mohou dostat se stejnou pravděpodobností. Ale buňky vlní *smečky* nemají stejné geny a geny všech vlků *smečky* rovněž nemají stejnou šanci ocitnout se v dceřiné smečce. Geny jednotlivých vlků tedy mohou jen získat, budou-li bojovat se svými soupeři v ostatních jedincích (přestože v případě vlní *smečky* bude tato rivalita zmírněna skutečností, že jde o příbuzenskou skupinu).

Jednotný a pro všechny geny společný výstup do budoucna je základní podmínkou pro to, abychom mohli něco nazývat vehiklem genů. Pro jednoho vlka to platí, výstupem je zde jeho produkce spermii nebo vajíček.

V případě *smečky* tomu tak není, proto mohou geny jedince získat zvýhodněním svého jedince na úkor ostatních genů ve smečce. U včelího roje můžeme nabýt dojmu, že vypučení dceřiného roje je totožné s oddělením dceřiných *smeček*. Podíváme-li se však na věc důkladněji, zjistíme, že zde geny sdílejí společný osud. Budoucnost genů celého roje je uložena ve vaječnicích královny. Proto včelí roj vypadá a chová se jako provázaný jediný vehikl (což je jen jiný způsob, jak vyjádřit poučení z předchozích kapitol).

Všude se setkáváme s tím, že život je svázán do ohraničených a samostatně účelových vehiklů, jako jsou vlci nebo

včelí úly. Představa rozšířeného fenotypu však ukazuje, že tomu tak nemusí být. Vše, co nám naše teorie dovoluje očekávat, je bojiště replikátorů odstrkujících a předhánějících se, bojujících o svou genetickou budoucnost. Zbraní v tomto boji jsou fenotypové projevy, tedy v podstatě chemické působení na buněčné úrovni, ale ve svém důsledku třeba pera nebo tesáky, případně ještě odvozenější projevy. Tyto projevy jsou nejčastěji sjednoceny v ohraničených ve-hiklech, v nichž jsou geny ve vzájemné shodě a spolupráci, vynucené vyhlídkou společné cesty vajíček a spermií. Tento poznatek bychom neměli brát jako samozřejmost. Měli bychom jej stále zkoumat a podívat se nad ním. Proč se geny spojily v obrovských vehiklech se společným genetickým výstupem? Proč se rozhodly spolupracovat na jejich vytváření? V *Rozšířeném fenotypu* se snažím tento složitý problém zodpovědět, zde se odpověď pokusím alespoň načrtnout. Na druhou stranu, z odstupe sedmi let, ji mohu vyjádřit přesněji.

Zásadní otázky jsou tři. Proč se geny spojily buňkách? Proč se buňky spojily v mnohobuněčné organismy? A proč tyto organismy přijaly životní cyklus „trychtýřovitě“ zúžený (bottlenecked life cycle) na začátku a konci?

Nejdříve tedy, proč se geny spojily v buňkách. Proč se ty dávné replikátory vzdaly své rytířské svobody v prapolévce a začaly se sdružovat v obřích koloniích? Proč spolupracují? Částečnou odpověď nám poskytne pohled na to, jak současné molekuly DNA spolupracují v chemických továrnách, jimiž jsou živé buňky. Molekuly DNA kódují proteiny. Proteiny jsou často enzymy katalyzující určité chemické reakce. Často však jedna taková reakce k vytvoření užitečného konečného produktu nestačí. Ve farmaceutických továrnách vyžaduje syntéza užitečné látky celou výrobní linku. Výchozí surovina nemůže totiž být přímo přeměněna v požadovaný produkt a je zapotřebí řady meziproductů, syntetizovaných v přesně dané posloupnosti reakcí. Největší díl práce chemických výzkumníků spočívá ve vymýšlení syntetických postupů, vedoucích od dostupných surovin k požadovaným produktům. Právě tak jednotlivé enzymy živé buňky nemohou samy o sobě zprostředkovat syntézu užitečného konečného produktu z dostupné suroviny. Neobejdou se bez sady enzymů, z nichž jeden katalyzuje vznik prvního meziproductu z výchozí látky, druhý přeměnu prvního meziproductu ve druhý a tak dále.

Každý z těchto enzymů je kódován jedním genem. Pokud je určitá syntetická dráha tvořena šesti enzymy, pak musí být v organismu přítomno všech šest sekvencí, aby tato dráha mohla fungovat. Pro vytvoření téhož produktu však mohou existovat dvě alternativní dráhy, které sestávají z odlišných enzymů, ale jinak jsou přibližně stejně vhodné. V průmyslové chemii, kde je takových případů řada, se jedna z alternativ může rozšířit buď proto, že je historicky starší, nebo v důsledku vědomé volby odborníků. V přírodě však není žádná volba vědomá a rozhodování se děje prostřednictvím přírodního výběru. Jak však přírodní výběr dohlédne na to, aby geny z alternativních drah nebyly proházené a aby vznikla funkční sada spolupracujících genů? Stejným způsobem jako v mé analogii s německými a anglickými veslaři (5. kapitola). Princip spočívá v tom, že gen pro první stupeň jedné z drah bude úspěšný v přítomnosti ostatních genů této dráhy, ne však v přítomnosti genů alternativní dráhy. Pokud v populaci už převládly geny pro první dráhu, pak bude výběr upřednostňovat geny pro tuto dráhu a penalizovat geny pro dráhu alternativní a naopak. Je však naprosto nesprávné uvažovat, jako by daných šest genů té které dráhy bylo selektováno jako skupina, jakkoli k tomu vše svádí. Každý gen je sice selektován jako samostatný sobecký gen, ale o jeho úspěšnosti rozhoduje to, zda prostředí, v němž se nalézá, obsahuje správnou sadu ostatních genů.

Dnes ke spolupráci mezi geny, která musela začít jako jednoduchá spolupráce mezi samostatně se replikujícími molekulami v prapolévce (nebo jiném prapůvodním prostředí), dochází v buňkách. Buněčné stěny mohly vzniknout jako nástroj sloužící k udržení užitečných látek pohromadě a zabránění jejich úniku do okolí. Na buněčných membránách navíc probíhá řada chemických reakcí, u nichž je zapotřebí oddělit od sebe dvě prostředí s různou koncentrací molekul. Spolupráce mezi geny však nezůstala omezena na úroveň buněčné biochemie. Buňky se spojily (nebo zůstávaly pohromadě po buněčném dělení) a vytvořily mnohobuněčná těla.

To nás přivádí ke druhé otázce. Proč se buňky spojily, aby vytvořily ony neohrabané roboty? Je to opět otázka spolupráce, ale její těžiště se přesunulo z molekulární úrovně na mnohem větší měřítko. Mnohobuněčné organismy přerostly z mikroskopické velikosti až do rozměru slonů a velryb. Velikost sama o sobě však ještě nemusí být výhodná, konečně ve srovnání s bakteriemi je slonů jen pár. Ale v situaci, kdy životní prostor pro malé organismy je už obsazen, stále ještě zbývá prostor pro ty velké. Velké organismy se například mohou živit těmi malými a přitom se ubránit tomu, aby jimi byly snědeny.

Výhody takového spolku buněk však nespočívají pouze ve velikosti. Jednotlivé buňky se rovněž mohou specializovat a dosáhnout tak větší účinnosti v jednotlivých úkonech. Specializované buňky slouží ostatním členům spolku a zároveň mají prospěch z účinnosti ostatních specialistů. Je-li k dispozici velké množství buněk, pak se některé mohou specializovat jako smyslové orgány pro vyhledávání kořisti, jiné jako nervy pro předávání informace, další zas jako žahavé buňky schopné paralyzovat kořist nebo jako svalové buňky pohybuující chapadly, která přitahují kořist, jako buňky vylučující trávicí šťávy anebo buňky schopné tráveninu absorbovat. Nesmíme zapomínat, že přinejmenším u moderních těl, jako je naše vlastní, jsou všechny buňky klon. Všechny obsahují tytéž geny, nicméně v různých buňkách jsou aktivovány různé geny, podle jejich specializace. Geny v různých buněčných typech přímo prospívají svým kopiím v malé skupině buněk specializovaných na reprodukci, buněk nesmrtnelné zárodečné linie.

Nyní ke třetí otázce. Proč se těla účastní „trychtýřovitě“ zúžených životních cyklů?

Začneme vysvětlením, co míním trychtýřovitým zúžením. Bez ohledu na to, kolik buněk má tělo slona, stojí na počátku jeho života jediná buňka, oplozené vajíčko. To je úzkým hrdlem trychtýře, který se během embryonálního vývoje rozšiřuje do trilionů buněk dospělého slona. A bez ohledu na to, kolik buněk a kolik specializovaných typů buněk



spolupracuje na nepředstavitelně složitém úkolu provozování dospělého slona, je snahou všech těchto buněk jediné, produkce jednotlivých buněk, spermií nebo vajíček. Nejenom počátek slona je představován jedinou buňkou. Jeho koncem ve smyslu zakončení životního cyklu je produkce jednotlivých buněk, oplozených vajíček příští generace. Životní cyklus obrovského slona začíná a končí úzkým hrdlem. Toto zúžení je charakteristické pro životní cykly všech mnohobuněčných živočichů a většiny rostlin. Proč? Jaký to má význam? To je těžké zodpovědět bez zamyšlení nad tím, jak by život vypadal bez takových cyklů.

Pro ilustraci si zkusme představit dva hypotetické druhy řas. Říkejme jim třeba cyklovka a odnožka. Odnožka žije jako soubor neuspořádaných, beztvarych větví v moři. Čas od času se některá větévka odlomí a odpluje jinam. Úlomky, různé velikosti, jsou schopny dorůst do velikosti původní rostliny, podobně jako řízky zahradních rostlin. Toto odnožování je způsobem rozmnožování tohoto druhu. Jistě si všimnete, že od jeho způsobu růstu se liší jenom tím, že rostoucí části se od sebe fyzicky oddělují.

Cyklovka vypadá stejně a roste podobným neuspořádaným způsobem. Je zde jediný zásadní rozdíl. Cyklovka se rozmnožuje produkováním jednobuněčných spor, které odplouvají na moře, kde vyrostou v nové rostliny. Spory jsou obyčejné buňky, stejně jako ostatní. Rozmnožování zde, právě tak jako u odnožky, není pohlavní. Dceřiné rostliny sestávají z buněk, které tvoří jeden klon s buňkami rodičovských rostlin. Jediný rozdíl spočívá v tom, že odnožka se rozmnožuje odvrhováním kousků sestávajících z neurčitého množství buněk, kdežto cyklovka odvrhuje kousky sestávající vždy z jedné buňky.

Představou těchto dvou druhů rostlin jsme se zaostřili na zásadní rozdíl mezi zúženým a nezúženým životním cyklem. Cyklovka se rozmnožuje tak, že se v každé generaci musí protáhnout úzkým hrdlem jedné buňky. Odnožka prostě roste a rozpadá se. Těžko o ní můžeme říci, že by měla ohraničené generace nebo že by vůbec sestávala z ohraničených organismů. Jak je tomu u cyklovky? Hned se k tomu dostanu, ale už teď můžeme vidět náznak odpovědi. Už teď by na nás měla cyklovka působit dojmem něčeho ohraničeného - dojmem organismu.

Odnožka, jak jsme viděli, se rozmnožuje stejným způsobem, jako roste. Její rozmnožování by se tedy dalo považovat za pouhé pokračování růstu. U cyklovky je rozmnožování od růstu přísně odděleno. Našli jsme v tom rozdíl, ale co má být? Jaký to má význam? Proč na tom záleží? Přemýšlel jsem o tom dlouho a domnívám se, že jsem našel odpověď. (Shodou okolností zde bylo obtížnější nalézt otázku než odpověď.) Odpověď je rozdělena do tří částí, z nichž první dvě úzce souvisejí se vztahem mezi evolucí a embryonálním vývojem.

Zamysleme se nad evolucí složitějšího orgánu z jednoduššího. Nemusíme zůstat u rostlin, v tomto stadiu diskuse bude dokonce lepší zaměřit se na živočichy, protože jejich orgány jsou složitější. Pohlavní rozmnožování můžeme opět nechat stranou a představit si, že náš živočich se rozmnožuje prostřednictvím nepohlavních spor, jednotlivých buněk, které jsou, s výjimkou mutací, shodné s buňkami rodičovského organismu i mezi sebou navzájem.

Složitější orgány vyšších živočichů se vyvinuly postupnými změnami z jednodušších orgánů předků. Ovšem ne tak, že by se původní orgány změnil v ty moderní, jako když překováme meč v pluhu. A nejenže tomu tak *nebylo*, neméně důležité je, že tomu tak ani být *nemohlo*. Přímou transformací typu „meč v pluh“ lze dosáhnout pouze omezených změn. Skutečně zásadní změny může být dosaženo pouze tím, že se „vrátíme k rýsovacímu prknu“, zahodíme starý plán a začneme od začátku. Když inženýři začínají s novým projektem, nemusí vždy zavrhnout všechny původní myšlenky a řešení. Na druhou stranu se však nesnaží dojít k novému návrhu fyzickou deformací starého. Starý objekt je příliš zatížen minulostí. Možná můžete překovat meč v pluh, ale zkuste překovat vrtulový motor v tryskový. To zkrátka nejde. Musíte na vrtulový motor zapomenout a vrátit se k rýsovacímu prknu.

Živé organismy samozřejmě nebyly navrženy na rýsovacím prkně. Mají však podobnou možnost vrátit se na začátek vývoje - děje se tak v každé generaci. U většiny druhů nový organismus začíná jako jedna buňka a roste od začátku. Dědí konstruktérské *nápady* předchozí generace ve formě DNA programu, ale nikoli fyzické orgány svých předků. Nedědí srdce svého rodiče, které by musel *přetvařovat* na nové (případně vylepšené) srdce. Začíná od píky, jako jediná buňka, za použití téhož programu, do něhož mohou být vylepšení přidána. Už se rýsuje závěr, k němuž mířím. Jednou z důležitých vlastností zúženého životního cyklu je to, že umožňuje období návratu k rýsovacímu prknu.

Zúžení životního cyklu má další důsledek, který je v úzkém vztahu s předchozím. Poskytuje „časový plán“, na jehož základě mohou být řízeny procesy zárodečného vývoje. V zaškrteném životním cyklu prochází každá generace přibližně stejnou posloupností dějů. Začíná jako jediná buňka. Roste prostřednictvím buněčného dělení. Reprodukce se vypouštěním dceřiných buněk. Pravděpodobně také zahyne, ale to je pro účely této diskuse daleko méně důležité, než by se nám smrtelníkům mohlo zdát. Konce životního cyklu je totiž dosaženo reprodukcí organismu a vznikem nové generace. Přestože teoreticky se organismus může reprodukovat v kterékoli době své růstové fáze, můžeme očekávat, že se ustaví optimální čas pro reprodukci. Organismy, které budou produkovat spory v době, kdy jsou buď příliš mladé, nebo příliš staré, skončí s menším počtem potomstva, než jejich soupeři, kteří nejprve nahromadí síly a na jejich vrcholu vyprodukují ohromné množství spor.

Bližší se k myšlence pevně zakotveného, pravidelně se opakujícího životního cyklu. Všem generacím je tak společný nejenom jednobuněčný počátek. Všechny rovněž procházejí růstovou (eventuálně larvální) fází; jejíž délka je víceméně pevně stanovena. Přesné opakování růstové fáze pak umožňuje přesné načasování určitých jevů v průběhu embryonálního vývoje, jako by byly řízeny přesně dodržovaným kalendářem. U některých druhů se v různém rozsahu vyskytují dokonce i jednotlivá buněčná dělení v přesných časech, v posloupnosti, která se v každé generaci přesně opakuje. Každá buňka zde má přesné místo i čas, kdy se objeví v linii buněčných dělení. V některých případech k tomu dochází s takovou přesností, že em-

bryologové mohou jednotlivé buňky pojmenovat a k dané buňce jedince přiřadit odpovídající buňku u jiného jedince téhož druhu.

Takto stereotypizovaný růstový cyklus poskytuje hodiny nebo kalendář, podle něhož mohou být spouštěny jednotlivé embryologické procesy. Vzpomeňme, jak samozřejmě jsou pro nás denní cykly odvozené od rotace Země nebo roční opakování její cesty kolem Slunce - slouží nám k uspořádání a organizaci našich životů. Stejným způsobem jsou nekonečně se opakující růstové cykly, způsobené ohraničeným životním cyklem, využívány k organizaci a uspořádání embryonálního vývoje. Určité geny mohou být zapínány a vypínány v určitý čas jediné proto, že kalendář ohraničeného životního cyklu umožňuje samotnou existenci něčeho takového, jako je určitý čas. Takovéto dobře vyladěné regulace jsou podmínkou pro evoluci embryologických procesů schopných vytvořit složité tkáně a orgány. Přesnosti a složitosti orlího oka nebo vlaštovičího křídla by nemohlo být dosaženo bez přesného rozpisu, co má kdy kde být vytvořeno. Třetí důsledek zaškrceného životního cyklu je genetický. Zde nám opět poslouží příklad cyklovky a odnožky. Pro zjednodušení stále předpokládáme, že se obě rozmnožují nepohlavně. Zamysleme se nad tím, jak se mohou vyvíjet. Evoluce vyžaduje genetickou změnu, mutaci. Mutace se může objevit během kteréhokoli buněčného dělení. U odnožky drží buněčné linie vždy alespoň částečně pohromadě, na rozdíl od druhů se zaškrceným cyklem. Každá větévka, která se odlomí a vzdálí od rodičovské rostliny, je mnohobuněčná. Je tedy docela dobře možné, že obsahuje buňky, které jsou navzájem vzdálenějšími příbuznými, než jsou vůči některé buňce rodičovské rostliny. („Příbuznými" zde skutečně myslím bratrance, vnoučata a tak dále. Buňky mají určené příbuzenské linie, které se větví, a proto označení jako „bratranec z druhého kolena" lze pro buňky v organismu bez ostychu použít.) Cyklovka se v tomto bodě od odnožky ostře odlišuje. Všechny buňky dceřiné rostliny jsou u ní potomky jediné buňky, spory, a proto jsou všechny buňky dané rostliny navzájem v bližším příbuzenském vztahu než k buňkám jiné rostliny.

Tento rozdíl mezi těmito dvěma druhy má důležité genetické důsledky. Zamysleme se nad osudem nově zmutovaného genu, nejprve u odnožky a poté u cyklovky. U odnožky může nastat mutace v kterékoli buňce, v kterékoli větvi rostliny. Jelikož dceřiné rostliny jsou produkovány odštěpením velkých kusů, přímí potomci mutované buňky se mohou ocitnout v jedné dceřiné rostlině i v dalších generacích společně s nemutovanými buňkami, které jsou jejich velmi vzdálenými bratrance. U cyklovky je naopak nejstarším společným předkem všech buněk dané rostliny spora, z níž vznikla. Pokud spora obsahovala mutantní gen, budou jej obsahovat všechny buňky rostliny. Pokud jej spora neobsahovala, nebudou jej obsahovat ani ony. Buňky cyklovky budou v rámci jedné rostliny více geneticky jednotné než buňky odnožky. U cyklovky bude jednotlivá rostlina jednotka s vlastní genetickou identitou hodná jména jedince. Rostliny odnožky budou mít menší genetickou identitu a jejich nárok na označení „Jedinec" je pochybný.

Není to jen otázka terminologie. Vzhledem k možným mutacím nebudou mít buňky jedné rostliny odnožky stejné genetické zájmy. Gen v buňce odnožky bude úspěšný, bude-li podporovat pomnožení své buňky. Nemusí však nutně získat tím, že bude podporovat pomnožení celé rostliny. V důsledku mutací bude nepravděpodobné, že by všechny buňky v organismu byly geneticky identické, a proto nebudou tak srdečně spolupracovat při tvorbě nových orgánů a rostlin. Přírodní výběr zde spíše než mezi jednotlivými rostlinami bude rozhodovat mezi jednotlivými buňkami. Na druhé straně u cyklovky jsou buňky většinou geneticky identické, protože je mohou odlišit jen mutace vzniklé v době od počátku dané generace. Buňky tedy budou ochotně spolupracovat na vytvoření účinného nástroje přežití. Buňky v různých rostlinách budou mít naopak s větší pravděpodobností rozdílné geny - konečně buňky, které prošly rozdílnými hrdly, mohou být odlišeny na základě všech mutací s výjimkou těch nejposlednějších a to znamená většinu. Výběr se tedy bude rozhodovat mezi jednotlivými rostlinami, a ne buňkami jako u odnožky. Můžeme tedy očekávat vývoj orgánů a ústrojí, které budou sloužit celému organismu.

Mimoходом - čistě pro čtenáře s profesionálním zájmem - je zde jistá analogie se sporem o skupinový výběr. O jednotlivém organismu můžeme uvažovat jako o „skupině" buněk. Jistého druhu skupinového výběru zde pak může být dosaženo, bude-li nalezen nějaký prostředek, jak zvýšit poměr meziskupinové variace k vnitroskupinové. Reprodukční metoda cyklovky tento poměr zvyšuje, zatímco způsob odnožky má opačný účinek. Další zajímavou a poučnou analogií, které se zde však nemohu věnovat, je podobnost mezi „principem úzkého hrdla" a dalšími dvěma myšlenkami, které převládaly v této kapitole. Za prvé myšlenkou, že paraziti budou se svým hostitelem spolupracovat, pokud budou předávat geny do dalších generací prostřednictvím těchto reprodukčních buněk jako on - budou se protahovat skrze stejné hrdlo. Za druhé myšlenkou, že geny pohlavně se rozmnožujícího druhu spolu spolupracují jen proto, že meióza je přísně poctivou loterií.

Pro shrnutí můžeme tedy uvést tři důvody, proč historie života pravidelně procházejícího hrdlem láhve vede k evoluci organismů jako ohraničených a jednotných vehiklů. Tyto důvody mohou být označeny jako „zpět k rýsovacímu prknu", „přesně načasovaný cyklus" a „buněčná jednotnost".

Co bylo dřív, zúžení cyklu, nebo ohraničený organismus? Domnívám se, že tyto vlastnosti se vyvinuly současně. Vlastně se dokonce domnívám, že životní cyklus začínající a ukončený jednobuněčným hrdlem je základní a definující vlastností jednotlivého organismu. Když se vyvine životní cyklus s takto zúženým začátkem a koncem, živá hmota je tím nasměrována k uzavření se do ohraničených jednotných organismů. A čím více bude živá hmota uzavřena do ohraničených nástrojů přežití, tím více se buňky těchto nástrojů budou soustřeďovat na podporu té jedinečné linie, jejímž účelem je přenést jejich společné geny přes ono úzké hrdlo do další generace. Tyto dva jevy, zúžení životního cyklu a ohraničenost organismů, jdou ruku v ruce. Jak se vyvíjí jeden, podporuje tím vývoj druhého. Navzájem se posilují tak jako stupňující se city ženy a muže v průběhu milostného vztahu.

*Rozšířený fenotyp* je rozsáhlá kniha a rozbor v ní provedený není tak snadné sdělit v jedné kapitole. Byl jsem zde proto nucen se uchýlit k zhuštěnému, intuitivnímu a místy až impresionistickému stylu. Přesto doufám, že se mi podařilo nastínit podstatu jejího obsahu.

Dovolte mi nyní zakončit tuto knihu stručným poselstvím, shrnutím chápání života z pohledu sobeckého genu a rozšířeného fenotypu. Je to pohled, jež - jak se domnívám - lze uplatnit na život kdekoli ve vesmíru. Základní jednotkou všeho života, jeho prvotním hybatelem, je replikátor. Replikátor je cokoli ve vesmíru, z čeho se tvoří kopie. Replikátory původně vznikly náhodným seskupením menších vzájemně reagujících částí. Jakmile replikátor vznikne, je schopen tvořit nekonečně velké množství vlastních kopií. Kopírovací proces však není dokonalý, a proto se v populaci replikátorů začnou objevovat typy, které se budou navzájem lišit. Některé z těchto typů ztratí schopnost replikace a jejich druh vymizí s jejich zánikem. Jiné se sice budou replikovat, ale s malou účinností. Další si však postupně osvojí nové triky: stanou se tak ještě lepšími samoreplikátory než jejich předkové a současníci a jejich potomstvo převládne v populaci. V průběhu času se svět zaplní neúčinnějšími a nevytvářetějšími replikátory.

Postupně jsou objevovány stále složitější způsoby, jak být dobrým replikátorem. Replikátory přežívají nejen díky svým vnitřním vlastnostem, ale i díky svým schopnostem ovlivňovat okolní svět. Toto ovlivňování zdaleka nemusí být přímé. Jedinou podmínkou pro vznik takových schopností je, aby jejich konečné důsledky, bez ohledu na jejich nepřímou a složitost, měly zpětnou vazbu na úspěšnost replikátoru při vytváření vlastních kopií.

Úspěšnost replikátoru značně závisí na podmínkách v okolním prostředí. Mezi nejdůležitější z těchto podmínek patří vlastnosti ostatních replikátorů a jejich důsledky. Replikátory, které se vzájemně podporují - podobně jako angličtí nebo němečtí veslaři -, převládnu, když jsou pohromadě. V určité fázi evoluce na naší planetě bylo toto spolčování vzájemně spolupracujících genů utvrzeno vytvořením ohraničených nástrojů přežití - buněk a později mnohobuněčných těl. Nástroje přežití, které si osvojily životní cyklus se zúženým začátkem a koncem, byly úspěšnější a staly se rovněž lépe ohraničenými a funkčními.

Toto balení živé hmoty do ohraničených nástrojů přežití se stalo tak samozřejmým a převládajícím jevem, že když se na scéně objevili biologové a začali klást otázky týkající se života, jejich dotazy se většinou zaměřovaly na vehikly - jednotlivé organismy. Biologové si nejprve uvědomili existenci jednotlivých organismů, zatímco replikátory, dnes známé jako geny, považovali za součást vybavení používaného těmito organismy. Je zapotřebí vědomého myšlenkového úsilí, aby se nám podařilo nahlédnout biologii ze správné strany a připomenout si, že replikátory stojí na prvním místě jak historicky, tak co do významu.

Jedním ze způsobů, jak si to připomenout, je uvědomit si, že ani dnes nejsou všechny fenotypové projevy genu omezeny na individuální tělo, v němž gen přebývá. Geny jsou teoreticky i prakticky schopny sáhnout ven skrze stěny „svých“ jednotlivých těl a ovlivňovat věci v okolním světě, někdy neživé předměty, jindy živé organismy, a občas působit i na značnou vzdálenost. S trochou fantazie si můžeme představit gen sedící v centru rozprostřené sítě rozšířeného fenotypové moci. Předměty tohoto světa jsou pak centrem, do něhož se sbíhá síť vlivů mnoha genů sídlících v okolních organismech. Dlouhé prsty genů neznají žádné hranice. Celý svět je protkán příčinnými souvislostmi spojujícími geny s jejich fenotypovými projevy, blízkými i vzdálenými.

K tomu se přidává jev, který je v našem světě příliš významný, než abychom ho mohli pokládat za náhodu, ale z teoretického pohledu nezas tak významný, abychom ho museli považovat za nevyhnutelnost, a sice že tyto souvislosti se postupně víc a více propojovaly. Replikátory se přestaly volně potloukat v moři - jsou svázány v obřích koloniích jednotlivých těl. Fenotypové projevy, místo aby byly rovnoměrně rozprostřeny ve světě, se v převládající většině zkoncentrovaly do těchto těl. Ale jednotlivá těla, obvyklá na naší planetě, nemusela nutně vzniknout. Jediné, co je zapotřebí k tomu, aby kdekoli ve vesmíru mohl vzniknout život, je nesmrtelný replikátor.

## Dodatky

Následující poznámky se týkají pouze původních jedenácti kapitol. Každá poznámka je v textu označena číslem označujícím pořadí dodatku a číslem stránky, k níž se vztahuje.

### Kde se vzali lidé?

#### 1) ...všechny pokusy zodpovědět tuto otázku před rokem 1859 jsou bezcenné...

Našli se lidé, dokonce i nevěřící, kteří se nad touto citací Simpsona pohoršovali. Souhlasím, že po prvním přečtení ní skutečně ignorantsky, netaktně a netolerantně, trochu jako výrok Henryho Forda „Historie je víceméně hovadina“. Ponecháme-li však stranou náboženské odpovědi (jsem s nimi dobře seznámen; neutrácejte za poštovné), když máte pomyslet na předdarwinovské odpovědi na otázky „Co je člověk?“ „Má život nějaký smysl?“ „Proč tu jsme?“, můžete opravdu dojít k nějaké, která není nyní bezvýznamná, odečteme-li její historickou hodnotu? Je zkrátka možné být zcela na omylu a to přesně vystihuje všechny odpovědi před rokem 1859.

#### 2) ...Nejsem zastáncem morálky založené na zákonech evoluce.

Kritici občas neporozuměli *Sobeckému genu*, v domněnání, že nabízí sobeckost jakožto princip, podle něhož máme žít! Jiní, možná proto, že si z knihy přečetli pouze název nebo že se nikdy nedostali dál než na druhou stránku, si mysleli, že jsem tím říkal, že ať už se nám to líbí či ne, sobeckost a jiné nepříjemné vlastnosti jsou neodmyslitelnou částí našeho charakteru. Do tohoto omylu snadno upadnete, pokud si myslíte, že genetická „determinace“ je natvrdo - absolutní a nezvratná. A zdá se, že velká řada lidí si to z nějakého záhadného důvodu opravdu myslí. Geny ve skutečnosti „determinují“ chování pouze ve statistickém smyslu (viz str. 42-44). Dobrou analogií je široce přijaté zobecnění „červánky jsou dobrým znamením pro pastýře“. Může být statisticky dokázáno, že krásný rudý západ slunce předpovídá následující vydařený den, ale nevsadili bychom na to velkou sumu. Dobře víme, kolik různých faktorů ovlivňuje počasí. Každá předpověď počasí je předmětem chyb. Je to pouze statistická předpověď. Rudé západy slunce jistě nepovažujeme za příčinu pěkného počasí následujícího dne, a tím spíš nemůžeme geny považovat za neodvratnou příčinu určitého chování. Není důvod, proč by vliv genů nemohl být lehce zvrácen jinými vlivy. Pro úplný rozbor „genetického determinismu“ a vzniku nedorozumění kolem něj se podívejte na 2. kapitolu *Rozšířeného fenotypu* a na mou práci „Sociobiology: the new storm in a teacup“ („Sociobiologie: nová bouře ve sklenici vody“). Byl jsem dokonce obviněn z tvrzení, že všechna lidská stvoření jsou v podstatě chicagští gangsteři! Ale základní smysl mé analogie s chicagskými gangstery (str. 14) je samozřejmě, že: „znalost prostředí, ve kterém byl člověk úspěšný, nám o tomto člověku cosi napovídá. Nemá to nic společného s vlastnostmi chicagských gangsterů. Mohl jsem stejně tak použít analogii člověka, který se stal nejvyšším představitelem anglikánské církve nebo byl jmenován čestným členem prestižního klubu. V každém případě to nebyli lidé, ale geny, které byly předmětem mé analogie.“

Toto jsem rozebíral spolu s dalšími nedorozuměními, vzniklými z příliš doslovného chápání, ve své práci „In defence of selfish genes“ („Na obranu sobeckých genů“), z níž je i výše uvedená citace.

Musím dodat, že občasné politické poznámky mi připravily nepříjemné čtení v roce 1989. Výrok „Kolikrát v posledních letech muselo být něco podobného (potřeba omezit sobeckou chamtivost, aby se předešlo zničení celé skupiny) řečeno pracujícím v Británii?“ (str. 19) je jako vystřižený z projevu konzervativců! Když jsem to roku 1975 napsal, socialistická vláda, kterou jsem pomáhal zvolit, zoufale bojovala proti 23% inflaci a měla spoustu starostí s vysokými platovými požadavky. Má poznámka se klidně mohla vyskytnout v projevu kteréhokoli ministra práce v té době. Dnes má Británie vládu nové pravice, která pozdvihla zálužnost a sobeckost na status ideologie, a má slova získala v této souvislosti nepatřičný nádech, čehož lituji. Tím však neberu zpět, co jsem řekl. Sobecká krát-kozrakost má stále stejné nežádoucí důsledky, o jakých jsem mluvil. Ale pokud bychom dnes hledali sobeckou krátkozrakost v Británii, nemuseli bychom ji začít hledat v dělnické třídě. Vlastně je nejlepší nezatěžovat vědeckou práci politickými poznámkami vůbec, neboť jejich smysl se pozoruhodně rychle mění. Spisy politicky angažovaných vědců, například J. B. S. Haldanea a Lancelota Hogbena v roce 1930, jsou dnes značně znehodnoceny anachronistickými vsuvkami.

#### 3) ...je dokonce možné, že ukousnutí hlavy zvýší jeho kopulami aktivitu. (17)

Poprvé jsem se s touto zvláštností u samců hmyzu setkal během přednášky mého kolegy o pokusech na chrostících. Řekl, že chtěl chrostíky chovat, ale ať se snažil sebevíc, ne a ne je přimět k páření. Tehdy se zvedl z první lavice profesor entomologie, a jako by to bylo to nejzřejmější, co mohlo být opomenuto, zeptal se: „A zkusil jste jim uříznout hlavy?“

#### 4) ...základní jednotkou selekce... není ani druh, ani skupina, dokonce ani jedinec. Její gen...

Od doby, kdy jsem napsal svůj manifest o genetickém výběru, jsem se zamýšlel nad otázkou, zda nemůže existovat nějaký vyšší výběr zasahující příležitostně v dlouhodobém měřítku. Hned však dodávám, že když říkám „vyšší“, nemyslím tím nic spojeného se skupinovým výběrem. Mluvíím o něčem daleko méně patrném a zajímavějším. Dnes si myslím, že nejenom někteří jedinci přežívají lépe než jiní, ale že se celé třídy organismů mohou vyvíjet lépe než jiné. Samozřejmě evoluce, o níž mluvím, je stále stejná evoluce zprostředkovaná výběrem genů. Mutace jsou stále upřednostňovány díky svému vlivu na přežití a reprodukční úspěch jedinců. Ale některé významné mutace v základním

plánu embryogene-ze mohou otevřít stavidla evoluční expanze na další miliony let. Může existovat vyšší úroveň výběru pro embryonální plány, která pak vede k vlastní evoluci: výběr upřednostňující schopnost vyvíjet se. Tento druh výběru může být kumulativní a tím i progresivní způsobem, jakým skupinový výběr není. Tyto myšlenky jsou obsaženy v mé studii „The evolution of evolvability“ („Evoluce schopnosti vyvíjet se“), která byla inspirována zejména hraním si se „Slepým hodinářem“ („Blind Watchmaker“), počítačovým programem simulujícím procesy evoluce.

## Replikátory

### 5) *Zjednodušená úvaha (o vzniku života), kterou uvedu, pravděpodobně není daleko od pravdy.*

Existuje mnoho teorií o vzniku života. Než bych se všemi probíral, rozhodl jsem se v *Sobeckém genu* uvést jednu z nich pro ilustraci hlavní myšlenky. Nerad bych vyvolal dojem, že to je jediná vážná, nebo dokonce ta nejlepší kandidátka. Ve *Slepém hodináři* jsem si pro tentýž účel úmyslně vybral jinou teorii, teorii jílu, s níž přišel A. G. Cairns-Smith. Ani u jedné z knih jsem se ke zvolené hypotéze nehlásil. Pokud napíši další knihu, využiji příležitosti k vysvětlení dalšího pohledu, třeba představy německého matematického chemika Manfreda Eigena a jeho kolegů. Vždy se však na takovém příkladu budu snažit ukázat základní věc, kterou v sobě musí každá dobrá teorie o vzniku života na kterékoli planetě mít, jmenovitě myšlenku replikujících se informačních jednotek.

### 6) „Hle, panna počne...“

Mnoho rozhořčených korespondentů se domáhalo vysvětlení ohledně překladu „panna“ místo „mladá žena“ v biblické citaci a požadovalo po mně odpověď. Zraňování náboženských citů je choulostivá věc, a tak raději vyhovím. Vlastně je to potěšení, neboť vědec si nemůže zas tak často užít prachu zastrčených regálů knihovny při bádání nad opravdovou akademickou botou. Věc je ve skutečnosti dobře známa vědcům studujícím bibli - a ti ji nijak nezpochybňují. Hebrejské slovo *alma* bezpochyby znamená „mladá žena“, bez jakéhokoli náznaku panenství. Pokud by byla myšlena skutečná panna, bylo by použito slovo *betula*. K mutaci došlo, když se v předkřesťanském překladu do řečtiny známém jako Septuaginta objevil překlad *alma* jako *parthenos*, což

znamená doslova „panna“. Matouš (samozřejmě ne ten apoštol a současník Ježíšův, ale evangelista, který psal dlouho poté) cituje Izajáše z čehosi, co mohla být varianta Septuaginty (kromě dvou z patnácti řeckých slov jsou všechna identická), když říká: „To všechno se stalo, aby se splnilo, co řekl Hospodin ústy proroka: ‚Hle, panna počne a porodí syna a dají mu jméno Immanuel‘“ (český ekumenický překlad). Křesťanským učencům je široce známo, že příběh Ježíšova neposkvrněného početí je pozdější interpolace vložená nejspíše řecky mluvícím učedníkem, aby se (špatně přeložené) proroctví zdálo naplněné. Moderní překlady v Izajášovi správně uvádějí „mladá žena“. Stejně správně nechávají „panna“ v Matoušovi, neboť jej překládají z jeho řečtiny.

### 7) *Dnes se hemží ve velkých koloniích, bezpečně usazeny v gigantických nemotorných robotech*

Tato vumělkovaná pasáž (na které si jinak vůbec - tedy, téměř vůbec - nepotrpím) byla uvedena jako škodolibý důkaz mého fanatického „genetického determinismu“. Problém částečně spočívá v populární, ale chybné interpretaci slova „robot“. Žijeme v zlatém věku elektroniky a roboti už nejsou těžkopádní nemo-torové, ale jsou schopni učení, uvažování a tvořivosti. Je ironií, že už v Čapkově hře z roku 1920, v níž toto slovo zavedl, byli „roboti“ mechanictví tvorové, kteří nakonec získali lidské city, jako je láska. Lidé, kteří považují roboty za více deterministické, než jsou lidé, jsou zmateni (pokud ovšem nejsou zbožní, v kterémžto případě neustále zdůrazňují, že lidé mají jakýsi podivný dar svobodné vůle, který je pouhým strojem zakázán). Pokud nejste, tak jako většina kritiků mé pasáže „nemotorného robota“, věřící, pak se postavte této otázce: Co si tedy myslíte, že jste, když ne robot, byť značně komplikovaný? Toto jsem probíral v *Rozšířeném fenotypu*

Chybu doprovázela ještě jedna „mutace“ výkladu. Stejně jako se zdálo teologicky nezbytné, aby se Ježíš narodil panně, zdá se demonologicky nezbytné, aby každý „genetický determinista“ hodný toho jména věřil, že geny „ovládají“ každý aspekt našeho chování. O genetických replikátorech jsem napsal: „stvořily nás, tělo i mysl“, což bylo špatně citováno (např. v *Not in Our Genes (Ne v našich genech* od Rose, Kamina a Lewontina (str. 287) a předtím v Lewontinově filozofickém článku) jako „ovládají nás, tělo i mysl“. V kontextu mé kapitoly je myslím jasné, co jsem slovem „stvořit“ myslel, a to je velice odlišné od „ovládat“. Každý vidí, že geny neovládají své výtvořiny v tak silném smyslu, který je kritizován jako „determinismus“. Bez větší námahy jim vzdorujeme pokaždé, když používáme antikoncepci.

## Nesmrtelné šroubovice

### 8) *...nemožné odlišit příspěvky jednotlivých genů*

Zde a také na str. 84-86 je má odpověď kritikům genetického „atomismu“. Je to spíše předběžné opatření, neboť časově předchází kritikám! Mrzí mě, že je nezbytné, abych se znovu citoval, ale tyto části *Sobeckého genu* se, jak se zdá, dají lehko přehlédnout! Například v eseji „Starostlivé skupiny a sobecké geny“ (v knize *Pandin palec*) S. J. Gould říká:

„Neexistuje žádný gen pro tak jednoznačný kousek morfologie, jako je vaše levá česčka nebo váš nehet. Těla nelze romontovat na jednotlivé části, které sestrojily individuální geny. K zbudování většiny částí těla přispívají stovky genů." (Pandin palec, Mladá fronta 1988)

Gould to napsal jako kritiku *Sobeckého genu*. Ale podívejme se nyní na má skutečná slova:

„Vytvoření těla je kooperativní proces takové spletitosti, že je téměř nemožné odlišit příspěvky jednotlivých genů. Daný gen bude mít mnoho různých projevů na různých částech těla. Daná část těla bude ovlivňována mnoha geny a projev jednoho genu bude záviset na interakcích s mnoha jinými geny."

Znovu pak:

„Jakkoli nezávislé a svobodné mohou být geny při své cestě generacemi, *nejsou* příliš nezávislé a svobodné v řízení embryonálního vývoje. Nesmírně spletitě spolupracují a interagují jednak mezi sebou a jednak mezi okolním prostředím. Výrazy jako ‚gen pro dlouhé nohy‘ či ‚gen pro altruistické chování‘ jsou výstižná slovní spojení, ale je důležité porozumět jejich významu. Neexistuje gen, který by sám vytvořil nohu dlouhou či krátkou. Vytvoření nohy je kooperativní podnik mnoha genů. Nepominutelné jsou i vlivy vnějšího prostředí - nohy jsou vlastně vytvořeny z jídla! Může však existovat gen, který za daných podmínek sám způsobí, že narostou nohy delší, než by byly *za stejných podmínek* pod vlivem alternativní alely tohoto genu."

Tuto myšlenku jsem v následujícím odstavci zesílil analogií s vlivem hnojiva na vzrůst pšenice. Téměř jako by si Gould byl předem jist, že jsem naivní atomis-ta, takže přehlédl rozsáhlé pasáže, kde jsem učinil přesně stejnou interakcionis-tickou poznámku, na které on později trval.

Gould pokračuje:

„Dawkins bude potřebovat další metaforu: geny které klikáří, tvoří aliance, pídí se po možnostech, jak se připojit k nějaké dohodě, posuzují možnosti prostředí."

V mé analogii s veslaři jsem udělal přesně to, co mi Gould později doporučil. Podívejte se na tuto pasáž, abyste viděli, proč Gould, přestože v mnohém spolu souhlasíme, špatně postuluje, že přírodní výběr „přijímá nebo odvrhuje celistvé organismy, protože přednosti nese až souhrn částí, které na sebe vzájemně složitě působí". Pravdivé vysvětlení spolupráce genů je:

„Geny jsou vybírány nikoli jako dobré samy o sobě, nýbrž jako dobré v projevech na pozadí ostatních genů v genofondu daného druhu. Gen musí být schopen součinnosti a vzájemného doplňování se s ostatními geny, s nimiž sdílí dlouhou rodovou linii těl."

Obsažnější odpověď na kritiku genetického atomismu jsem poskytl v *Rozšířeném fenotypu*, zvláště pak na stránkách 116-117 a 239-247 (originálu).

### 9) *Definice, kterou chci použít, pochází od G. C. Williamse*

Williams ve své knize *Adaptation and Natural Selection* (Adaptace a přírodní výběr) říká doslova:

„Užívám slova gen ve významu ‚to, co se shromažďuje a rekombinuje s pozorovatelnou frekvencí‘. Gen bychom mohli definovat jako jakoukoli dědičnou informaci, pro niž existuje upřednostňující a neupřednostňující výběr, který odpovídá mnohonásobku jeho míry endogenních změn."

Williamsova kniha je dnes široce a také oprávněně uznávána jako klasické dílo, respektované „sociobiology" i kritiky sociobiologie. Myslím, že je jasné, že se Williams nikdy nedomníval, že svým „genovým selekcionismem" hájí něco nového a revolučního, stejně jako já v roce 1976. Oba jsme si mysleli, že jednoduše opakujeme základní principy, které vyslovili Fisher, Haldane a Wright, zakladatelé neodarwinismu ve třicátých letech. Přesto, možná kvůli našemu nekompromisnímu jazyku, někteří lidé včetně Sewalla Wrighta osobně s naší teorií, že „gen je základní jednotkou přírodního výběru", nesouhlasí. Jejich hlavní důvod je, že výběr vidí organismus, a ne geny uvnitř něj. Moji odpověď na názory, jako je Wrightův, najdete v *Rozšířeném fenotypu*, zvláště na str. 238-247. Williamsovy nejnovější myšlenky o otázce genu jakožto základní jednotky přírodního výběru jsou v jeho práci „A defence of reductionism in evolutionary biology" („Obrana redukcionismu v evoluční biologii") pronikavé jako vždy. Někteří filozofové, například D. L. Hull, K. Sterelny a P. Kitcher, M. Hampe a S. R. Morgan, nedávno také užitečně přispěli k ujasnění Jednotky přírodního výběru". Bohužel jiní filozofové tento problém znovu zamlžili.

### 10) *...jedinec je příliš velká a příliš nestálá genetická jednotka...*

Následuje Williamse jsem ve svém důkazu, že jedinec nemůže hrát úlohu re-plikátoru v přírodním výběru, využil fragmentujících účinků meiózy. Dnes vím, že je to pouze polovina příběhu. Druhá polovina je popsána v *Rozšířeném fenoty- • pu* (str. 97-99) a v mé práci „Replicators and vehicles" („Replikátory a vehik-ly"). Pokud by fragmentující účinky meiózy byly celý příběh, byl by nepohlavně se rozmnožující organismus, jako třeba samička pakobyly, skutečný replikátor, něco jako obrovský gen. Avšak je-li tento organismus pozměněn, dejme tomu ztratí nohu, pak tato změna dalším generacím předána není. Ať už jde o reprodukci nepohlavní či pohlavní, předávány jsou pouze geny. Proto jsou geny skutečně replikátory. V případě nepohlavně se rozmnožující pakobyly je repli-kátorem celý její genom (soubor všech jejích genů). Ale pakobyly sama o sobě ne. Její tělo není formováno jako replika těla předchozí generace. Tělo v každé generaci roste znovu z vajíčka, pod vedením jeho genomu, který je replikou ge-nomu předchozí generace.

Všechny výtisky této knihy budou stejné. Budou to repliky, ne replikátory. Ne proto, že by jedna kopírovala další, ale

proto, že jsou vytištěny ze stejné předlohy. Netvoří rodinu kopií, kde by některé knihy byly předky jiných. Rodová linie by se vytvořila, pokud bychom udělali xerokopii, pak ji okopírovali a udělali xerokopii xerokopie xerokopie a tak dále. V této linii stránek by skutečně byl vztah předek - potomek. Nová vada, která by se objevila na kterékoli stránce, by se vyskytovala i na všech potomcích této stránky, ale nikdy ne na jejich předcích. Takováto série předků a potomků má schopnost se vyvíjet.

Při povrchním pohledu se následné generace pakobylek zdají být rodem replik. Ale pokud experimentálně změníte jednoho jedince z rodu (například uřízne-te-li mu nohu), změna se na jeho potomky nepřenesou. Naproti tomu změníte-li genom jednoho jedince (například rentgenovým zářením), předá se změna dál. Toto je hlavní důvod, spíše než fragmentující efekt meiózy, proč nemůžeme jedince považovat za „základní jednotku přírodního výběru“, za pravý replikátor. Je to jedna z nejdůležitějších souvislostí obecně uznávaného faktu, že „lamarkis-tická“ teorie dědičnosti je nesprávná.

### 11) Další teorie, teorie sira Petra Medawara...

Bylo mi vyčítáno (samozřejmě ne Williamsem osobně, ba ani s jeho vědomím), že jsem tuto teorii stárnutí připsal P. B. Medawarovi, a ne G. C. Williamsovi. Je pravda, že mnoho biologů zvláště v Americe zná tuto teorii spíše díky Williamsově práci „Pleiotropy, natural selection, and the evolution of senescence“ („Pleiotropie, přírodní výběr a evoluce stárnutí“) z 1957. Je také pravda, že Williams rozvinul tuto teorii mnohem dál než Medawar. Ale i tak to byl podle mého Medawar, kdo roku 1952 vyslovil ve své knize *An Unsolved Problem in Biology (Nevyřešený problém v biologii)* a roku 1957 v *The Uniqueness of the Individual (Jedinečnost jedince)* hlavní jádro této myšlenky. Musím dodat, že Williamsovo rozvinutí této teorie bylo užitečné, neboť ujasnilo důležitý krok v této teorii (význam pleiotropie neboli možnosti, aby jeden gen měl několik různých projevů), který Medawar nijak výslovně nezdůrazňoval. W. D. Hamilton později dovedl tento druh teorie ještě dál v práci „The moulding of senescence by natural selection“ („Formace stárnutí přírodním výběrem“). Mimochodem, dostal jsem mnoho zajímavých dopisů od lékařů, ale žádný z nich nekomentoval mé spekulace o možnosti ošálení genů ohledně věku těla, ve kterém se nachází (str. 46). Tato myšlenka se mi stále nezdá být zjevně hloupá, a pokud by byla správná, nestála by z medicínského hlediska za pozornost?

### 12) Co je na sexu dobrého?

Otázka, k čemu je sex dobrý, neztrácí na přitažlivosti. Nevyčerpaly ji ani mnohé podnětné knihy, jmenovitě ty od M. T. Ghiselin, G. C. Williamse, J. Maynard-Smitha, G. Bella, ani sborník editorů R. Michoda a B. Levina. Nejvzrušující je podle mě nová myšlenka W. D. Hamiltona, teorie parazitismu, kterou srozumitelným jazykem objasnili Jeremy Chermak a John Gribbin v publikaci *The Redundant Male (Zbytečný samec)*.

### 13) ... (nadbytečná DNA je) ... parazit, v nejlepším případě neškodný, ale také nepoužitelný pasažér...

Má myšlenka, že nadbytečná DNA může být sobecký parazit, byla přijata a rozvinuta molekulárními biologii (viz práce Orgela a Cricka a práce Doolittle a Sapienzy) pod chytlavým názvem „sobecká DNA“. S. J. Gould ve své knize *Hens Teeth and Horse's Toes (Slepíci zuby a koňské prsty)* vyslovil provokativní (z mého pohledu!) závěr, že i přes historický původ myšlenky sobecké DNA „teorie sobeckých genů a sobecké DNA se v logických strukturách, kterými jsou vysvětlovány, liší tak, že už to víc nejde“. Toto zdůvodnění se mi zdá sice špatné, leč zajímavé, mimochodem, Gould byl tak hodný, že mi sdělil, že jsem se takové většině zdají být mé myšlenky. Po úvodu o redukcionismu a hierarchii (který se mi jako obvykle nezdál ani špatný, ani zajímavý) pokračuje:

„Dawkinsovy sobecké geny početně vzrůstají, neboť mají na tělo vliv, který mu pomáhá v jeho boji o život. Sobecká DNA početně vzrůstá z přesně opačného důvodu - neboť nemá na tělo žádné účinky...“

Chápu, co se Gould snaží odlišit, ale nepovažuji to za podstatné. Naopak stále považuji sobeckou DNA za zvláštní případ v teorii sobeckého genu, od něhož se ostatně myšlenka sobecké DNA odvíjela. (To, že sobecká DNA je zvláštní případ, je možná ještě jasnější na str. 188 než v pasáži na str. 49, citované Doolittlem a Sapienzou a Orgelem s Crickem. Mimochodem Doolittle a Sapienza ve svém titulu zvolili raději název „sobecké geny“ než „sobecká DNA“.) Rád bych Gouldovi odpověděl následující analogií. Geny pro žluto-černé pruhy vos se šíří, protože toto („varování“) je stimulační pro mozky jiných zvířat. Geny pro žluto-bílé pruhy tygra se množí „z přesně opačného důvodu“ - neboť v ideálním případě toto (maskovací) zbarvení vůbec nestimuluje mozky jiných zvířat. Je zde samozřejmě rozdíl, který je blízce analogický (pouze na jiné hierarchické úrovni) Gouldově rozdílu, ale je to nepatrný rozdíl detailů. Těžko můžeme tvrdit, že tyto dva případy „nemohou být více rozdílné ve struktuře jejich vysvětlení“. Orgel a Crick uhodili hřebíček na hlavíčku svou analogií mezi sobeckou DNA a kukaččími vajíčky: kukaččí vajíčka unikají odhalení tím, že vypadají podobně jako vajíčka hostitele.

Mimochodem nejnovější vydání oxfordského výkladového slovníku (*Oxford English Dictionary*) má u pojmu „sobecký“ následující výklad - „o genu nebo genetickém materiálu: má tendenci být zachovávan nebo se šířit, ačkoli nemá žádný projev ve fenotypu“. To je chvályhodně přesná definice „sobecké DNA“ a druhá doplňující citace se sobeckou DNA rovněž zabývá. Podle mého názoru je však část „ačkoli nemá žádný projev ve fenotypu“ trochu nešťastná. Sobecké geny nemusí mít vliv na fenotyp, ale mnoho z nich ho má. Lexikografové mohou tvrdit, že chtěli vysvětlit význam sobecké DNA, která skutečně nemá žádný projev ve fenotypu. Ale první citace, převzatá ze *Sobeckého genu*, zahrnuje sobecké geny, které projev ve fenotypu mají. Jsem však dalek toho, abych se rýpal v podružnostech, když mám takovou čest být citován v oxfordském výkladovém slovníku! Sobeckou DNA jsem více rozebíral v *Rozšířeném*

fenotypu.

## Nástroje genů

### 14) Mozek může být považován za funkční obdobu počítače.

Podobná tvrzení vždy pobuřují kritiky, kteří vše chápou doslovně. Mají samozřejmě pravdu v tom, že mozek se v mnoha ohledech od počítače liší. Principy, na nichž je jeho práce založena, se výrazně liší od těch, na nichž stojí naše počítačová technologie. To ovšem nemění nic na pravdivosti mého tvrzení o jejich funkční analogii. Funkčně je mozek opravdu s počítačem analogický: ve zpracování dat, rozpoznávání vzorců, rozdělení paměti na dlouhodobou a krátkodobou, koordinaci procesů a v řadě dalších vlastností.

V této kapitole je ještě několik zmínek o počítačích, z dnešního pohledu však už značně zastaralých. Pro někoho je tato skutečnost povzbudivá, jiné může děsit. Miniaturizace v elektronice nesmírně pokročila. Tranzistorové prvky jsou dnes v integrovaných obvodech tak natěsnány, že by se jich do prostoru o objemu lidského mozku vešly miliardy.

Má druhá poznámka o počítačích se týkala šachových programů. Napsal jsem o nich tehdy, že dosáhly standardu dobrého amatéra. Dnešní programy, dostupné i pro levné domácí počítače, vyhrávají nad většinou šachistů, s výjimkou opravdu vynikajících hráčů, a špičkové programy představují vážnou výzvu i pro ně. Pro dokreslení této představy se podívejme na reportáž Raymonda Keena pro *Spectator* 7. října 1988:

„Porážka významného šachisty počítačem má stále ještě nádech senzace, ale zdá se, že zakrátko se situace změní. Nejnebezpečnější mentální monstrum, které zatím kdy vyzvalo člověka, nese přílehlavý název ‚Hlubina myšlení‘ (Deep Thought), bezpochyby jako hold Douglasu Adamsovi. Zatím posledním výkonem počítače tohoto jména bylo terorizování lidských protivníků na otevřeném šampionátu Spojených států, pořádaném v srpnu v Bostonu. Zatím nemám k dispozici celkové vyhodnocení tohoto počítače, které bude prubířským kamenem jeho úspěchů v otevřené soutěži podle švýcarského systému, ale byl jsem svědkem jeho působivého vítězství nad silným Kanadánem Igorem Ivanovem, šachistou, který jednou zvítězil i nad Karpovem! Sledujte pozorně, zde by mohla být budoucnost šachů.“

Načež následuje komentovaný popis hry krok za krokem. Toto je Keenova reakce na dvacátý druhý tah Hlubiny myšlení:

„Nádherný tah... Záměrem je ovládnout střed dámou ... A tento nápad vede k pozoruhodně rychlému úspěchu... Výsledek je šokující... Průnik bílé dámy na levé křídlo je pro černého zcela zdrcující.“

Ivanovova odpověď je pak popsána jako:

„...Zoufalý výpad, který počítač pohrdavě přehlíží... Vrcholné ponižení soupeře. Hlubina myšlení nevyužije možnost vyměnit dámu a místo toho spěje přímo k rychlému matu... Černý vzdává.“

Nejde jen o to, že Hlubina myšlení se dostal mezi špičkové světové hráče. Ještě úžasnější je, že komentátor uznává za vhodné používat pro popis chování počítače výrazy obvyklé spíše pro popis vědomého lidského jednání. Počítač „pohrdavě přehlíží“ Ivanovův „zoufalý výpad“. Hlubina myšlení je popisován jako agresivní. Keene říká, že Ivanov „doufá“ v určitý výsledek, ale právě tak ochotně by výraz „doufá“ použil pro Hlubinu myšlení. Osobně se těším na to, až nějaký počítač vyhraje šachový šampionát. Lidem by neškodila lekce v ponižení.

### 15) V příběhu se vyskytuje civilizace v souhvězdí Andromedy vzdálená od nás 200 světelných let.

AforAndromeda a její pokračování *Andromeda Breakthrough* (*Průlom Andromedy*) se vzájemně rozcházejí v tom, že v první z těchto knih jsou mimozemšťané situováni na planetě v systému nejbližší hvězdy souhvězdí Andromeda, zatímco ve druhé pocházejí z galaxie Andromeda, která se nalézá v mnohem větší vzdálenosti 2 milionů světelných let. Podle uvážení si můžete na stranu 56 dosadit toto číslo, použitelnost povídky pro náš příklad to nezmění.

Fred Hoyle, starší spoluautor obou románů, je význačným astronomem a autorem mých oblíbených sci-fi příběhů *The Black Cloud* (*Černý oblak*). Jeho nesmírný vhléd do vědecké problematiky, který uplatňuje ve svých povídkách, ostře kontrastuje s jeho novějšími knihami, které napsal spolu s C. Wickramasinghem. Jejich chybný výklad darwinismu (jako teorie založené pouze na náhodných jevech) a jejich jedovaté útoky na Darwina osobně jsou zcela nemístné, obzvláště proto, že pro jejich důmyslnou (i když nepřijatelnou) spekulaci o mimozemském původu života jsou nepotřebné. Vydavatelé by neměli podléhat pocitu, že autor, který je uznávanou kapacitou v jednom oboru, musí být nutně neomylný i v oboru jiném. A dokud tento omyl mezi vydavateli panuje, odborníci sami by měli odolávat pokušení zneužívat jej.

### 16) ...strategiemi a triky pro přežití.

Tento způsob vyjadřování o strategii zvířete, rostliny či genu, jako by v ní byl obsažen vědomý záměr zvýšit svou úspěšnost (například přirovnávání „samců k riskujícím hráčům a samic k opatrným investorům“), mezi současnými biology už úplně zevšeobecněl. Tento pohodlný způsob vyjadřování však může vést k nedorozumění, pokud jej někdo chápe doslovně, protože mu chybí potřebná dávka představivosti. Najdou se však nejspíš i lidé, kteří se představivosti zříkají, aby si tak zajistili auru vědeckosti. Jinak si totiž nedovedu vysvětlit motivaci kritických ohlasů na *Sobecký gen*, vedených ve stylu článku Mary Midgleyové otištěného v časopise *Philosophy*. Tento příspěvek charakterizuje už „první věta: ‚Geny nemohou být sobecké či nesobecké o nic více nežli atomy mohou být závistivé, sloni abstraktní a sušenky teleologické.‘“ Můj článek „Na obhajobu



sobeckých genů", otištěný v následujícím čísle zmíněného časopisu, dává na takové zuřivé útoky vyčerpávající odpověď. Zdá se, že si někteří lidé, dobře vybavení filozofickými nástroji, nemohou odpustit vnucovat jejich úzkoprsý přístup i tam, kde není k ničemu. Při této příležitosti si neodpustím možnost citovat poznámku P. B. Medawara o přitažlivosti „filozofického stylu“ (philoso-phy-fiction) pro „mnoho lidí, často s dobře vyvinutou schopností brát věci doslovně, jejichž stupeň vzdělání daleko přesahuje jejich schopnosti analytického myšlení“.

*17) Vědomí možná vzniká v té fázi, kdy mozek organismu už simuluje natolik rozsáhlé modely, že do nich musí zahrnovat i model sebe sama.*

Svou myšlenku o tom, že mozek simuluje okolní svět, probírám ve své gifford-ské přednášce z roku 1988 „Worlds in microcosm“ („Světy v mikrokosmu“). Stále si nejsem jist, zda nám tato myšlenka může nějak výrazně pomoci v pochopení vědomí jako takového, ale musím se přiznat, že mě potěšilo, když zaujala pozornost sira Karla Poppera natolik, aby se o ní zmínil ve své přednášce o darwinismu. Filozof Daniel Dennett přišel s teorií, která rozvíjí metaforu počítačové simulace ještě více. Abychom jeho teorii porozuměli, je nutné se seznámit se dvěma technickými detaily ze světa počítačů. Prvním z nich je pojem virtuálního stroje, druhým rozlišení mezi sériovými a paralelními procesory.

Počítač je skutečný stroj, hmotné součástky v krabici. Program, který v něm běží, se však chová jako další, jiný stroj, složený z informací místo součástek, virtuální stroj. To platilo pro počítače a jejich programy odedávna, ale v současné době je tato skutečnost dobře zviditelněna na domácích uživatelsky vstřícných (user-friendly) počítačích. V době, kdy píši tyto řádky, je obecně za nejspěšnější v přizpůsobení se uživateli považován Apple Macintosh. Za svůj úspěch vděčí sadě napevno vestavěných programů, které uživateli přibližují jeho počítač. Jeho hardware je pro většinu uživatelů odstrašujícím způsobem komplikovaný a nepřístupný lidské intuici) jako zcela jiný, virtuální stroj, navržený tak, aby byl srozumitelný uživateli. Virtuální stroj známý jako Macintosh User Interface (uživatelské rozhraní - obdoba, respektive vzor pro MS Windows) je na první pohled stroj. Má knoflíky a posuvné ovladače, s nimiž se dá manipulovat stejně jako třeba u hifi věže. Je to však virtuální stroj. Jeho součástky nejsou z kovu či plastu, jsou to obrázky na monitoru, které ovládáte virtuálním prstem - kurzorem. To člověku dává pocit, že má věci pod kontrolou, protože je zvyklý ovládat přístroje takovým způsobem. Používám počítače ke své práci celých pětadvacet let a musím uznat, že Macintosh (a jeho obdoby) představuje zkušenost zcela odlišnou od všech předchozích typů počítačů. Jeho ovládání je jednoduché, přirozené, skoro jako by virtuální stroj byl prodloužením naší vlastní osoby. V pozoruhodném rozsahu umožňuje používat intuici místo ustavičného hledání v manuálu.

Nyní se přesuňme k druhému pojmu, který z oblasti počítačů potřebujeme převzít, a to k pojmu paralelního a sériového procesoru. Dnešní počítače jsou většinou sériovými (sériově pracujícími) procesory. Mají ústřední výpočetní jednotku - jeden elektronický trychtýř, jímž musí všechna data postupně procházet. I tyto počítače však mohou předstírat, že dělají několik věcí zároveň, protože jsou velmi rychlé. Sériový počítač může „současně“ pracovat na několika úkolech, jako když šachový mistr hraje simultánně několik partií. Na rozdíl od člověka však mezi těmito úkoly přechází tak rychle a nenápadně, že každý uživatel má pocit jeho výhradní pozornosti. Ve své podstatě však takový počítač přistupuje k uživatelům postupně.

V současnosti, v rámci honby za stále vyššími výkony, vyrobili konstruktéři opravdu paralelně pracující stroje. Dostalo se mi té výsady, že jsem mohl poznat jeden z nich - Edinburgh Supercomputer. Sestává ze stovek paralelně uspořádaných procesorů zvaných transputery, z nichž každý podává výkon současného osobního počítače. Superpočítač pracuje tak, že každý problém, který je mu zadán, rozdělí na řadu jednotlivých úloh, které mohou být zpracovávány nezávisle, a ty zadá transputerům. Transputer úkol vyřeší, podá odpověď a vyžádá si další úkol. Mezitím ostatní transputery řeší své úlohy, a tak superpočítač získá konečnou odpověď rychleji nežli běžný sériový počítač.

Řekli jsme si, že i normální sériový počítač může vyvolat dojem, že pracuje paralelně, pokud dostatečně rychle přechází mezi jednotlivými úlohami, které řeší. Můžeme tedy uvažovat o existenci *virtuálního* paralelního procesoru pracujícího na sériovém hardwaru. Podle Dennetta je tomu u mozku právě naopak. Hardware, na němž je mozek založen, má charakter paralelního procesoru, tak jako superpočítač, ale jeho software umožňuje vyvolat iluzi sériového postupu. Jde tedy o virtuální sériový procesor založený na paralelním materiálním základě. Podle Dennetta je tento postup myslí od jedné věci k druhé, onen „joyceov-ský“ proud vědomí, nápadným prvkem naší vlastní zkušenosti s myšlením. Dennett věří, že většina zvířat toto sériové uspořádání myšlenek nemá a používá mozek jeho přirozeným paralelním způsobem. Je však nepochybné, že i lidský mozek používá paralelní postup k řešení řady rutinních úloh nezbytných pro přežití. Virtuální stroj simulující sériový proces zpracování dat, nebo chcete-li myšlenek, je zde navíc, je dalším krokem ve vývoji. Jeho účelem je zprostředkovat vědomí kontrolu nad mozkem v uživatelsky vstřícné podobě, tak jako Macintosh User Interface zprostředkovává kontrolu nad počítačem.

Není zcela jasné, proč my lidé potřebujeme sériový virtuální stroj, když zvířata vystačí s čistě paralelním. Buďto měly složitější úkoly, s nimiž se naši předkové museli vyrovnat, z principu sériovou povahou, nebo se Dennett mýlí, když tuto vlastnost připisuje výlučně nám. Zároveň tvrdí, že rozvoj sériového myšlení byl převážně kulturní záležitostí, kterážto myšlenka mi rovněž nebyla příliš jasná. Měl bych nicméně dodat, že v době, kdy píši tyto dodatky, Dennettův článek ještě nevyšel a můj odkaz je založen na poznámkách z jeho jakobsenovské přednášky v Londýně v roce 1988. Doporučuji proto čtenářům podívat se raději na tuto práci než spoléhat na mou nepřesnou, impresionistickou a možná i trochu přizdobenou interpretaci.

Psycholog Nicolas Humphrey přišel s jinou zajímavou hypotézou o tom, jak rozvoj schopnosti simulovat mohl vést ke vzniku vědomí. Ve své knize *The Inner*

*Eye (Vnitřní oko)* předkládá Humphrey přesvědčivé příklady toho, jak si vysoce společenská zvířata, například lidé nebo šimpanzi, musí osvojit rozsáhlé psychologické zkušenosti. Mozek musí zpracovávat a předjímat spoustu informací vnějšího světa. Tyto informace jsou však poměrně jednoduché ve srovnání s mozkem samotným. Sociální zvíře žije ve světě s ostatními, možnými partnery, soupeři, přáteli i nepřáteli. K přežití a úspěšnosti v takovém světě je nutné naučit se správně odhadovat, jak se zachová ten druhý. Předvídání dějů v neživé přírodě je hračka ve srovnání s předvídáním v živých společenstvech. Akademičtí psychologové se svým vědeckým přístupem nedosahují příliš dobrých výsledků v předvídání lidského chování. Blízcí přátelé, kteří mají zažité i nepatrné projevy toho druhého, mohou bez teoretických znalostí předvídat jeho reakce daleko lépe. Humphrey se domnívá, že tato přirozená psychologická schopnost se u sociálních zvířat velmi rozvinula, v podstatě do formy šestého smyslu. „Vnitřní oko“ je sociopsychologický orgán, tak jako oko je orgán fyziologický.

Až potud považuji jeho argumentaci za přesvědčivou. Ovšem Humphrey se dále pouští do spekulace, že toto vnitřní oko pracuje na základě sebepoznání. Každé zvíře tedy prozkoumává své vlastní pocity a pohyby, aby tak porozumělo pocitům těch druhých. Psychologický orgán tedy pracuje na základě porovnávání ostatních se sebou samým. Nevím, nakolik mohu souhlasit s tím, že nám tato hypotéza pomáhá pochopit vznik vědomí, ale Humphrey je rozhodně pozoruhodný spisovatel a jeho knihy jsou přesvědčivé.

### 18) *Gen pro altruistické chování...*

Řadu lidí velmi pobuřují zmínky o genech „pro“ altruismus či jakékoli zjevně komplikované chování. Domnívají se (ovšem mylně), že veškerá složitost tohoto chování musí být obsažena ve zmíněném genu. Diví se, jak můžeme hovořit o genu pro altruismus, když víme, že to, co gen dělá, je, že kóduje nějaký proteinový řetězec. Zapomínají, že určité chování skutečně může být *změněno* mutací v jediném genu, který pak právem můžeme označit jako gen pro toto chování. Malá genetická *odchylka* se může projevit v embryogenezi a následně i v chování.

Například mutantní gen, který vyvolává u ptáků péči o sourozence, zajisté nebude sám o sobě zodpovědný za toto úplně nové a velmi složité chování. Může spíše znamenat změnu v nějakém existujícím vzorci chování. V úvahu zde nejspíše připadá chování rodičů vůči jejich potomstvu. Ptáci jsou běžně vybaveni složitým nervovým aparátem, jenž jako jednu ze svých funkcí zajišťuje i péči o potomstvo. Vyvinul se během mnoha generací, evolucionálně krok za krokem, ze svého předchůdce. (Shodou okolností si odpůrci představy genů pro sourozeneckou péči v tomto bodě protiřekají. Jak to, že nemají stejné pochybnosti o existenci genů pro stejně komplikovanou rodičovskou péči?) Výchozí vzorec chování mohl být jakýmsi jednoduchým pravidlem, které v tomto případě (tedy u rodičovské péče) mohlo znít: „Krm vše, co vřeští ve tvém hnízdě.“ Genem pro péči o sourozence pak může být miněna změna v genech zajišťujících působení onoho pravidla, v jejímž důsledku začne toto pravidlo na jedince působit v době, kdy ještě nemá vlastní potomstvo a ještě definitivně neopustil rodné hnízdo.

Bude pak krmit vše, co vřeští v tomto hnízdě, tedy své mladší sourozence, na základě onoho původního jednoduchého pravidla. Sourozenecká péče by tedy vznikla jako malá odchylka ve vývojovém načasování projevu už existujícího chování, a nikoli jako chování úplně nové. K podobným omylům často dochází, když zapomínáme na gradualistický, postupný charakter evoluce, na skutečnost, že evoluce postupuje malými změnami už existujících struktur nebo chování.

### 19) *Hygienické včely.*

Kdyby první vydání *Sobeckého genu* obsahovalo poznámky pod čarou, patrně bych v jedné z nich uvedl, tak jako to Rothenbuhler sám svědomitě učinil, že jeho výsledky nebyly úplně spolehlivé. Hygienické chování totiž pozoroval i u jedné z kolonií, u které se teoreticky vyskytovat nemělo. Řečeno slovy samotného Rothenbuhlera: „Jakkoli je nám to nepříjemné, nemůžeme tento výsledek přehlížet, nicméně své genetické hypotézy zakládám na jiných datech.“ Ačkoli je to velice nepravděpodobné, vysvětlením tohoto jevu bude nejspíše mutace ve zmíněné kolonii.

### 20) *Toto chování se souhrnně nazývá komunikace.*

V poslední době jsem značně nespokojen s tímto přístupem ke komunikaci. Spolu s Johnem Krebsem jsme se ve dvou článcích snažili dokázat, že většina signálů není informativní ani klamná, ale spíše *manipulativní*. Signál je prostředek, s jehož pomocí jedno zvíře využívá sílu druhého. Zpěv slavíka není informace, natožpak podvodná informace. Je to svůdné, hypnotizující až ohlupující oratorium. Tuto argumentaci jsem dovedl k logickým závěrům v knize *Rozšířený fenotyp*, jejichž část jsem zhustil do 13. kapitoly této knihy. Spolu s Krebsem se domníváme, že signály vznikly ze shody mezi pokusy o odhad stavu myslí druhého a pokusy o manipulaci tohoto odhadu. Úplně jinak pohlíží na problematiku signálů Amotz Zahavi. V poznámce k 9. kapitole rozebírám jeho názory mnohem příznivěji než v prvním vydání této knihy.

## **Agrese a stabilní strategie sobeckých strojů**

### 21) *...evolučně stabilní strategie...*

Rád bych vyjádřil základní myšlenku evolučně stabilních strategií s větším důrazem na ekonomickou stránku. Evolučně stabilní je taková strategie, která si vede dobře proti vlastním kopiím. Důvod je prostý. Úspěšná strategie je ta, která převládá v populaci. Proto se taková strategie bude často setkávat se svými kopiemi, a nemůže tedy zůstat úspěšnou, aniž by nedokázala se svými kopiemi vyjít. Tato definice není tak matematicky přesná jako definice Maynarda Smitha a ani ji nemůže nahradit, už proto, že není úplná. Dokáže však základní myšlenku evolučně stabilních strategií intuitivně obsáhnout.

Způsob myšlení vycházející z představy evolučně stabilních strategií se od prvního vydání *Sobeckého genu* značně rozšířil. Maynard Smith shrnul jeho vývoj až do roku 1982 ve své knize *Evolution and the Theory of Games (Evoluce a teorie her)*. Geoffrey Parker, další z vůdčích přispěvatelů na tomto poli, vydal svou práci krátce poté. Robert Axelrod využívá teorii evolučně stabilních strategií v knize *The Evolution of Cooperation (Evoluce spolupráce)* a jeho práci je věnována jedna z mých dvou nových kapitol, kapitola „Milí hoši skončí první“. Mé vlastní postřehy z oblasti evolučně stabilních strategií od doby prvního vydání této knihy naleznete v článku nazvaném „Good strategy or evolutionarily stable strategy?“ („Dobrá strategie, nebo evolučně stabilní strategie?“) a v kolektivních pracích pojednávajících o kutilkách, kterým se věnuji níže.

### 22) ...ukáže se jako evolučně stabilní pouze jedna z nich, a to strategie odvetníka...

Toto tvrzení bylo bohužel nesprávné. Chyba byla už v původní Smithově a Priceově práci a já ji zopakoval, a dokonce umocnil značně přihlouplým tvrzením, že odvetník-pokušitel je „téměř“ evolučně stabilní strategií (pokud je strategie „téměř“ evolučně stabilní strategií, pak není evolučně stabilní strategií a bude napadena). Odvetník na pohled vypadá jako evolučně stabilní strategie, protože v populaci odvetníků si žádná strategie nevede lépe. Jenomže hrdlička si zde vede stejně dobře, protože v populaci odvetníků je její chování totožné s chováním odvetníka. Hrdlička proto může do populace proniknout. Otázka je, co následuje potom. J. S. Gale a reverend L. J. Eaves vytvořili dynamickou počítačovou simulaci, v níž nechali populaci modelových živočichů projít dlouhou řadou generací vývoje. Ukázali, že jedinou skutečně evolučně stabilní strategií je při tomto zadání stabilní směsice jestřábů a tyranů. Není to jediná chyba v časné literatuře o evolučně stabilních strategiích, kterou odhalil dynamický model. Dalším hezkým příkladem je má vlastní chyba, kterou rozebírám v dodatku k 9. kapitole.

### 23) ...O tom, jaké jsou skutečné náklady a zisky ve skutečné přírodě, toho bohužel zatím moc nevíme...

Dnes jsou už dostupná některá kvalitní terénní měření výdajů a zisků v přírodě a jejich výsledky byly vloženy do odpovídajících modelů evolučně stabilních strategií. Jeden z nejlepších příkladů se týká severoamerických kutilek. Kutilky se liší od běžných společenských vos z našich marmelád, což jsou sterilní samice pracující pro kolonii. Každá samice kutilky se stará sama o sebe a zasvěcuje svůj život shánění přístřeší a potravy pro své larvální potomstvo. Obvykle začíná vyhloubením dlouhé tunelovité nory s vydutou komůrkou na dně. Poté vyrazí na lov kořisti (což v případě kutilky jsou saranče). Kořist paralyzuje žihadlem a odtáhne do své nory. Když nashromáždí čtyři až pět sarančí, položí na tuto hromadu své vajíčko a chodbu uzavře. Z vajíčka se vylíhne larva, a začne se sarančemi živit. Mimochodem saranče jsou pouze paralyzovány, aby se nezkazily - jsou sice pojídány zaživa, zato čerstvé. Právě tento otřesný přístup u příbuzné čeledi lumkovitých (*Ichneumonidae*) přiměl Darwina, aby napsal: „Nemohu uvěřit, že by dobrotivý a všemocný Bůh úmyslně stvořil lumkovité s jednoznačným záměrem, aby měli za potravu živé housenky...“ Právě tak mu mohli za příklad posloužit francouzští kuchaři, kteří vaří živé humry, aby tak uchovali jejich chuť. Vraťme se však ke kutilkám. Jsou to samotářky s tou výjimkou, že samičky nezávisle pracují na stejném území a občas některá obsadí chodbu patřící jiné, aby si ušetřila práci s kopáním.

Dr. Jane Brockmannová je v oboru vos obdobou Jane Goodallové. Přijela z Ameriky, aby se mnou v Oxfordu spolupracovala, a přivezla s sebou své rozsáhlé zápisy téměř každé události v životě dvou celých populací jednotlivě rozlišených vos. Její poznámky byly tak úplné, že z nich bylo možné odvodit „časové rozpočty“ (time budgets - hospodaření s časem) jednotlivých vos. Čas je ekonomická položka: čím více je ho věnováno jedné činnosti, tím méně ho zbude na druhou. Když se k naší skupině přidal Alan Grafen, naučil nás, jak přesně uvažovat o časových výdajích a reprodukčním zisku. Nalezli jsme důkazy existence smíšené evolučně stabilní strategie ve vztazích v populaci z New Hampshire, nicméně u druhé populace (z Michiganu) se nám to nepodařilo. Stručně řečeno - v populaci z New Hampshire vosy buď hloubily vlastní hnízda, nebo obsazovaly hnízda vyhloubená jinými vosami. Podle našeho výkladu mohly vosy obsazením jiného hnízda vydělat, protože některá opuštěná hnízda byla stále použitelná. Nevyplatilo se sice obsadit hnízdo, které už obsazené bylo, ale vetřelci nemohli nijak poznat, které hnízdo obsazené je a které není. Pak ovšem riskovali, že stráví několik dní v dvojitém obsazení, a nakonec zjistí, že hnízdo je už uzavřeno, a jejich snaha vyšla nazmar - druhá nájemnice nakladla své vajíčko a sklídila odměnu. Kdyby k obsazování docházelo v populaci příliš často, dostupné chodby by se staly vzácnými a pravděpodobnost dvojitého obsazení by vzrostla, takže by se hloubení začalo vyplácet. Naopak kdyby se větší část vos věnovala hloubení, vysoká dostupnost chodeb by upřednostňovala obsazování. Pro populaci existuje kritická frekvence obsazování, při níž je hloubení i obsazování stejně výhodné. Pokud je skutečná frekvence pod touto hodnotou, dává přírodní výběr přednost obsazování, protože je zde dostatek opuštěných chodeb. Je-li skutečná frekvence nad kritickou hodnotou, vznikne nedostatek chodeb a přírodní výběr upřednostní hloubení. Tak je v populaci udržována rovnováha. Podrobné kvantitativní údaje ukazují, že jde spíše o pravou smíšenou evolučně stabilní strategii, kde u každé vosy existuje určitá pravděpodobnost, že bude hloubit, nebo

obsadí cizí hnízdo, než že by se populace dělila na specialisty na hloubení a obsazování.

24) *...Nejelegantnější ukázkou takové asymetrie v chování, o níž vím...*

Snad ještě názornější ukázkou strategie „Domácí vždy vyhrává“ než Tinbergen nám poskytl výzkum N. B. Daviese na motýlu okáči pýrovém. Tinbergen napsal svou práci, ještě než vznikla teorie evolučně stabilních strategií, a můj výklad jeho pozorování podle této teorie byl napsán ze zpětného pohledu. Davies prováděl svůj výzkum se znalostí teorie evolučně stabilních strategií. Zjistil, že samci motýlů ve Wythamském lese poblíže Oxfordu obhajují slunná místa. Na taková místa jsou totiž přitahovány samice; proto tato místa představují tak cenný zdroj, něco, za což stojí bojovat. Samců zde bylo více než slunných míst a ti nadbyteční čekali na svou příležitost v listnatých korunách. Odchytem a následným vypouštěním párů samců Davies ukázal, že kterýkoli z nich, který byl na slunné místo vypuštěn první, byl oběma samci považován za „majitele“. kterýkoli samec dorazil jako druhý, byl považován za „vetřelce“. Vetřelec vždy rychle uznal svou porážku a přenechal majiteli nerušenou nadvládu nad územím. Ránu z milosti celému problému zasadil Davies experimentem, v němž motýly zmanipuloval tak, aby se každý z nich domníval, že je domácí a ten druhý vetřelec. Pouze za těchto podmínek se rozvinul dlouhý a opravdový boj. Mimochodem ve všech případech, kde jsem pro jednoduchost hovořil o párech, ve skutečnosti samozřejmě šlo o statistické vzorky párů.

25) *...paradoxní evolučně stabilní strategie...*

Další příhoda, která by mohla představovat paradoxní evolučně stabilní strategii, byla zaznamenána v dopise pana Jamese Dawsona novinám *The Times* (londýnské vydání 7. prosince 1977): „Po několik let jsem pozoroval, že racek sedící na žerdi vždy toto místo uvolní, když se na ni chce posadit jiný racek, bez ohledu na to, zda je menší nebo větší.“

Nejraději ze všech příkladů paradoxní strategie mám jistý pokus s domácími prasaty ve Skinnerově boxu. Jde zde o strategii, která je stabilní ve stejném smyslu jako evolučně stabilní strategie, ale měla by se spíše jmenovat vývojově stabilní strategie (developmentally stable strategy) ve smyslu individuálního vývoje, protože spíše než v evolučním čase vzniká během života jedinců. Skinnerův box je zařízení, v němž se zvíře učí opatřovat si potravu stisknutím páky, která uvede do činnosti násypku vydávající potravu. Experimentální psychologové obvykle provádějí pokusy s holubou nebo krysami, které po jistém výcviku v malých Ski-nerových boxech brzy malé páčky najdou a tak získají potravu. Prasata se to mohou naučit rovněž v příslušně zvětšeném boxu s poměrně nechutnou pákou uzpůsobenou rypáku (stále mám v paměti, jak jsem se málem umlátit smíchy, když jsem před lety shlédl film o tomto výzkumu). B. A. Baldwin a G. B. Meese cvičili prasata ve speciálně upraveném Skinnerově chlívků. Páka pro rypák byla na opačném konci chlívků než násypka s potravou. Prase tak muselo po zmáčknutí páky přeběhnout na druhý konec chlívků k potravě a pak zpátky k páce a tak dále. Zatím to zní srozumitelně, ovšem Baldwin s Meesem dali do chlívků dvojici prasat. Tím byla vytvořena možnost, aby jedno prase vykořistilo druhé. „Otrok“ musel běhat tam a zpátky mezi pákou a násypkou. „Pán“ mezitím pouze seděl u násypky a cpal se přidělovanou potravou. Páry pokusných prasat vždy vytvořily vzorec „pán - otrok“: jedno ovládalo páku a běhalo ke korytku, zatímco druhé u něj celou dobu stálo a cpalo se.

A nyní slíbený paradox. Ukázalo se, že označení „pán“ a „otrok“ jsou úplně postavená na hlavu. Kdykoli se totiž ustálil tento vzorec, skončilo v úloze „pána“ prase, které bylo ve všech ostatních ohledech podřízené tomu druhému. „Otrokem“, který odděl všechnu práci, bylo obvykle dominantní prase. Každý, kdo ví, jak se prasata chovají, by předpověděl, že naopak dominantní prase by mělo být pánem, který by sežral většinu potravy, a podřízené prase otrokem, tvrdě se lopotícím a sotva sytým.

Jak takový paradoxní opak může vzniknout? Je to snadné pochopit, jakmile začnete uvažovat v pojmech stabilních strategií. Musíme jen tuto myšlenku, pracující s evolučním časem, přizpůsobit časovému měřítku, v němž se vyvíjejí vztahy mezi jednotlivci. Strategie „Jsi-li dominantní, sed' u koryta, jsi-li podřízený, mačkej páku“ zní sice rozumně, ale stabilní není. Podřízené prase by mačkalo páku a vracelo se ke korytu, jen aby zde našlo dominantní prase, které by se nenechalo odstrčit. Podřízené prase by brzy přestalo páku mačkat, protože by za tento čin nikdy nebylo odměněno. Teď se podívejme na strategii opačnou, strategii „Jsi-li dominantní, mačkej páku, jsi-li podřízený, sed' u koryta“. Bude stabilní i přes svůj paradoxní důsledek, že podřízené prase získá víc žrádla. Je zapotřebí jedině - aby na dominantní prase, když se přičítá z druhého konce chlívků, ještě něco zbylo. Když se vrátí, není pro ně obtížné odehnat podřízené prase od koryta. I kdyby na ně jako odměna zbylo jen pár drobků, jeho zvyk mačkat páku, byť nevyhnutelně spojený s krmením podřízeného prasete, by zůstal zachován. Zvyk podřízeného prasete polehávat u koryta je rovněž odměňován. Celá strategie „Jsi-li dominantní, mačkej páku, jsi-li podřízený, sed' u koryta“ je odměňována, a tedy stabilní.

26) *...vytvoří se (u cvrčků) stav podobný dominantní hierarchii...*

Ted Burk získal v době, kdy byl mým postgraduálním studentem, další důkazy existence tohoto typu pseudodominantní hierarchie u cvrčků. Rovněž ukázal, že samec se častěji dvoří samici, zvítězil-li nedlouho předtím v souboji s jiným samcem. Takové chování by si zasloužilo název „efekt vévody z Marlborough“ - podle zápisu z deníku první vévodkyně z Marlborough: „Jeho Výsost se dnes navrátila z válek, a dříve než se zula, dvakrát mne obšťastnila.“ Alternativní název by mohl být odvozen z příspěvku z časopisu *New Scientist* týkajícího se změn v hladinách mužského hormonu testosteronu. „U hráčů tenisu se během čtyřiařiceti hodin před významným utkáním hladina zdvojnásobila. Poté u vítěze zůstala na stejné výši, zatímco u poraženého klesla.“

27) *...jednou se budeme nápojem evolučně stabilní strategie ohlžet jako najeden z největších*

### *pokroků v evoluční teorii od časů Darwinových...*

Jde o mírnou nadsázku. Patrně jsem přehnaně reagoval na přezírání myšlenky evolučně stabilních strategií v tehdejší biologické literatuře, především v Americe. Tento pojem se například vůbec nevyskytuje v rozsáhlé Wilsonově *Sociobiologii*. Dnes už přehlížen není, a tak mohu uplatnit soudnější a méně misionářský pohled. Ve skutečnosti se můžete bez jazyka evolučně stabilních strategií obejít v případech, že myslíte dost jasně. Pomůže vám myslet jasně především v těch případech (které v praxi znamenají většinu), kdy podrobná znalost genetického pozadí není dostupná. Objevují se i tvrzení, že modely evolučně stabilních strategií považují rozmnožování za nepohlavní, jsou ovšem zavádějící v tom smyslu, že vytvářejí dojem, jako by tyto modely platily pouze pro nepohlavně se rozmnožující druhy. Skutečnost je zatím taková, že se modely evolučně stabilních strategií prostě podrobnostmi dědičnosti nezabývají a pouze vycházejí z toho, že potomci se podobají rodičům. Pro řadu účelů to naprosto postačuje. Takový nadhled pro nás může být dokonce přínosný; umožňuje nám soustředit se na základní problémy a nezatěžovat se podrobnostmi, například genetickou dominancí, které jsou navíc většinou v jednotlivých případech neznámé. Myšlení v duchu evolučně stabilních strategií je nejužitečnější v negativní roli, pomáhá nám vyhnout se teoretickým chybám, které by nás jinak mohly pokoušet.

### *28) ...Postupující evoluce je tedy spíše řadou diskrétních přechodů z jedné stabilní hladiny na druhou než stálým spojitým vzestupem...*

To je přijatelné shrnutí jednoho možného vyjádření myšlenky dnes už dobře známé teorie přerušované rovnováhy (punctuated equilibrium). Se studem přiznávám, že v době, kdy jsem tuto domněnku napsal, jsem jako řada biologů v Anglii o této teorii nevěděl, přestože byla známá už tři roky. Později, například ve *Slepém hodináři*, jsem naopak začal reagovat poněkud nedůtklivě - možná až příliš - vůči způsobu, jakým byla teorie přerušované rovnováhy přehnaně prodávána. Pokud jsem se tím dotkl něčích citů, je mi to líto. Na druhou stranu snad postižené usmíří vědomí, že alespoň v roce 1976 jsem měl srdce na pravém místě.

## **Sobci sobě**

### *29) ...Nikdy jsem nemohl pochopit, proč jej etologové tolik přehlíželi...*

Hamiltonovy studie z roku 1964 už nejsou odmítány. Historie jejich dřívější ho odmítání a pozdějšího uznání tvoří sama o sobě zajímavou kvantitativní studii zařazení mému do memofondu. Úspěch tohoto mému sleduji v dodatcích k II. kapitole.

### *30) ...Pro jednoduchost budu předpokládat, že hovoříme o genech, které jsou v celém genofondu vzácné...*

Výchozí předpoklad, že hovoříme o genu v populaci vzácném, byl vcelku malý podvod, jímž jsme si vypomohli při vysvětlování měření příbuznosti. Jedním z nejdůležitějších Hamiltonových příspěvků bylo, že ukázal *nezávislost* svých závěrů na tom, zda je daný gen vzácný či běžný. To je aspekt této teorie, který lidé těžko chápou.

Problém měření příbuznosti mnohé z nás zaskočí následující otázkou. Kteříkoli dva členové stejného druhu, ať už patří do stejné rodiny či ne, spolu obvykle

sdílejí více než 90 % genů. O čem tedy mluvíme, když říkáme, že příbuznost sourozenců je \ a sestřenicí? Znamená to, že sourozenci sdílejí \ genů *nad* těch 90 % (nebo více), které v každém případě sdílejí všichni zástupci daného druhu. Je zde něco jako základní příbuznost, sdílená všemi členy druhu a samozřejmě v menší míře i členy jiných druhů. Altruismus lze očekávat vůči všem jedincům, jejichž příbuznost je větší než tento základ, ať už je jakýkoli.

V prvním vydání jsem se tomuto problému vyhnul řečmi o vzácných genech. Dá se s tím chvíli vystačit, ale ne moc dlouho. Hamilton sám psal o tom,

že geny jsou „identické původem“, ale to s sebou také přináší problémy, jak ukázal Alan Grafen. Jiní autoři ani nevzali na vědomí, že zde byl nějaký problém, a jednoduše hovořili o absolutním procentu sdílených genů, což je naprosto jasný omyl. Takové neuvážlivé řeči vedly k vážným nedorozuměním.

Například jistý specializovaný antropolog ve své studii publikované roku 1978 a plné hořkých útoků na

„sociobiologii“ zkusil argumentovat tím, že pokud

bychom brali příbuzenský výběr vážně, měli by k sobě být všichni lidé altruističtí, neboť spolu sdílejí 99 % genů. Na tento omyl jsem stručně odpověděl

v článku „Twelve misunderstandings of kin selection“ („Dvanáct nepochopení příbuzenského výběru“), jako na pátý v pořadí. Dalších 11 nedorozumění také stojí za pozornost.

Alan Grafen podává to, co může být definitivním řešením problému měření příbuznosti, ve svém článku „Geometrie view of relatedness“ („Geometrický pohled na příbuznost“), který zde nehodlám rozebírat. V další studii s názvem „Natural selection, kin selection and group selection“ („Přírodní výběr, příbuzenský výběr a skupinový výběr“) ujasňuje jiný častý a významný problém, jmenovitě široké zneužívání Hamiltonova konceptu „přenesené zdatnosti“ (inclusion fitness). Také nám říká o špatném a dobrém způsobu, jak vypočítat celkové výdaje a zisky pro genetické příbuzné.

31) ...pásovcí ...jistě by to někomu mohlo stát za to, vypravit se do Jižní Ameriky a zjistit to.

V záležitosti pásovců nebyl žádný vývoj, ale do světla vstoupila nová pozoruhodná fakta o jiné skupině „klonujících se“ živočichů - mšic. Už dlouho bylo známo, že mšice se kromě pohlavního rozmnožování rozmnožují i nepohlavně. Když vidíte shluk mšic na rostlině, je možné, že jde o členy identického samičího klonu, zatímco ty na vedlejší rostlině jsou členy jiného klonu. Teoreticky jsou tyto podmínky ideální pro vznik evoluce příbuzensky selektovaného altruismu. Žádné skutečné náznaky altruismu mšic nebyly známy, dokud Shigeyuki Aoki neobjevil v roce 1977 sterilní „vojáky“ u japonského druhu mšic. Už jsem se o nich nestačil zmínit v prvním vydání této knihy. Aoki od té doby objevil tento fenomén u řady jiných druhů a má dobré důkazy o tom, že se vyvinul nejméně čtyřikrát nezávisle u různých skupin mšic.

Aokiho příběh je ve zkratce tento. „Vojáci“ mšic jsou anatomicky odlišná kasta, stejně jako odlišné kasty u tradičního společenského hmyzu, například u mravenců. Jsou to larvy, které nedosáhou dospělosti, a proto jsou sterilní.

Nevypadají ani se nechovají jako jejich nevojáctví larvální vrstevníci, s nimiž jsou však *geneticky* identičtí. Vojáci jsou vždy větší; mají obzvláště veliké přední nohy, které jim dodávají téměř vzhled škorpióna, a ostré rohy, trčící z předku hlavy. Slouží jim jako zbraně k boji a zabíjení případných predátorů. Často při tom zahynou, ale i když ne, je stále správné považovat je za geneticky „altruistické“, neboť jsou sterilní.

Co se tu děje podle teorie sobeckého genu? Aoki neuvádí, co přesně určuje, kteří z jedinců budou sterilními vojáky a kteří se stanou normálními rozmnožujícími se dospělci, ale můžeme s jistotou říci, že to musí být dáno prostředím, ne geny. Samozřejmě, protože sterilní vojáci a normální mšice na jedné rostlině jsou geneticky identičtí. Avšak musí existovat geny pro schopnost stát se jednou z těchto dvou vývojových možností. Proč upřednostňoval přírodní výběr tyto geny, když některé z nich skončí v tělech sterilních vojáků, a tedy nebudou předány dál? Protože díky vojákům byly kopie zcela stejných genů zachráněny v tělech rozmnožujících se nevojáků. Tato úvaha se opakuje u veškerého společenského hmyzu (viz 10. kapitola), až na to, že u ostatního společenského hmyzu, jako jsou mravenci či termiti, mají geny ve sterilních „altruistech“ pouze *statistickou* naději, že pomohou svým kopiím v rozmnožujících se jedincích. Altruistické geny mšic mají spíše jistotu než statistickou naději, neboť vojáci mšic jsou klony rozmnožujících se jedinců, kterým prospívají. V jistých ohledech Aokiho mšice zajišťují nejčistší příklad skutečné síly Hamiltonových myšlenek.

Měly by tedy mšice být uznány za členy výjimečného klubu společenského hmyzu, tradiční bašty mravenců, včel, vos a termitů? Entomologičtí konzervativci by s tím z různých důvodů nemuseli souhlasit. Mšicím například chybí dlouhověká královna. Mimoto tím, že jsou jeden klon, nejsou mšice o nic více „společenské“ než buňky vašeho těla. Je to jedno zvíře, které se pase na rostlině, a náhodou je jeho tělo rozděleno do fyzicky oddělených mšic, z nichž některé hrají specializovanou obrannou úlohu, stejně jako buňky vašeho imunitního systému. „Skutečný“ společenský hmyz spolupracuje, přestože není částí jediného organismu, zatímco Aokiho mšice spolupracují, protože patří do stejného „organismu“. Nechci ztrácet čas přesným vymezením významu. Zdá se mi, že když víte, co se děje mezi mravenci, mšicemi a lidskými buňkami, můžete si je nazývat společenskými nebo ne, jak se vám zlíbí. Já bych raději Aokiho mšice nazýval společenskými organismy než částí jednoho organismu. Existují určité charakteristické vlastnosti jediného organismu, které jednotlivá mšice má a je jich klon ne. Tento argument rozebírám v *Rozšířeném fenotypu* v kapitole „Znovuobjevení organismu“ („Rediscovering the Organism“) a také v nové kapitole této knihy nazvané „Dlouhé prsty genu“.

32) Zduřazňují, že příbuzenský výběr není zvláštním případem skupinového výběru.

Zmatek nad rozdílmi mezi skupinovým výběrem a příbuzenským výběrem nezmizel. Možná dokonce ještě narostl. Já si však dnes za svým tvrzením stojím dvojnásob pevně. Na druhou stranu jsem však k celkovému zmatku přispěl nedomyšleným výběrem slov na straně 102 prvního vydání (zde na str. 93). V originále jsem řekl (je to jedna z mála věcí, které jsem v tomto vydání změnil): „Jednoduše očekáváme, že by sestřenice z druhého kolene měly obdržet altruismu, který dostávají mláďata či sourozenci.“ Jak poznamenal S. Altmann, je to očividně nesprávné. Chyba však nemá nic společného s tím, co jsem se snažil v té chvíli obhájit. Pokud má altruistické zvíře koláč na rozdávání příbuzným, není žádný důvod, proč by měl každému příbuznému dát díl, jehož velikost by odpovídala míře příbuznosti. To by samozřejmě vedlo k absurditě, neboť všichni členové druhu, ani se raději nebudu zmiňovat o jiných druzích, jsou alespoň vzdálení příbuzní a všichni by tedy mohli požadovat přesně odměřený drobek! Naopak, pokud je v okolí blízký příbuzný, není důvod dávat část koláče vzdálenému příbuznému. Vzhledem k dalším komplikacím, jako je zákon mizejícího zisku, by měl být celý koláč rozdělen mezi nejbližší příbuzné okolo. To, co jsem chtěl říci, samozřejmě bylo: „Jednoduše očekáváme, že pravděpodobnost, že budou předmětem altruismu, je 1/16 této pravděpodobnosti u mláďat či sourozenců.“

33) Záměrně vylučuje potomky - nepočítaje za příbuzné!

Vyjádřil jsem svou naději, že E. O. Wilson změní v budoucích publikacích svou definici příbuzenského výběru

tak, aby to zahrnovalo potomky jakožto „příbuzné“. Jsem šťastný, že v jeho knize *On Human Nature (O lidské přirozenosti)* byla formulace „jiných než potomků“ skutečně vynechána, avšak nepřičítám si za to žádnou zásluhu. Wilson bohužel hned dodává: „Přestože příbuzenstvo je definováno tak, že zahrnuje i potomky, je termín ‚příbuzenský výběr‘ běžně užíván jen v případě, že jsou ovlivněni i někteří jiní příbuzní, jako například sourozenci.“ Bohužel jde o přesné vyjádření toho, jak biologové pojem příbuzenského výběru chápou, což jednoduše odráží fakt, že ani trochu nepochopili, co vlastně příbuzenský výběr je. *Stále* jej chybně považují za něco extra a ezoterického, mimo a nad běžný „výběr jedinců“. Není to tak. Příbuzenský výběr vychází ze základních neodarwinistických předpokladů, tak jako „po temné noci jasný den“.

#### 34) Avšak jaké to komplikované výpočty...

Chybný závěr, že teorie příbuzenského výběru vyžaduje, aby zvířata prováděla složité výpočty, je stále opakován dalšími generacemi studentů. A nejen mladými studenty. Kniha *The Use and Abuse of Biology (Využívání a zneužívání biologie)* specializovaného kulturního antropologa Marshalla Sahlinsa by mohla zůstat ve zdvořilém zapomnění, kdyby nebyla vyzdvihována jako „zničující útok“ na „sociobiologii“. Následující citace, vyňatá z delší úvahy o tom, zda by příbuzenský výběr mohl fungovat u lidí, je až neuvěřitelně charakteristická:

„Musím poznamenat, že epistemologické problémy, vyjádřené nedostatkem slovní podpory výpočtu  $r$ , koeficientu pro příbuznost, představují vážný nedostatek teorie příbuzenského výběru. Zlomky se ve světových jazycích vyskytují velice zřídka, objevují se v indoevropských a starých civilizacích Blízkého a Dálného východu, ale vesměs chybějí mezi takzvanými primitivními lidmi.

Lovci a sběrači obecně nemají systém počtů přesahující za jedna, dvě a tři. Raději se tedy zdržím komentáře k daleko většímu problému, jak by zvířata mohla vypočítat, že  $r$  (pro vztah já - sestřenice) =  $1/8$ “

Není to poprvé, co jsem citoval tuto vysoce odhalující pasáž, a stejně dobře bych mohl citovat i svou vlastní zlomyslnou odpověď na ni z „Dvanácti nepochopení příbuzenského výběru“:

„Škoda že Sahlins podlehl pokušení a ‚zdržel se komentáře‘ o tom, jak by zvířata mohla ‚přijít na‘  $r$ . Velká absurdita myšlenky, kterou se snažil zesměšnit, by měla spustit myšlenkový poplach. Šnečí ulítaje dokonalá logaritmická spirála, ale kam dal šnek své logaritmické tabulky, jak je čte, když čochkám v jeho očích chybí ‚lingvistická podpora‘ pro výpočet  $m$ , koeficientu lomu? Jak ‚přijdou‘ zelené rostliny na složení chlorofylu?“

Je fakt, že pokud byste uvažovali o anatomii, fyziologii či o téměř jakémkoli aspektu biologie Sahlinsovým způsobem, přišli byste na stejný neexistující problém. K úplnému popisu embryonálního vývoje jakékoli části těla rostliny či živočicha je zapotřebí komplikované matematiky, ale to neznamená, že rostlina či živočich musí být chytrý matematik! Velice vysoké stromy mají obvykle nosné podpory u základu kmene. U kteréhokoli druhu je to tak, že čím větší strom, tím větší jsou i tyto opory. Je uznávaným faktem, že tvar a velikost těchto podpěr jsou velice blízké ekonomickému optimu pro udržení vzpřímené polohy, přestože kdyby je měl navrhnout nějaký architekt, neobešel by se bez složitých matematických výpočtů. Sahlins ani nikoho jiného nikdy nenapadlo pochybovat o této teorii o podpěrách jednoduše proto, že stromy nejsou dostatečně matematicky vzdělané, aby je mohly spočítat. Proč tedy vznáší stejnou námitku ve zvláštním případě příbuzenského výběru? Kvůli tomu, že je zde řeč o chovám (jako protikladu morfologie), to být nemůže, protože je zde mnoho jiných příkladů chování (myslím tím chování, které se vyvinulo jinak než příbuzenským výběrem), jejichž genetický základ by Sahlins bez váhání uznal bez vznášení své „epistemologické“ námitky. Vzpomeňte si například na mou ilustraci (str. 95) komplikovaného výpočtu, který musíme všichni učinit, chceme-li chytit míč. Jeden si nemůže pomoci a musí se zamyslet: Existují snad humanitní vědci, kteří jsou celkem spokojeni s teorií přírodního výběru, ale kteří z poměrně povrchních důvodů, které mohou mít kořeny v dějinách tohoto tématu, zoufale chtějí najít něco - *cokoliv* - špatného *výhradně na teorii příbuzenského výběru?*

#### 35) ...musíme zvážít, jak mohou zvířata skutečně odhadovat, kdo jsou jejich blízcí příbuzní... Víme, kdo jsou naši příbuzní, protože je nám to řečeno...

Celé téma rozpoznávání příbuzných se stalo předmětem velkého zájmu od té doby, co byla tato kniha napsána. Zvířata (včetně nás, jak se zdá) vykazují pozoruhodnou citlivost při odlišování příbuzných od nepříbuzných, často podle pachu. Nedávno publikovaná kniha *Kin Recognition in Animals (Rozpoznávání příbuzných u zvířat)* shrnuje dosavadní poznatky z této oblasti. Kapitola o lidech od Pamelly Wellsové ukazuje, že výše uvedené konstatování („Víme, kdo jsou naši příbuzní, protože je nám to řečeno“) potřebuje další podporu; bylo ukázáno, že jsme alespoň občas schopni používat i různé neverbální klíče, včetně pachu potu našich příbuzných. Celé téma podle mě vystihuje citace

„každý dobrý kamarád má svůj altruistický smrad (E. E. Cummings)“.

Vzájemné rozpoznávání neslouží jen tomu, aby příbuzní věděli, komu mají prokazovat altruismus. Jak uvidíme v následujícím dodatku, je neméně důležité pro udržení rovnováhy mezi inbreedingem a outbreedingem (příbuzenským a nepříbuzenským křížením).

36) ...škodlivými projevy recesivních genů, které se při příbuzenském křížení hromadí. (Z nějakého důvodu nemají mnozí antropologové toto vysvětlení rádi.)

Letální gen je gen, který zahubí svého nositele. Recesivní letální gen je, jako každý recesivní gen, takový gen, který musí být přítomný ve dvojité dávce, aby se projevil. Recesivní letální geny se v genofondu vyskytují proto, že většina

jedinců, kteří jsou jejich nositeli, je mají pouze v jedné kopii, a tak netrpí jejich projevem. Jakýkoli letální gen se vyskytuje zřídka, neboť pokud by se vyskytoval často, potkával by své kopie a zabíjel by své nositele. Může však existovat mnoho různých typů letálních genů, takže jimi můžeme být ohroženi. Odhady jejich počtu v lidském genofondu se liší. Některé knihy zaznamenávají až dva na jednu osobu. Jestliže se náhodný samec páří s náhodnou samicí, pravděpodobnost, že se její letální geny budou párovat s jeho, je malá. Páří-li se však sourozenci nebo rodič s potomkem, mají se věci jinak. Jakkoli mohou být moje recesivní letální geny v celé populaci řídké a jakkoli mohou být recesivní letální geny mé sestry v celé populaci řídké, je zde znepokojivě velká pravděpodobnost, že její a moje jsou stejné. Na každý letální gen, který mám, připadá pravděpodobnost, že pokud se budu pářit se svou sestrou, narodí se každé osmé dítě mrtvé nebo zemře mladé. Mimochodem umírání v období adolescence je pro geny ještě „letálnější“ než umírání při narození. Mrtvě narozené dítě totiž nevyplývá tolik času a energie rodičů. Ať už se na to díváme z kterékoli strany, blízký incest není pouze mírně škodlivý. Je potenciálně katastrofický. Selektce aktivního vyhýbání se incestu může být stejně silná jako jakýkoli jiný selekční tlak, který byl v přírodě pozorován. Antropologové, kteří vznášejí námitky proti darwinistickým vysvětlením zábran proti incestu, si možná neuvedou, jak silnému případu darwinismu odporují. Přítom jejich obhajoba je slabá a někdy má podobu zoufale neobvyklých námitek. Například běžně říkají: „Pokud by do nás darwinovská evoluce skutečně vestavěla instinktivní odpor vůči incestu, nemuseli bychom ho zakazovat. Tabu vzniká jedině proto, že lidé mívají incestní touhy. Proto nemůže pravidlo proti incestu mít biologické funkce, ale musí být čistě „společenské““. To je ovšem skoro totéž, jako kdyby někdo tvrdil: „Auta nepotřebují zábrany na startéru, protože mají zábrany na dveřích. Proto nemohou být zábrany startéru ochranou proti zlodějům a musí mít nějaký rituální význam!“ Antropologové

také rádi zdůrazňují, že u různých kultur se tato tabu i samotné definice příbuznosti liší, což podle nich rovněž snižuje význam darwinismu pro vysvětlení zábran proti incestu. To už by rovnou mohli tvrdit, že sexuální touha nemůže být darwinovská adaptace, protože různé národy upřednostňují různé pozice. Zdá se mi, že u lidí je vyhýbání se incestu, právě tak jako u jiných zvířat, důsledek silného darwinovského výběru.

Páří se s geneticky blízkými jedinci není jediná možná chyba. I příliš vzdálený outbreeding může být nevhodný vzhledem k možnosti genetické neslučitelnosti různých kmenů. Není lehké předpovědět, kde se mezi těmito krajnostmi nachází optimum. Měli by se jedinci pářit se svými sestřenicemi z drahého kolena? Nebo ze třetího? Patrick Bateson se zkusil „zeptat“ křepelky japonské, čemu dává na této příbuzenské škále přednost. V experimentálním uspořádání nazvaném amsterdamská aparatura, kde měli možnost vybrat si mezi příslušníky opačného pohlaví, dávali ptáci přednost bratrancům (a sestřenicím) jak před sourozenci, tak před nepřibuznými jedinci. Další experimenty naznačovaly, že si mladé křepelky pamatují znaky svých sourozenců a později si vybírají takové partnery, kteří se jim podobají, ale ne příliš.

Zdá se, že mechanismem zábrany incestu u křepelky je potlačení touhy po jedincích, mezi nimiž vyrostla. Jiná zvířata to dělají dodržováním společenských řádů, sociálně zprostředkovanými pravidly rozšiřování se. V případě lvů bývají dospívající samci vyháněni z rodné smečky, kde by je mohly svádět příbuzné samice, a množí se jen, pokud se jim podaří dostat do jiné smečky. U šimpanzů a goril to bývají samice, kdo opouštějí rodičovskou tlupu a vyhledávají si novou. U různých lidských kultur nacházíme jak opouštění rodné skupiny, tak křepelčí metodu - potlačení touhy po „soukrojencích“.

*37) Vzhledem k tomu, že nejsou (hostitelské druhy kukaček) v nebezpečí vnitrodruhového parazitismu, je to efektivní.*

To nejspíš platí o většině druhů ptáků. Ale i tak by nás případy vnitrodruhové-ho hnízdního parazitismu neměly překvapovat. Tento fenomén nalézáme u stále většího počtu druhů, obzvláště dnes, kdy nám molekulárněgenetické metody pomáhají určovat, kdo je s kým příbuzný. Podle teorie sobeckého genu by měl být ještě častější, než je nám doposud známo.

### *38) Příbuzenský výběr u lvů*

C. Packer a A. Pusey vznesli námitky proti Bertramovu důrazu na příbuzenský výběr jako hlavní podnět pro spolupráci lvů. Stavějí na tom, že v mnoha smečkách nebývají dva staří lví samci příbuzní. Podle Packera a Puseyho může být reciproční altruismus vysvětlením spolupráce u lvů stejně pravděpodobně jako příbuzenský výběr. Nejspíš mají pravdu obě strany. Ve 12. kapitole zdůrazňují, že reciproční strategie „půjčka za oplátku“ se může vyvinout pouze tehdy, nahromadí-li se kritické množství recipročních altruistů. To zaručuje, že u drahého jedince je poměrně dobrá šance, že bude oplácet. Příbuzní jsou si přirozeně podobní, a tak i když nedosáhneme v populaci jako celku tuto kritickou frekvenci, může jí být dosaženo v rodině. Možná spolupráce u lvů vznikla způsobem, jaký navrhl Bertram, a to přineslo nezbytné podmínky pro zvýhodnění oplácení. Spor ohledně lvů může být vyřešen pouze na základě nových poznatků a ty nám jako vždy přinášejí informace pouze o daném případě, a ne o obecném teoretickém sporu.

### *39) Pokud Cje mé identické dvojče...*

Všeobecně se už vžila představa, že jednovaječné dvojče by pro jedince mělo teoreticky být stejně hodnotné jako on sám, pokud je skutečně jisté, že je to jeho jednovaječné dvojče. Jen nemnozí si však rovněž uvědomili, že totéž platí pro monogamní matku. Víte-li, že vaše matka bude plodit potomky pouze s vaším otcem, měla by pro vás být stejně hodnotná jako jednovaječné dvojče nebo jako vy. Uvažujte o sobě jako o nástroji na produkci potomků. Pak je vaše matka nástroj na produkci (vlastních) sourozenců a ti jsou pro vás stejně geneticky hodnotní jako vaši vlastní potomci.



Samozřejmě teď zanedbáváme všechny možné praktické okolnosti, například že vaše matka je starší; bez znalosti dalších okolností nemůžeme ani obecně říci, zda ji to dělá horší či lepší sázkou na budoucí rozmnožování, než jste vy.

Tento závěr se zakládá na předpokladu, že se na svou matku můžete spolehnout, že bude i v budoucnu plodit potomky vašeho otce, a ne nějakého jiného samce. Do jaké míry se na to dá spoléhat, závisí na partnerském systému daného druhu. Je-li jedinec příslušníkem druhu ze zvyku promiskuitního, nemůže samozřejmě spoléhat na to, že všichni potomci jeho matky budou jeho vlastními sourozenci. I za skutečně monogamních podmínek je zde jedna zjevně nutná podmínka, která z vaší matky činí horší sázku, než jste sám. Otec může zemřít. I přes sebevětší snahu nebude matka schopna родit jeho děti, pokud zemřel, ne?

No mimochodem, mohla by. O podmínky, za nichž by se tak mohlo stát, se obzvláště zajímá teorie příbuzenského výběru. Jakožto savci jsme zvyklí, že narození následuje po pevně daném a spíše krátkém časovém intervalu od kopulace. Lidský samec může být otcem posmrtně, ale ne déle než devět měsíců po své smrti (kromě otcovství zprostředkovaného bankou spermatu). Ale u řady hmyzích druhů si matka schovává samcovy spermie po celou dobu svého života a šetří si je, aby s nimi často ještě dlouhá léta po samcově smrti oplodňovala vajíčka. Člen druhu s takovýmto mechanismem rozmnožování si může být potenciálně velice jistý, že jeho matka bude i nadále „dobrá genetická sázka“. Mravenčí královna se páří pouze na jednom svatebním letu, na počátku své dospělosti. Pak ztratí křídla a už se nikdy znovu nepáří. Musím připustit, že u mnoha druhů se samice na svém svatebním letu páří s velkým počtem samců. Ale jedinec, který je členem jednoho z těch druhů, kde je samice vždy monogamní, může matku považovat za stejně dobrou genetickou sázku, jako je sám. Mladý mravenec má oproti mladému savci tu výhodu, že mu vůbec nemusí záležet na tom, zda je jeho otec mrtvý (samozřejmě, téměř s jistotou je mrtvý!). Může si být celkem jist, že spermie jeho otce ho přežívají a matka může pokračovat v produkci jeho vlastních sourozenců.

Z toho vyplývá, že pokud nás zajímá evoluční původ péče o sourozence a takových jevů, jako jsou vojáci u hmyzu, pak bychom se měli zvláště pozorně zaměřit na ty druhy, kde samice uchovávají spermie celý život. V případě mravenců, vos a včel je zde zvláštní genetická okolnost, jak jsme si řekli v 10. kapitole, a to haplodiploidita. Ta je mohla předurčit k tomu, aby se z nich stalo společenstvo. Snažím se zde ukázat, že haplodiploidita není jediný předurčující faktor. Zvyk uchovávat spermie po celý život může být přinejmenším stejně důležitý. Za ideálních podmínek to může matku učinit stejně hodnotnou a hodnou stejně altruistické péče jako jednovaječné dvojče.

#### *40) ...kulturní antropologové by mě mohli doplnit nějakými zajímavými příklady.*

Kvůli této poznámce dnes rudnu studem. Od té doby jsem zjistil, že kulturní antropologové mají nejen co dodat k efektu „strýce z matčiny strany“, ale také že mnoho z nich se o něm zmiňovalo už řadu let přede mnou! To, co jsem „předpověděl“, platí v řadě kultur a antropologové to vědí už dlouhá desetiletí. Mimoto když jsem navrhl hypotézu, že „ve společnosti s vysokým stupněm nevěry by měli být strýcové z matčiny strany altruističtější než 'otcové', neboť mají více důvodů věřit v příbuznost mládeže“ (str. 104), jsem přehlédl, že totéž už navrhl Richard Alexander (poznámka, která se o tom zmiňovala, byla vsunuta do pozdějších výtisků prvního vydání jeho knihy). Alexander a další autoři tuto hypotézu s velmi příznivými výsledky otestovali na údajích z antropologické literatury.

## **Plánované rodičovství**

#### *41)... Wynne-Edwards, který měl hlavní zásluhu na šíření myšlenky skupinového výběru...*

Wynnovi-Edwardsovi se obecně dostává laskavějšího přijetí než mnohým akademickým heretikům. Pro svou schopnost dopouštět se naprostých omylů je uznáván (osobně si myslím, že v přehnané míře) jako inspirátor důsledného myšlení v otázkách přírodního výběru. On sám udělal velkorysou opravu roku 1978, kdy napsal:

„Současní teoretičtí biologové se v zásadě shodují na tom, že nemohou být vytvořeny věrohodné modely, podle nichž by pomalý skupinový výběr mohl předběhnout o hodně rychlejší šíření sobeckých genů, které přináší zisk pro osobní zdatnost. Proto akceptuji jejich názor.“

Po tomto jeho názorovém posunu bohužel zanedlouho (v posledním vydání jeho knihy) následoval návrat na původní pozici. Skupinový výběr ve smyslu, v jakém jsme mu celou dobu rozuměli, je mezi biology ještě méně oblíbený než v době prvního vydání *Sobeckého genu*. Může

## **Souboj pohlaví**

#### *44) ...o co horší musí pak být konflikt mezi partnery, kteří nejsou vůbec navzájem příbuzní?*

Jako spousta mých tvrzení i tato úvodní věta v sobě skrývá podmínku „stejných okolností“. Partneri mohou ze vzájemné spolupráce samozřejmě vytěžit hodně. To se v kapitole objevuje vždy znovu a znovu. Partneri mohou hrát hru s nenulovým součtem, kde neplatí, že vítězství jednoho musí být spojeno s porážkou druhého, a naopak mohou úspěšně těžit ze vzájemné spolupráce (tuto myšlenku vysvětluji ve 12. kapitole). Z mé úvodní věty však číší cynický a sobecký pohled na život. V tomto případě se to zdálo nezbytné, neboť převažující pohled na námluvy zvířat se příliš odvrátil v opačném směru. Lidé téměř univerzálně nekriticky předpokládali, že spolu partneri budou velkoryse spolupracovat. Na možnost využívání nikdo ani nepomyslel. V tomto historickém kontextu je zřejmý cynismus úvodní

věty pochopitelný, avšak dnes bych použil jemnější tón. Podobně se dnes mé poznámky o lidských sexuálních rolích v závěru kapitoly zdají být naivní. Evoluce rozdílů mezi lidskými pohlavími je do větší hloubky probrána v knize *Sex Evolution and Behavior (Sex, evolve a chování)* Martina Dalyho a Margo Wilsonové a *The Evolution of Human Sexuality (Evoluce lidské sexuality)* Donalda Symonse.

#### 45) ...počet mláďat samce je pomyslně neomezený. Zde začíná vykořisťování samic.

Nyní se zdá zavádějící zdůrazňovat rozdílnost velikosti vajíčka a spermie jako základ sexuálních rolí. Přestože jedna spermie je malá a levná, není zdaleka levné vytvořit miliony spermií a úspěšně je dostat do samice navzdory všem soupeřům. Dnes pro objasnění základní asymetrie mezi samci a samicemi dávám přednost následujícímu přístupu.

Dejme tomu začneme se dvěma pohlavími, která nemají žádné ze znaků samců a samic. Nazýváme je neutrálními názvy *A* a *B*. Pářit se přitom mohou vždy jen  $.4$  s *B*. Každý jedinec, ať už *A* či *B*, stojí před volbou. Čas a námaha strávené souboji se soupeři nemohou být využity k péči o existující potomky a naopak. Každý živočich by měl mezi tyto vzájemně si konkurující aktivity vyváženě rozdělit své úsilí. Chci však poukázat na to, že *A* se mohou ustálit na jiné rovnováze než *B*. Jakmile rovnováha nastane, začne se rozdíl mezi nimi prohlubovat.

Pro snadnější pochopení předpokládejme, že *A* a *B* se hned od začátku liší v tom, zda svůj úspěch zvýší investováním do potomků, nebo investováním do soubojů (slovem „souboj“ zde míním všechny druhy soutěže mezi členy stejného pohlaví). Ze začátku může být rozdíl mezi pohlavími zcela nepatrný, ale nakonec dospějeme k závěru, že je zde dědičná tendence k jeho růstu.

Dejme tomu, že pro *A* bude účast v soubojích od začátku představovat o něco větší příspěvek k reprodukčnímu úspěchu než účast na péči o potomstvo, zatímco u *B* bude péče o potomstvo mírně přínosnější pro jejich reprodukční úspěch než soupeření. To bude například znamenat, že ačkoli *A* samozřejmě může zvýšit svou úspěšnost provozováním rodičovské péče, rozdíl mezi úspěšností dobrého a špatného pečovatele je u pohlaví *A* menší než rozdíl úspěšnosti mezi dobrým a špatným bojovníkem. U pohlaví *B* je tomu naopak. Tak je pro *A* lepší využít dané množství úsilí k souboji, zatímco *B* by mělo spíše přesunout úsilí na rodičovskou péči.

Proto *A* budou v následujících generacích bojovat o něco málo více než jejich rodiče a *B* budou bojovat o trochu méně a pečovat o mladé o něco více než jejich rodiče. Rozdíl mezi nejlepším a nejhorsími v soubojích bude ještě větší a rozdíl mezi nejlepším a nejhorsími v pečování bude ještě menší. Proto může *A* získat z vložení námahy do soubojů ještě více, zato vložení námahy do pečování získá ještě méně. U pohlaví *B* bude platit přesný opak. Klíčovou myšlenkou je, že malý počáteční rozdíl se může zvětšovat; výběr může začít s malým rozdílem a zvětšovat ho a zvětšovat, dokud se z *A* nestane to, co dnes nazýváme samci, a z *B* to, co dnes nazýváme samicemi. Počáteční rozdíl může být dost malý, aby se mohl objevit náhodou. Koneckonců je nepravděpodobné, že by počáteční podmínky dvou pohlaví byly identické.

Jistě jste si všimli, že tato úvaha se velmi podobá teorii vytvořené Parkerem, Bakerem a Smithem, probírané na straně 133, o prvním rozlišení primitivních gamet na vajíčka a spermie. Je však obecnější. Rozlišení na vajíčka a spermie je pouze jedním z důsledků základního odlišení sexuálních rolí. Místo abychom rozlišení spermie a vajíčka považovali za primární a všechny charakteristické znaky samců a samic odvozovali od něj, můžeme odlišení spermie a vajíčka i ostatní rozdíly vysvětlit stejným způsobem. Musíme pouze předpokládat, že existují dvě pohlaví, která se spolu páří; nic víc o těchto pohlavích nemusíme vědět. Na základě tohoto minimálního předpokladu s jistotou očekáváme, že jakkoli si jsou tato pohlaví na začátku rovna, rozliší se ve dvě pohlaví specializující se na opačné a doplňující se reprodukční techniky. Rozlišení mezi spermií a vajíčkem je důsledkem tohoto obecnějšího rozlišení, ne jeho příčinou.

#### 46) Použijme metodu analýzy agresivních soubojů Maynarda Smithe a aplikujme ji na pohlaví.

Myšlenku hledání evolučně stabilní směsi strategií jednoho pohlaví vyvážené evolučně stabilní směsí strategií u pohlaví druhého nyní dále rozpracoval Maynard Smith osobně a nezávisle na něm, avšak v podobném směru Alan Grafen a Richard Sibly. Grafenova a Siblyho studie je pokročilejší po technické stránce, Smithova se dá lépe vysvětlit slovy. Ve stručnosti - začíná představením dvou strategií, a to „střežení“ a „opuštění“, použitelných pro kterékoli pohlaví. Stejně jako v mém modelu zdrženlivá - nevázaná a věrný - záletník je zde zajímavá otázka, jaké kombinace samčích strategií jsou stabilní v přítomnosti různých kombinací samicích strategií. Odpověď závisí na předpokladech daných konkrétními ekonomickými podmínkami daného druhu. Zajímavé je, že jakkoli obměňujeme výchozí ekonomické předpoklady, nikdy nedostaneme spojitou škálu kvantitativně odlišných stavů. Model vždy vyústí do jedné ze čtyř stabilních situací. Tyto situace jsme pojmenovali po družících, které jsou jejich příkladem. Jsou to „kachna“ (samec opouští, samice střeží), „koljuška“ (samice opouští, samec střeží) „octomilka“ (oba opouštějí) a „gibon“ (oba střeží).

Tento model je zajímavý z ještě jednoho hlediska. Pamatujete si z 5. kapitoly, že modely evolučně stabilních strategií se mohou ustálit v jedné ze dvou stejně stabilních situací? To platí o tomto modelu Maynarda Smithe také. Obzvláště zajímavé je, že jisté dva páry, oproti jiným párům, jsou stabilní za stejných ekonomických podmínek. Například v jisté oblasti podmínek je stabilní jak strategie kachna, tak koljuška. Která z nich se uplatní, závisí na náhodě - přesněji řečeno na událostech evoluční historie - na počátečních podmínkách. V jiné oblasti podmínek je stabilní gibon a octomilka. Znovu je to historická náhoda, která určuje, která ze strategií se u daného druhu ujme. Neexistují však

podmínky, za kterých by byly zároveň stabilní kachna i gibbon, či kachna i octomilka. Tato analýza „párování stabilních“ sourodých a nesourodých kombinací evolučně stabilních strategií má zajímavé důsledky pro naši rekonstrukci dějin evoluce. Dovoluje nám například odhadnout, které přechody mezi partnerskými systémy jsou v dějinách evoluce pravděpodobné a které nepravděpodobné. Maynard Smith odhaluje tyto historické sítě ve stručném shrnutí způsobů „párování v říši živočichů a uzavírá to řečnickou otázkou: „Proč samci savců nekojí?“

47) *...je...možné ukázat, že k žádné oscilaci docházet nebude. Systém se dostane do stabilního stavu.*

Je mi líto, ale toto tvrzení je nesprávné. Avšak je nesprávné zajímavým způsobem, a tak jsem zde tuto chybu ponechal. Rád bych jejímu odhalení věnoval chvilku času. Jde vlastně o stejný druh chyby, jaké si všimli J. S. Gale a L. J. Eaves v původní studii Maynarda Smithe a Price (viz dodatek č. 22). Na mou chybu upozornili P. Schuster a K. Sigmund, dva matematictí biologové pracující v Rakousku.

Poměry věrných samečků ku záletníkům a nevázaných samic ke zdrženlivým, při nichž byly oba typy samců stejně úspěšné a oba typy samic také, jsem vypracoval správně. Je to samozřejmě vyvážený stav, ale zapomněl jsem zkontrolovat, zda je *stabilní*. Mohl být spíše vyvážený na ostří nože než v bezpečném důlku. Pro kontrolu stability je nutné zjistit, co se bude dít, pokud vyvážený stav mírně vychýlíme (strčte do míče na ostří, a on spadne, odstrčte míč ze středu důlku, a on se vrátí). V mém číselném příkladu byl poměr samců  $f$  věrných a  $f$  záletníků. Co se stane, zvýší-li se počet záletníků v populaci náhodou mírně nad vyvážený stav? Aby se vyvážený stav dal považovat za stabilní a samostabilizující-cí, bylo by nezbytné, aby si záletníci okamžitě začali vést o něco méně dobře. Naneštěstí, jak Schuster a Sigmund ukázali, se tak nestane. Naopak si začnou vést lépe! Jejich četnost v populaci má do samostabilizujícího se stavu daleko, naopak samovolně vzrůstá. Zvyšuje se - ne navždy, ale pouze do určité míry. Když tento model dynamicky simulujete na počítači, jako jsem to pak udělal já, dostanete nekonečně se opakující kruh. Je ironií, že je to přesně tentýž kruh, který jsem hypoteticky popsal na straně 142, domnívaje se, že to je pouze pomůcka pro vysvětlení, stejně jako v případě jestřábů a hrdlíček. Analogií s jestřáby a hrdlíčkami jsem zcela nesprávně předpokládal, že tento kruh byl pouze hypotetický a že by se systém skutečně ustálil na vyváženém stavu. Výstižné Schusterovy a Sigmundovy poznámky byly natolik vyčerpávající, že k nim už nemám víc co dodat.

Stručně můžeme odvodit dva závěry:

- a) že souboj pohlaví má hodně společného s předací a
- b) že chování milenců kolísá jako příliv a je nepředvídatelné jako počasí.

Lidé samozřejmě nepotřebovali diferenciální rovnice, aby si toho všimli už dříve.

48) *...samec zastane v péči o potomstvo více práce než samic... u ryb je to běžné. Proč?*

Studentskou hypotézu Tamsin Carlisleové o rybách testoval Mark Ridley v průběhu práce na svém vyčerpávajícím přehledu otcovské péče v celé říši živočichů. Jeho práce je přímo monumentální dílo, které stejně jako Carlisleové hypotéza také začalo jakožto studentská práce pod mým vedením. Bohužel nenalezl pro hypotézu dostatek podpůrných důkazů.

49) *...nějakým nestabilním,, setrvačným procesem.*

Teorii setrvačnosti pohlavního výběru, kterou R. A. Fisher předložil v příliš stručné podobě, nyní R. Lande a další matematicky zpracovali. Stal se z ní náročný předmět, ale při dostatečném prostoru ji lze vysvětlit i v nematematických termínech. Bylo by k tomu však zapotřebí celé kapitoly, a ve *Slepém hodináři* jsem tomu 8. kapitole věnoval, takže zde se o tom už šířeji zmiňovat nebudu.

Namísto toho zde pojednám o jednom problému sexuálního výběru, který jsem v žádné ze svých knih dostatečně nezduřaznil. Jak se udržuje nezbytná variabilita? Darwinovský výběr může fungovat pouze za předpokladu dostatečného přísunu genetické variability, na které může pracovat. Když dejme tomu šlechtíte králíky, aby měli ještě větší uši, budete mít ze začátku úspěch. Průměrný králík v divoké populaci bude mít středně dlouhé uši (podle králíčích měřítek; podle našich měřítek bude samozřejmě mít uši velice dlouhé). Několik králíků bude mít kratší než průměrné uši a někteří uši delší než průměr. Budete-li připouštět jenom ty s delšíma ušima, budete mít se šlechtěním delších uší v dalších generacích úspěch. Ale jen na chvíli. Budete-li *pokračovat* ve šlechtění dlouhých uší, přijde chvíle, kdy už nebude k dispozici nezbytná variabilita. Všichni králíci budou mít „nejdelší“ uši a evoluce se zastaví. V přírodním výběru takový problém nevznikne, neboť většina prostředí nevytváří neustálý a neodchylující se evoluční tlak v jednom směru. „Nejlepší“ délka kterékoli části těla živočicha obvykle nebude „o trochu delší než průměr, nezávisle na tom, jaký tento průměr právě je“. Nejlepší délka bude spíše pevně daná, dejme tomu 8 centimetrů. Ale sexuální výběr skutečně může mít opovrženlivou tendenci k honbě za stále se zvyšujícím optimem. Móda mezi samicemi může skutečně vyžadovat ještě delší uši, ať jsou současné uši v populaci jakkoli dlouhé. Tak se variabilita může skutečně vyčerpat. Přesto se zdá, že sexuální výběr fungoval; proto vidíme absurdně přehnané samčí ornamenty. Máme tu, jak se zdá, paradox, jež bychom mohli nazvat paradoxem mizející variability.

Lande považuje za řešení tohoto paradoxu mutace. Myslí si, že mutací bude vždy dost na to, aby umožnily zachování selekce. Lidé dříve nevěřili, protože vždy uvažovali jen o jednotlivých genech, a mutace na jednom genetickém lokusu jsou příliš řídké, než aby paradox mizející variability odstranily. Lande nám připomněl, že ocasy a jiné věci, na kterých sexuální výběr pracuje, jsou ovlivňovány nesmírně velkým počtem různých „polygenů“, jejichž malé projevy se sčítají. Taková sada polygenů se navíc v průběhu evoluce bude obměňovat. Do sestavy, která ovlivňuje

variabilitu délky ocasu, budou přibírány nové geny a staré se budou ztrácet. Mutace mohou ovlivňovat kterýkoli z této velké sestavy genů, a tak paradox mizející variability zmizí.

Odpověď W. D. Hamiltona na tento paradox je jiná. Odpovídá stejným způsobem, jako dnes odpovídá na většinu otázek: „Paraziti.“ Uvažujme i nadále

O králíčích uších. Nejlepší délka králíčích uší závisí podle všeho na různých akustických faktorech. Není důvod předpokládat trvalou proměnlivost těchto akustických faktorů v určitém směru. Nejlepší délka králíčích uší nemusí být absolutně konstantní, ale je nepravděpodobné, aby výběr vyvíjel přílišný tlak v jakémkoli určitém směru tak, že by se přizpůsobení vymklo z možností variability stávajícího genofondu. Tudíž žádný paradox mizející variability.

Avšak podívejme se na prostředí, v němž v důsledku přítomnosti parazitů podmínky prudce kolísají. Ve světě plném parazituje silný selekční tlak na odolnost proti nim. Přírodní výběr bude upřednostňovat králíka, který je nejodolnější proti parazitům v jeho okolí. Klíčový bod je, že to nebudou vždy stejní paraziti. Epidemie přicházejí a odcházejí. Dnes to může být myxomatóza, příští rok králíčí ekvivalent moru, další rok králíčí AIDS a tak dále. Pak dejme tomu po desetiletém cyklu znovu myxomatóza a tak dále. Také se může sám virus myxo-matózy evolučně přizpůsobit jakýmkoli protiadaptacím, s nimiž přijdou králíci. Hamilton si představuje cykly protiadaptací a protiprotiadaptací, jak se nekonečně valí časem a nekonečně modernizují definici nejlepšího králíka.

Z toho vyplývá, že existuje důležitý rozdíl mezi adaptací pro odolnost proti nemocem a adaptací na fyzické prostředí. Jakkoli může existovat poměrně stálá „nejlepší“ délka králíčích uší, není žádný stálý „nejlepší“ králík co do odolnosti vůči nemocem. Jak se mění nejnebezpečnější současná nemoc, mění se zároveň i „nejlepší“ králík. Jsou paraziti jedinou selekční silou, která působí tímto způsobem? Co například predátoři a kořist? Hamilton souhlasí s tím, že jako cíl adaptací se od parazitů v zásadě neliší. Avšak nevyvíjejí se tak rychle jako většina parazitů. A paraziti si pravděpodobněji než predátoři či kořist mohou vyvinout specializované protiadaptace, v nichž stojí konkrétní gen parazita proti konkrétnímu genu hostitele.

Hamilton na těchto cyklických zkouškách zprostředkovaných parazity staví ještě rozsáhlejší teorii, teorii řešící otázku, proč vůbec existuje sex. Zde se však zabýváme Hamiltonovou aplikací parazitů k vyřešení paradoxu mizející variability v sexuální výběru. Věřím, že dědičná odolnost proti nemocem je u samců nejdůležitějším kritériem, podle kterého si je samice vybírají. Nemoc je tak velká pohroma, že samicím velice prospěje jakýkoli prostředek, jehož pomocí mohou stanovit diagnózu potenciálních partnerů. Samice s dobrými diagnostickými schopnostmi, která se bude pářit pouze s nejzdravějšími samci, získá zdravé geny pro své potomky. Protože definice „nejlepšího králíka“ se stále mění, bude zde neustále cosi důležitého, podle čeho si samice budou moci vybírat. Vždy budou existovat „dobří“ a „špatní“ samci. Ani po generacích selekce se nestanou všichni „dobrymi“, neboť mezitím se změní paraziti, a tím i definice „dobrého“ králíka. Geny pro odolnost vůči jednomu kmenu myxomatózy nemusí poskytovat odolnost proti dalšímu kmenu, který může kdykoli přimutovat na scénu. A tak to jde dále, přes nekonečné cykly vyvíjejících se škůdců. Paraziti to nikdy nevzdají, a proto ani samice nemohou vzdát své nekonečné hledání zdravých partnerů.

Jak na samicí lékařské prohlídce odpoví samci? Budou zvýhodněny geny pro předstírání dobrého zdraví? Ze začátku možná, ale přírodní výběr pak bude působit na zlepšení samicí diagnostické schopnosti a rozlišení předstírání a skutečného zdraví. Nakonec - jak alespoň Hamilton věří - se ze samic stanou tak dobří diagnostici, že pokud samci budou vůbec něco inzerovat, pak to budou nuceni inzerovat upřímně. Bude-li jejich sexuální inzerce přehnaná, pak jedině tehdy, když to bude nefalšovaný indikátor zdraví. Samci se vyvinou tak, aby samice lehce poznaly, zda jsou zdraví. Skutečně zdraví samci budou tento fakt inzerovat rádi. Nedužíví samozřejmě ne, ale co mohou dělat? Nebudou-li se alespoň *snažit* ukázat zdravotní průkaz, samice z toho vyvodí ty nejhorší závěry. Mimochodem tato řeč o doktorech by mohla být zavádějící, pokud by snad naznačovala, že samice mají zájem na léčení samců. Jejich jediným zájmem je diagnóza, a to není altruistický zájem. Doufám, že už není třeba omlouvat se za metafory jako „upřímnost“ a „vyvozování závěrů“.

Abychom se vrátili k tématu inzerce. Je to, jako by samice donutily samce vyvinout si lékařské teploměry s výrazným označením stupnice, trvale trčící z jejich tlamy, aby je samice snadno přečetly. Jak by mohl takový „teploměr“ vypadat? Inu, vzpomeňte si na pozoruhodně dlouhé ocasy samců rajek. Už jsme se seznámili s Fisherovým elegantním vysvětlením této elegantní ozdoby. Hamiltonovo vysvětlení stojí pevněji na zemi. U ptáků je běžným příznakem onemocnění průjem, který by dlouhý ocas značně zaneřádil. Snaží-li se jedinec skrýt fakt, že trpí průjmem, nejlepší způsob, jak to udělat, je vyhnout se vlastnictví dlouhého ocasu. Z téhož důvodu je nejlepším důkazem nepřítomnosti problému s průjmem dlouhý ocas. Je na něm lépe vidět, že je čistý. Nemá-li jedinec skoro žádný ocas, nemohou samice vidět, jak je na tom s čistotou, a vyvodí si z toho to nejhorší. Hamilton sám by asi nepoužil *právě toto* vysvětlení pro ocasy rajek, ale je to dobrý příklad *typu* vysvětlení, jakému dává přednost.

Použil jsem přirovnání, kde se samice chovají jako diagnostici a samci jim jejich úlohu ulehčují vystavováním „teploměrů“ všude možně. Pomyšlení na další diagnostické přístroje - tonometr a stetoskop - mě vedlo k několika spekulacím o lidském sexuálním výběru. Stručně vás s nimi seznámím, přestože se mi zdají spíše zábavné než věrohodné. První je teorie o tom, proč lidé ztratili kost v penisu. Ztopořený lidský penis může být tak tvrdý a pevný, že lidé občas v žertu míní, že by v něm mohla být kost. Mnoho savců však vyztužující kost, baculum neboli os penis, napomáhající erekci, opravdu má. A co víc, je běžná u našich příbuzných - primátů; dokonce i nám nejpříbuznější šimpanz takovou

kost má, byť tak tenkou, že už nejspíš bude na své evoluční cestě do zapomnění. Zdá se, že u primátů byla tendence os penis redukovat; člověk a několik druhů opic ji ztratili. Tak jsme se zbavili kosti, která podle všeho našim předkům pomáhala docílit pěkně tvrdého penisu. Místo toho se zcela spoléháme na tlakový systém, který nelze pokládat za nic jiného než náročnou okliku. A jak známo, erekce může selhat - naneštěstí pro genetický úspěch samce v nízkém společenském postavení. Kost v penisu, samozřejmě. Tak proč si ji nevyvineme? Tentokrát se nemohli biologové z brigády „genetického omezení“ vydat s tím, že zde nebyla dostatečná variabilita. Až donedávna měli naši předkové přesně takovou kost a my jsme vlastně sešli z cesty, když jsme ji ztratili! Proč?

Erekce je u člověka dosaženo čistě krevním tlakem. Naneštěstí není možné říci, že tvrdost erekce je ekvivalentem tonometru sloužícím samicím k odhadu samcovy zdraví. Touto metaforou však nejsme svázáni. Ať je důvod *jakýkoli*, selhání erekce je citlivé varování před určitou možností špatného zdraví, fyzického či psychického, takže zde naše teorie fungovat může. Vše, co samice potřebují, je spolehlivý nástroj pro diagnózu. Lékaři se při pravidelných prohlídkách ke zkoušce erekce neuchylují, požadují spíše vypláznutí jazyka. Ale selhání erekce je známé varování u diabetů a jistých neurologických onemocnění. Ještě čas-tějí bývá důsledkem některých psychologických faktorů: deprese, trémy, stresu, přepracování, ztráty sebedůvěry a podobně. (V přírodě mohou být takto postižení samci v nízkém společenském postavení. U některých opic je zase vztyčený penis výhružným signálem.) Lze předpokládat, že samice, jejichž diagnostické schopnosti zjemňuje přírodní výběr, mohou shromažďovat všechny možné náznaky o zdraví samce a jeho schopnosti vyrovnat se se stresem podle tuhosti a vztyčení jeho penisu. Kost by tomu však překážela! Kost v penisu si může nechat vyrůst každý a nemusí na to být obzvlášť zdravý či odolný. Tak selekční tlak ze strany samic donutil samce ztratit os penis, neboť pak mohli pouze skutečně zdraví a silní samci předvést opravdu pořádnou erekci a samice mohly odvodit správnou diagnózu.

Je tu ještě jedna nejasnost. Jak mohly samice, které si selekci vynutily, vědět, zda bylo pevnosti, kterou cítily, docíleno pomocí kosti, či hydraulického tlaku? Začali jsme konečkonců s poznámkou, že ztopořený penis může být tvrdý jako kost. Pochybuji však, že by se samice nechaly tak snadno ošálit. Byly také pod selekčním tlakem, v jejich případě vedoucím nikoli ke ztrátě kosti, ale k získání vnímavosti. A nezapomeňte, že samice má možnost vidět tentýž penis, když není ztopořený, a posoudí rozdíl. Kosti neopadnou jako otok (přestože přiznávám, že se mohou zatáhnout). Možná právě působivý dvojitý život penisu zaručuje autentičnost hydraulické inzerce.

A teď se podívejme na „stetoskop“. Uvažujme o dalším problému rozšířeném v ložnicích, o chrápání. Dnes může představovat pouhé společenské nepohodlí. Kdysi mohlo být otázkou života nebo smrti. V nočním tichu se chrápání nese pozoruhodně daleko. Mohlo k chrápajícímu jedinci a skupině, ve které ležel, přitahovat predátory z širokého okolí. Proč tedy tolik lidí chrápe? Představme si spící tlupu našich předků v nějaké pleistocenní jeskyni. Samci chrápající každý v jiné tónině budili samice (předpokládám, že samci chrápou více), jimž nezbyvalo než poslouchat. Poskytují tak samci samicím záměrně inzerovanou a zesílenou stetoskopickou informaci? Může přesný tón a zabarvení vašeho chrápání být diagnostikou stavu dýchací soustavy? Nechci tvrdit, že lidé chrápou pouze v případě nemoci. Chrápání je spíše nosná frekvence, která chrčí nezávisle dál; je to čistý signál, který je, v diagnosticky významném smyslu, *modulován* stavem nosu a krku. Myšlenka, že samice dávají přednost čistě trumpetové tónině neza-hleněných průdušek před viry zabarveným chrápáním, zní sice pěkně, ale přiznávám, že si jen těžko dovedu představit, že by si samice vůbec vybrala chrápajícího jedince. Avšak osobní intuice je značně nespolehlivá. Možná by to mohl být objekt výzkumu pro nějakou lékařku trpící nespavostí. Když o tom tak uvažuji, mohla by rovnou otestovat i předchozí teorii.

Tyto dvě spekulace bychom neměli brát příliš vážně. Uspěly by, pokud by objasnily princip Hamiltonovy teorie o tom, jak si samice vybírají zdravé samce. Možná nejzajímavější na nich je to, jak spojují Hamiltonovu teorii parazitů a handicapový princip Amotze Zahaviha. Pokud sledujete logiku mé hypotézy o penisu, samci jsou handicapováni ztrátou kosti penisu a tento handicap není pouhou náhodou. Hydraulická inzerce získá svou efektivitu právě *proto*, že erekce někdy selže. Darwinističní čtenáři jistě tuto „handicapovou“ spojitost postřehli a mohla u nich vzbudit vážná podezření. Žádám je, aby se zdrželi soudů, dokud si nepřechtou následující poznámku o novém způsobu nahlížení na samotný princip handicapu.

### 50) ...*(Zahaviho)* ... bláznivě rozporuplný „princip handicapu“

V prvním vydání jsem napsal: „Já této teorii nevěřím, avšak nejsem ve své nedůvěře tak pevný, jako když jsem ji slyšel poprvé.“ Jsem rád, že jsem zde použil ono „avšak“, neboť Zahaviho teorie dnes vypadá daleko přijatelněji, než když jsem tuto pasáž psal. Mnoho uznávaných teoretiků ji nyní bere vážně. Největší význam přikládám tomu, že mezi ně patří i můj kolega Alan Grafen, který, jak o něm už bylo napsáno, „má ten otravný zlozvyk mít vždy pravdu“. Přeložil Zahaviho slovní myšlenky do matematického modelu a tvrdí, že to funguje. A že si Zahavi a jiní nehráli pouze s ezoterickou parodií, dokazuje přímý matematický překlad jeho vlastních myšlenek. Budu rozebírat Grafenovu původní verzi tohoto modelu, která teorii testuje z pohledu evolučně stabilních strategií (ESS), přestože on osobně nyní pracuje na jeho plně genetické verzi, která bude v některých směrech model evolučně stabilních strategií vylepšovat. To neznamená, že model evolučně stabilních strategií je špatný. Je to dobré přiblížení. Samozřejmě všechny modely evolučně stabilních strategií, včetně těch v této knize, jsou ve stejném smyslu pouze přibližné.

Princip handicapu potenciálně odpovídá všem situacím, v jakých se jedinci snaží posuzovat vlastnosti jiných jedinců, avšak budeme hovořit o samcích inzerujících své kvality samicím. Aby bylo jasno: toto je jeden z těch případů, kde je sexismus opravdu užitečný. Grafen poukazuje na to, že jsou nejméně čtyři přístupy k principu handicapu. Mohou se nazývat kvalifikační handicap (samec, který přežil i přes svůj handicap, musí být v jiných směrech velice dobrý, proto si

ho samice vybere), odhalující handicap (samci předvedou nějaký obtížný úkol, aby ukázali své jinak skryté vlastnosti), podmíněný handicap (handicap se vyvine pouze u vysoce kvalitních samců) a konečně Grafenova oblíbená představa - handicap strategického výběru (samci mají vlastní informaci o svých vlastnostech, utajenou před samicemi, a tu použijí při „rozhodování“, zda si handicap vytvořit a jak velký). Grafenova interpretace handicapu strategického výběru se nabízí k analýze evolučně stabilních strategií. Není zde žádný výchozí předpoklad, že inzerce, kterou si samci zvolí, bude náročná nebo handicapující. Naopak, mohou si vyvinout jakoukoli inzerci, poctivou nebo lživou, náročnou i lacinou. Avšak Grafen ukazuje, že i s touto počáteční volností se systém handicapu může stát stabilním systémem.

Grafen vychází ze čtyř počátečních předpokladů:

1. Samci se liší ve skutečných dobrých vlastnostech. Dobré vlastnosti zde neznamenají žádnou neurčitě snobskou představu, jako je zaslepená hrdost na studentský spolek nebo rodinný původ (Jednou jsem obdržel dopis od čtenáře, který v závěru psal: „Doufám, že to nebudete považovat za arogantní dopis, avšak koneckonců jsem absolvent oxfordského Balliolu“ [koleje založené před rokem 1268 - pozn. překl.]). Pro Grafena je představa dobrých vlastností spojená s tím, že existuje něco jako dobří a špatní samci v tom smyslu, že samice mají geneticky prospěch z páření s dobrými samci a vyhýbají se špatným. K dobrým vlastnostem patří síla svalů, rychlost běhu, schopnost najít kořist či schopnost stavět dobrá hnízda. Nehovoříme o konečném reprodukčním úspěchu samce,“ neboť ten je ovlivněn tím, zda si ho samice vyberou. Zabývat se tím v tuto chvíli by znamenalo vyhnout se podstatě problému, je to něco, co z modelu může, ale nemusí vyplynout.
2. Samice nemohou vnímat samcovu dobrou vlastnost přímo, musí se spoléhat na samcovu inzerci. V této chvíli nevyslovujeme žádné předpoklady ohledně upřímnosti inzerce. Upřímnost je další věc, která může, ale nemusí vyplynout z modelu, což je jeho další cíl. Samec si může například vypěstovat ramena s vycpávkami, aby dělal dojem velikosti a síly. Úkolem modelu je ukázat, zda bude takový falešný signál evolučně stabilní, nebo zda si přírodní výběr vynutí slušný, upřímný a pravdivý reklamní standard.
3. Samci v jistém smyslu „znají“ své vlastní kvality a na rozdíl od samic, jež si je prohlížejí, pro inzerci přijmou „strategii“, pravidlo, podle něhož občas inzeru jí své dobré vlastnosti. Jako obvykle slovem „znát“ nemíním znát vědomě. Avšak předpokládá se, že samci mají geny, které se zapnou v závislosti na dobrých vlastnostech samce (a privilegovaný přístup k této informaci není neodůvodnitelný předpoklad; geny samce jsou koneckonců zapojeny do jeho vnitřní chemie, a tak jsou pro účely reakce na příslušnou vlastnost daleko lépe umístěny než geny samic). Různí samci přijímají různá pravidla. Například jeden samec se může řídit pravidlem „Předváděj ocas velikostí úměrný tvým dobrým vlastnostem“, další se může řídit pravidlem opačným. To dává přírodnímu výběru možnost upravit pravidla výběráním mezi samci, kteří jsou geneticky programováni řídit se různými pravidly. Míra inzerce nemusí být přímo úměrná opravdové vlastnosti; samec se samozřejmě může řídit opačným pravidlem. Vše, co vyžadujeme, je, aby byli samci programováni řídit se *jistým* druhem pravidla „pohlžení na“ jejich skutečnou vlastnost a na základě toho si zvolili míru inzerce -řekněme velikost ocasu či parož. Jaká pravidla se projeví jako evolučně stabilní, je opět něco, co se model snaží zjistit.
4. Samice mají stejnou volnost ve vyvíjení svých vlastních pravidel. V jejich případě pravidel toho, jak si vybírat samce na základě síly jeho inzerce (nezapomínejte, že ony, či spíše jejich geny, postrádají samcův privilegovaný pohled na vlastnost samu). Například jedna samice se může řídit pravidlem „Věř samcům úplně“. Další může přijmout pravidlo „Úplně přehlížej samcovu inzerci“. A ještě další pravidlo „Vyvod' si opak z toho, co říká inzerce“.

Máme tedy představu, jaká pravidla pro vztah mezi svými skutečnými kvalitami a tím, co inzerují, uznávají samci a jakými pravidly pro výběr samce podle jeho míry inzerce se řídí samice. V obou případech se pravidla průběžně a pod genetickým vlivem mění. Zatím si samci v naší diskusi mohli vybrat jakékoli pravidlo spojené s vlastností a samice si mohly vybrat jakékoli pravidlo o tom, koho si na základě inzerce vyberou. V tomto spektru možných pravidel samic a samců hledáme evolučně stabilní pár pravidel. Je to trochu jako model věrný -záletník a zdrženlivá - nevázaná v tom, že hledáme evolučně stabilní samčí pravidlo a evolučně stabilní samicí pravidlo, kde stabilita znamená vzájemnou stabilitu, kdy každé pravidlo je stabilní v přítomnosti toho druhého. Pokud je možné najít evolučně stabilní pár pravidel, můžeme je dále zkoumat, abychom viděli, jaký bude život ve společnosti samců a samic řídicích se těmito pravidly. Přesněji řečeno, zda to bude Zahaviho handicapový svět.

Grafen si dal za úkol vyhledat takový vzájemně stabilní pár pravidel. Pokud by byl takový úkol svěřen mě, musel bych se nejspíš prodírat pracnou počítačovou simulací. Dal bych do počítače řadu samců lišících se ve svých zásadách pro přizpůsobení míry inzerce vlastním kvalitám. Také bych do něj vložil sbírku samic s různými pravidly pro výběr samce na základě míry jeho inzerce. Pak bych nechal samce a samice pohybovat se uvnitř a narážet jeden na druhého a v případě, že samec splňuje požadavky samice pro přijetí samce, se pářit. Jejich pravidla by se předávala dcerám a synům. Jedinci by samozřejmě byli různě úspěšní v přežití v důsledku svých rozdílných zděděných vlastností. Jak by generace postupovaly, měnící se osudy jednotlivých pravidel by se projevovaly ve změnách jejich četnosti v populaci. Čas od času bych se do počítače podíval, abych zjistil, zda se vytváří nějaká stabilní směs.

Tato metoda by teoreticky fungovala, zato v praxi přináší těžkosti. Naštěstí se matematici mohou dobrat stejných výsledků jako simulace sestavením několika

rovníc a jejich vyřešením, což právě Grafen udělal. Nebudu reprodukovat jeho matematické zdůvodnění nebo

vyjmenovávat jeho další detailnější úvahy a přejdu rovnou k závěrům. Skutečně našel evolučně stabilní pár pravidel.

Přístupme k té velké otázce. Tvoří Grafenova evolučně stabilní strategie ten druh světa, v němž by Zahavi rozpoznal svět handicapů a upřímnosti? Odpověď zní ano. Grafen zjistil, že může skutečně existovat evolučně stabilní svět, který kombinuje následující zahaviovské vlastnosti:

1. Přestože mají samci volnost ve strategickém výběru míry inzerce, vyberou si míru, která správně ukazuje jejich skutečnou kvalitu, i když tím může vyjít najevo, že je nízká. Jinými slovy - v evolučně stabilní strategii jsou samci upřímní.
2. Přestože samice mají volnost ve strategickém výběru odpovědi na samcovu inzerci, vyberou si nakonec strategii „Věř samcům“. V evolučně stabilní strategii jsou samice prokazatelně „důvěřivé“.
3. Inzerce je nákladná. Jinými slovy - pokud bychom nějak mohli zanedbat vliv kvality a přitažlivosti, samec by raději inzerovat neměl (ušetřil by energii a byl by méně nápadný pro predátory). Nejenže je inzerce drahá, daný inzertní systém je vybrán právě pro svou nákladnost. Inzertní systém je vybrán právě proto, že jeho efektem je snížení úspěchu inzerujícího - za jinak stejných podmínek.
4. Inzerce je dražší pro horší samce. Stejná míra inzerce zvyšuje riziko u slabého samce více než u silného samce. Samci nízké kvality podstupují drahou inzerci daleko větší riziko než samci vysoké kvality.

Tyto vlastnosti, zvláště pak ta třetí, jsou plnokrevně zahaviovské. Grafenova demonstrace, že jsou za přijatelných podmínek evolučně stabilní, se zdá být velice přesvědčivá. Stejně tak i důvody Zahaviho kritiků, kteří ovlivnili první vydání této knihy a kteří usoudili, že Zahaviho myšlenky nemohou v evoluci fungovat. Neměli bychom být s Grafenovými výsledky spokojeni, dokud jednoznačně neporozumíme tomu, kde tito kritici udělali chybu, pokud ji udělali. Jak uvažovali, že dospěli k jinému závěru? Částí odpovědi se zdá být, že nenechali svá hypotetická zvířata vybírat si z úplné řady strategií. To často znamenalo, že vykládali Zahaviho myšlenky na jednom z prvních tří druhů představ vyjmenovaných Grafenem - kvalifikační handicap, odhalující handicap či podmíněný handicap. Nevzali v úvahu jakoukoli verzi poslední představy - handicapu strategického výběru. Proto buď nemohli přijít na to, jak by vůbec mohl princip handicapu fungovat, nebo jim fungoval pouze za zvláštních matematicky abstraktních podmínek, což jim nedalo plně zahaviovský paradoxní pocit. Nadto nezbytný znak představy strategického výběru je, že v evolučně stabilní strategii hrají vysoce i málo kvalitní jedinci stejnou strategii - „Inzeruj upřímně“. Dřívější tvůrci modelů předpokládali, že vysoce kvalitní samci hráli jinou strategii než málo kvalitní samci a vyvinuli si tedy různou inzerci. Grafen naopak předpokládá, že v evolučně stabilní strategii vzniknou rozdíly mezi velmi a málo kvalitními jedinci proto, že se řídí stejnou strategií, a rozdíly v jejich inzerci vyvstanou proto, že jejich rozdílnost v kvalitě je pravdivě vyjádřena jejich signalizačním pravidlem.

Vždy jsme připouštěli, že signály mohou zároveň být handicapem. Vždy jsme chápali, že se mohly vyvinout extrémní handicap, zvláště jako výsledek sexuálního výběru, *přestože* to jsou handicap. Část Zahaviho teorie, ta, proti níž jsme vznesli námitky, je myšlenka, že signály mohou být upřednostňovány výběrem právě *proto*, že jsou to handicap pro signalizujícího. Alan Grafen však jednoznačně potvrdil i tuto část. Pokud to udělal správně - a já myslím, že ano -, pak je to nezanedbatelně důležitý poznatek pro celé studium zvířecích signálů. Může dokonce přinést radikální změnu v našem celkovém chápání evoluce chování, radikální změnu v našem náhledu na mnoho témat rozebíraných v této knize. Sexuální inzerce je pouze jeden z druhů inzerce. Zahaviho-Grafenova teorie (pokud je pravdivá) obrátí vzhůru nohama představy biologů o vztazích mezi rivaly stejného pohlaví, mezi rodiči a potomky, mezi nepřáteli různých druhů.

To je pro mne dost znepokojivá vyhlídka, neboť to znamená, že bezuzdně bláznivé teorie nemohou být na první pohled zamítnuty. Pokud zpozorujeme, jak zvíře dělá něco skutečně hloupého, třeba že se před lvem staví na hlavu, místo aby utíkalo, může to dělat, aby se předvádělo samicí. Může dokonce naznačovat lvovi: „Jsem tak vysoce kvalitní zvíře, že bys plýtval časem, když by ses mě snažil chytit“.

Ale bez ohledu na to, jak bláznivé mi něco může připadat, přírodní výběr může mít jiný názor. Zvíře bude dělat kotrmelec před tlupou predátorů, pokud toto riziko posílí inzerci víc, než by ohrozilo inzerujícího jedince. Právě jeho velká nebezpečnost dává tomuto gestu velkou reklamní sílu. Přírodní výběr samozřejmě nebude upřednostňovat nekonečné nebezpečí. Ve chvíli, kdy se exhibice stane zbytečně odvážnou, bude penalizována. Riskantní či náročný úkon se nám může zdát bláznivý. Avšak na tom, co nám připadá bláznivé, vůbec nezáleží. Pouze přírodní výběr má právo to posoudit.

## ***Podrbej mě na zádech a já se svezu na tvých***

*51) ...zdá se, že k tomu došlo skutečně (k evoluci sterilních dělnic) pouze u společenského hmyzu*

To jsme si všichni mysleli. Nepočítali jsme s rypošem lysým, neochlupeným a téměř slepým druhem hlodavce, žijícím ve velkých podzemních koloniích v suchých oblastech Keni, Somálska a Etiopie. Zdá se, že jsou skutečným „společenským hmyzem“ světa savců. Na průkopnické studii Jennifer Jarvisové z univerzity v Kapském Městě, která sledovala kolonie v zajetí, nyní navázal Robert Brett terénním pozorováním v Keni. Richard Alexander a Paul Sherman v Americe se zabývají studiem kolonií v zajetí. Tito čtyři pracovníci slibují společnou knihu, na kterou i já nedočkavě

čekám. Zatím vycházím z několika publikovaných statí a přednášek Paula Shermána a Roberta Bretta. Také jsem měl díky Brianu Bertramovi, kurátorovi oddělení savců, možnost spatřit kolonii rypošů Londýnské zoologické zahrady.

Rypoši žijí v rozsáhlých sítích podzemních chodeb. Kolonie obvykle čítají 70 až 80 jedinců, ale mohou se rozrůst do stovek. Sítí podzemních chodeb obydlená jednou kolonií bývá 3-5 kilometrů dlouhá a jedna kolonie může vytunelovat 3-4 tuny půdy ročně. Tunelování je společenská aktivita. Rypoši předák ryje . svými zuby a předává hlínu dozadu přes živý pohyblivý pás - vířící a cupitající řadu půl tuctu malých růžových zvířátek. Čas od času si vymění místo s některým z dělníků vzadu.

V kolonii plodí veškeré potomstvo jediná samice, vždy po dobu několika let. Jarvisová, podle mého názoru oprávněně, použila terminologii společenského hmyzu a nazvala ji královnou. S královnou se páří pouze dva nebo tři samci. Všichni ostatní jedinci obou pohlaví se nerozmnožují, stejně jako dělníci u hmyzu. Odstraníme-li z kolonie tuto královnou, stejně jako u mnohého společenského hmyzu se z některých dříve sterilních samic stanou samice schopné množení a ty se pak mezi sebou poperou o pozici královny.

Sterilním jedincům říkáme „dělníci“ a opět zcela oprávněně. Dělníci jsou obojího pohlaví - stejně jako u termitů (na rozdíl od mravenců, včel a vos, u nichž jsou to pouze samice). Co jednotliví dělníci dělají, záleží na jejich velikosti. Nejmenší, kterým Jarvisová říká „běžní dělníci“ (frequent workers), hloubí a odnášejí hlínu, krmí mladé a podle všeho osvobozují královnou od starostí, aby se mohla soustředit na plození mláďat. Ta má daleko větší vrhy, než bývá u hlodavců její velikosti zvykem, čímž opět připomíná královnou společenského hmyzu. Největší nemnožící se jedinci, jak se zdá, nedělají nic víc, než že spí a krmí se, zatímco chování středně velkých nemnožících se jedinců je od obojího trochu; jde spíš o plynulý přechod jako u včel než o odlišné kasty jako u mnoha mravenců.

Jarvisová původně označovala největší nemnožící se jedince jako nepracující. Je však opravdu možné, aby vůbec nic nedělali? Z laboratorních i z terénních pozorování vyplynuly náznaky, že by to mohli být vojáci, kteří v ohrožení brání kolonii, jejichž hlavními nepřáteli jsou hadi. Také je možné, že fungují jako „zásobárna potravy“, jako jakési „medové soudky“ (viz str. 157). Rypoši jsou homo-koprofágní, čímž se slušně naznačuje, že jedí výkaly ostatních jedinců (ne výhradně; to by nezapadalo do zákonů vesmíru). Možná že velcí jedinci hrají důležitou roli skladováním fekálií v těle v době, kdy je jídla dostatek, a tak mohou být zásobárnou v nouzi, když je potravy nedostatek - něco jako předěl zácpou.

Pro mě je nejzáhadnějším rysem rypošů to, že ačkoli jsou v mnohém stejní jako společenský hmyz, nemají, jak se zdá, ekvivalent mladých okřídlených rozmnožujících se mravenčích a termitích jedinců. Mají samozřejmě rozmnožující se jedince, ale ti nezačínají svou životní dráhu tím, že zamávají křídly a rozšíří své geny do nových krajin. Alespoň jak zatím víme, vyrůstají nové rypoši kolonie na hranicích starých rozšířením systému podzemních chodeb. Zřejmě nevysílají jedince na dlouhé vzdálenosti, tak jako společenský hmyz. To je pro mou darwi-novskou intuici natolik překvapující, že mě to svádí ke spekulacím. Mám tušení, že jednou objevíme disperzní formu, která byla doposud z nějakého důvodu přehlédnuta. Byli bychom příliš náročni, kdybychom chtěli, aby disperzní jedinci doslova roztáhli křídla! Ale mohou být mnoha způsoby přizpůsobení spíše životu nad zemí než pod zemí. Mohou být například ochlupení, a ne holí. Rypoši neregulují svou tělní teplotu tak jako běžní savci. Jsou spíše „chladnokrevní“ jako pláži. Možná kontrolují teplotu v rámci celého společenství - další podobnost s termity a včelami. Nebo využívají dobře známou stálost teploty každého dobrého sklepa? Ať je to jakkoli, „teplokrevnost“ by rozhodně byla vhodnou vlastností mých hypotetických disperzních jedinců. Lze předpokládat, že by některý z už známých ochlupených hlodavců, doposud klasifikovaný jako úplně jiný druh, mohl být ztracená kasta rypošů?

V přírodě se koneckonců vyskytují velmi podobné jevy. Například saranče. Saranče se obvykle vyskytují v soliterní formě, která žije skrytým, nenápadným životem, pro ně typickým. Avšak za jistých zvláštních podmínek se zcela a hrozivě změní. Ztratí své maskování a objeví se na nich výrazné pruhování. Člověk by to téměř mohl považovat za varovné zbarvení. Pokud ano, pak je zcela na místě, neboť se změní i jejich chování. Zanechají svého samotářství a shlukují se s hrozivými důsledky. Od legendárních biblických pohrom do dnešních dnů nebyl žádný živočich tak obávaný jakožto ničitel lidského blahobytu. Hemží se v milionech, jako desítky kilometrů široký kombajn cestující rychlostí až stovek kilometrů za den a polykající 2 000 tun obilí denně, zanechávajíce za sebou hlad a pustinu. A teď se dostáváme k možné analogii s rypoši. Rozdíl mezi soliterním jedincem a jeho strašlivým přetvářením je stejně velký jako rozdíl mezi dvěma kastami mravenců. Nadto, právě jako to předpokládám u „ztracené kasty“ rypošů, až do roku 1921 byli sarančí Jekyll a Hyde klasifikováni jako odlišné druhy. Avšak přesto se nezdá příliš pravděpodobné, že by experti na savce měli až dodnes takovou smělu. Měl bych mimochodem dodat, že běžný nezměněný rypoš už byl viděn nad zemí a možná cestuje dále, než se obecně myslí. Ale než zcela opustíme spekulace o „přeměněném rozmnožujícím jedinci“, musím upozornit, že analogie se sarančí nabízí další možnost. Možná rypoši přeměněné rozmnožovací jedince přece jen produkují, ale pouze za jistých podmínek - podmínek, které v nedávných generacích nenastaly. V Africe a na Středním východě hrozí pohromy sarančí dodnes, stejně jako v biblických dobách. Avšak v Severní Americe je to jinak. Některé druhy mají schopnost změnit se v saranče a shlukovat se do hejn. Největší však nenastaly vhodné podmínky, a tak se v tomto století v Severní Americe žádné pohromy způsobené sarančemi (ačkoli cikády, jiný druh škodlivého hmyzu, se stále pravidelně přemnožují a v koloniálním jazyce jsou nesprávně nazývány sarančemi) nekonaly. Ale i tak, pokud by měla dnes v Severní Americe vypuknout epidemie sarančí, nebylo by to obzvláště překvapivé - sopka ne-vyhasla, pouze spí. Pokud bychom však neměli psané historické zprávy a informace z jiných částí světa, *bylo by to nepříjemné překvapení*, neboť tyto živočichové by ve vědomí každého byli běžné, samotářské a neškodné saranče. Co když jsou rypoši jako americké saranče, připraveni vyprodukovat odlišnou,



rozšiřující kasty, avšak pouze za podmínek, které z jistého důvodu v tomto století ještě nenastaly? V 19. století mohla východní Afrika trpět hemžícími se záplavami chlupatých rypošů, migrujících nad zemí, aniž se nám o tom zachovaly nějaké zprávy. Neboysow zaznamenány v legendách a ságách domorodých kmenů?

52) ...*samička blanokřídlých je více příbuzná své vlastní sestře, než by byla svému potomstvu...*

Nezapomenutelná genialita Hamiltonovy hypotézy „3/4 příbuznosti“ u zvláštního případu blanokřídlých paradoxně zastínila reputaci jeho obecnější a základnější teorie. Haplodiploidní 3/4 příbuznost je každému srozumitelná, ale je dost složitá, aby mohl být člověk se sebou spokojen, že jí porozuměl, a dychtivě ji předal dál. Je to dobrý mem. Pokud se o Hamiltonovi nedozvíte z četby jeho prací, ale z rozhovoru někde v hospodě, je velice pravděpodobné, že neuslyšíte o ničem jiném než o haplodiploiditě. Každá současná učebnice biologie, ať už se příbuzenského výběru jen letmo dotýká, téměř jistě věnuje odstavce „3/4 příbuznosti“. Jeden kolega, mezinárodně uznávaný expert na společenské chování velkých savců, se mi přiznal, že celá léta považoval Hamiltonovu teorii příbuzenského výběru *pouze za hypotézu 3/4 příbuznosti a nic víc!* V důsledku toho, pokud nějaká nová fakta vedou k pochybnostem o hypotéze 3/4 příbuznosti, mohou je někteří lidé pokládat za důkaz proti celé teorii příbuzenského výběru. Jako kdyby velký skladatel napsal rozsáhlou a pronikavě originální symfonii, ve které by jedna určitá melodie, někde uprostřed, byla tak chytlavá, že by si ji brzy hvízdal každý pouliční prodavač. Symfonie bude už navždy spojována s touto melodií. A když se pak lidem tato melodie znelíbí, vztáhnou svou nelibost na celou symfonii.

Vezměme si například, jinak užitečný, článek Lindy Gamlinové o rypoších, který byl nedávno opublikován v časopise *New Scientist*. Je vážně znehodnocen nářkami, že poznatky o rypoších a termitech jsou v rozporu s Hamiltonovou hypotézou, jednoduše proto, že nejsou haplodiploidní! Těžko věřit, že autorka vůbec kdy viděla Hamiltonův klasický pár studií, neboť haplodiploidita tam zabírá pouhé čtyři z padesáti stran. Musela čerpat z jiných zdrojů - doufám, že ne ze *Sobeckého genu*.

Další příklad se týká vojáků mšic, které jsem popsal v dodatcích k 6. kapitole. Jak jsem zde vysvětlil, mšice vytvářejí klony jednovaječných dvojčat, lze u nich tedy velmi pravděpodobně očekávat altruistické sebeobětování. Hamilton to poznamenal roku 1964 a měl vážné problémy s objasněním toho nešikovného faktu, že - jak bylo v té době známo - klonální živočichové nevykazovali žádnou zvláštní tendenci k altruistickému chování. Když přišel objev vojáků mšic, nádherně do Hamiltonovy teorie zapadl. Avšak původní zpráva oznamující tento objev zmiňuje vojáky mšic, jako by pro Hamiltonovu teorii představovali potíž, protože nejsou haplodiploidní! Nádherná ironie.

Když přejdeme k termitům - také často zmiňovaným jako problém pro Hamiltonovu teorii -, ironie pokračuje, neboť Hamilton roku 1972 navrhl jednu z nejgeniálnějších teorií o tom, proč se z nich stal společenský hmyz, teorii, která je chytrou analogií haplodiploidní hypotézy. Tato teorie, teorie cyklického inbreedingu, je běžně připisována S. Bartzovi; ovšem ten s ní přišel sedm let poté, co ji Hamilton původně publikoval. Hamilton sám zapomněl, že myslel na „Bartzovu teorii“ jako první. Teprve když jsem mu strčil jeho vlastní publikaci pod nos, uvěřil mi! Záležitosti priority stranou, teorie sama je tak zajímavá, že lituji, že jsem se jí nevěnoval v prvním vydání této knihy. Svě zanedbání bych teď rád napravil.

Když jsem řekl, že zmíněná teorie je chytrou analogií hypotézy haplodiploidní, myslel jsem tím asi toto: Základním znakem haplodiploidních zvířat z pohledu sociální evoluce je to, že jedinec může být geneticky bližší svým sourozencům než potomkům. To jedinci předurčuje spíše setrvat v rodičovském hnízdě a vychovávat své sourozence než opustit hnízdo a plodit a vychovávat své vlastní potomky. Hamilton se snažil přijít na kloub tomu, proč by si i u termitů mohli být sourozenci geneticky bližší než rodiče potomkům. Klíčem je inbreeding. Když se zvířata páří se svými sourozenci, je potomstvo, které produkují, geneticky jednodušší. Bílé krysy z jednoho laboratorního rodu jsou geneticky téměř ekvivalentní jednovaječným dvojčatům. Rodí se totiž z dlouhé linie páření sourozenců. Jejich genomy se stanou vysoce homozygotními, abychom používali technických termínů; téměř na každém páru jejich lokusů leží identické geny a jsou také identické genům na stejném lokusu jiných jedinců v rodu. V přírodě se s dlouhými řadami incestního páření příliš často neshledáváme, až na jednu významnou výjimku - termity!

Typické termití hnízdo je založeno jedním královským párem, královnou a králem. Páří se pak výhradně spolu, dokud jeden z nich nezemře. Pak jeho či její místo obsadí jeden z potomků, který se incestně páří s přežívajícím rodičem. Pokud oba členové původního královského páru zahynou, nahradí je incestní bratrsko-sesterský pár. Tak to může jít po řadu generací. Zralá kolonie většinou ztratí mnoho králů a královen a potomstvo se po několika letech skutečně silně vnitřně prokříží, stejně jako laboratorní krysy. Průměrná homozygotnost a průměrný koeficient příbuznosti se, jak léta pokračují, šplhá výš a výš a rozmnožující se pár je střídán svými sourozenci či potomky. To je však pouze první krok k Hamiltonovu řešení. Geniální část teprve přijde.

Konečným produktem jakékoli kolonie společenského hmyzu jsou noví, okřídlení, rozmnožující se jedinci, kteří odlétají z rodičovské kolonie, páří se a zakládají kolonii novou. Když se tyto noví mladí králové a královny páří, *nedopouštějí se incestu*. Vypadá to tak, jako by existovala zvláštní synchronizující setkání, jejichž účelem je zajistit, aby různá hnízda termitů v dané oblasti vyprodukovala okřídlené jedince ve stejný den a mohlo dojít k nepříbuzenské kopulaci. Podívejme se na genetické důsledky spojení mezi mladým králem z kolonie A a mladou královnou z kolonie B. Oba jsou vysoce homozygotní. Jsou ekvivalenty laboratorních inbreedních krys. Avšak protože jsou oba výsledky jiného, *nezávislého* inbreedingového programu, budou se geneticky lišit. Budou jako inbreední krysy ze dvou různých laboratorních kmenů. Když se spáří, bude jejich potomstvo vysoce heterozygotní, *avšak jednotně*. Heterozygotní

znamená, že v mnohých jejich genetických lokusech se budou dva geny lišit. Jednotně heterozygotní znamená, že téměř každý z potomků bude heterozygotní přesně stejným způsobem.

Budou geneticky téměř identičtí se svými sourozenci, ale zároveň budou vysoce heterozygotní.

Pokroche teď v čase něco dopředu. Nová kolonie se svým zakládajícím párem se rozrostla. Zaplnila se velkým počtem identicky heterozygotních mladých termitů. Pomyslete, co se stane, když jeden či oba jedinci ze zakládajícího královského páru uhynou. Znovu začne ten starý incestní kruh s pozoruhodnými následky. První incestně zplozená generace bude podstatně variabilnější než předchozí generace. Nezáleží na tom, zda bereme v úvahu páření bratra se sestrou, matky se synem či otce s dcerou. Princip je u všech stejný, ale nejjednodušší je uvažovat o sourozeneckém páření. Jsou-li oba sourozenci identicky heterozygotní, bude jejich potomstvo vysoce variabilní směs genetických rekombinací. To vyplývá ze základních zákonů mendelovské genetiky a v principu by se to dalo aplikovat na všechny živočichy a rostliny, nejen na termity. Vezmete-li stejné heterozygoty a zkřížíte je nebo zkřížíte heterozygota s jedním z homozygotních rodičů, tak se vám, geneticky řečeno, vysypou všechny možné genetické kombinace. Důvod si můžete vyhledat v kterékoli základní učebnici genetiky; nemíním ho zde vysvětlovat. Z našeho současného pohledu to má důležitý důsledek, že v této fázi vývoje kolonie termitů je jedinec typicky geneticky bližší svým sourozencům než svým potenciálním potomkům. To je, jak jsme viděli v případě ha-plodiploidních blanokřídých, pravděpodobná podmínka evoluce altruisticky sterilních kast dělnic.

Ale i tam, kde není zvláštní důvod očekávat, že jedinci budou geneticky bližší svým sourozencům než svému potomstvu, můžeme často očekávat, že jedinci budou *stejně blízcí* svým sourozencům jako svým potomkům. Jedinou podmínkou pro to, aby tomu tak bylo, je jistý stupeň monogamie. Z pohledu Hamiltonovy teorie je svým způsobem překvapivé, že druhů, kde se sterilní dělníci starají o mladší sourozence, není víc. Co *však je* široce rozšířeno, jak si stále více uvědomujeme, je druh zmírněné verze fenoménu sterilních dělnic známý jako „pomáhání v hnízdě“. U mnoha druhů ptáků a savců zůstanou mladí dospělci, než si založí vlastní rodinu, na jednu či dvě sezóny s rodiči a pomáhají jim vychovávat mladší sourozence. Kopie genů pro tuto činnost se předávají dál v tělech sourozenců. Předpokládáme-li, že jedinci mající prospěch jsou vlastní (spíše než poloviční) sourozenci, přinese každý kousek potravy investovaný do sourozence genům jedince stejný prospěch, jako kdyby jej investoval do potomka. To však pouze za jinak rovných podmínek. Musíme brát v úvahu nerovnosti, pokud chceme vysvětlit, proč se pomoc v hnízdě praktikuje pouze u některých druhů a u jiných ne.

Vezměme si například druh ptáka, který si staví hnízda v dutinách stromů. Takových stromů je jenom omezený počet a z pohledu těchto ptáků jsou tedy vzácné. Pokud uvažujeme o dospělci, jehož rodiče ještě žijí, okupují pravděpodobně jeden z mála dutých stromů v okolí (museli ho okupovat přinejmenším donedávna, jinak by tento jedinec nepřišel na svět). Nejspíš tedy žije v dutém stromě, jenž je vzkvétajícím rodinným podnikem, a noví spolubydlíci v této produktivní líně jsou jeho vlastní sourozenci, geneticky stejně blízcí, jako by byli jeho potomci. Opustí-li hnízdo a zkusí žít na vlastní pěst, jsou jeho šance, že najde volnou dutinu, nepatrné. I když uspěje, nejsou mu potomci, které vychová, geneticky o nic bližší, než by byli jeho sourozenci. Dané množství snahy investované do rodičovského dutého stromu má větší hodnotu než stejné množství snahy investované do pokusu začít vlastní život. Tyto podmínky mohou zvýhodňovat péči o sourozence - „pomáhání v hnízdě“.

Přesto přese všechno někteří jedinci - nebo všichni jedinci, dříve nebo později - musí vyhledat nové duté stromy nebo jejich náhradu. Abychom užili terminologie „plození a pečování“ ze 7. kapitoly, *někdo* musí plodit, aby bylo o koho pečovat! Ne však proto, že jinak by druh vyhynul, ale že v populaci, kde by dominovaly čistě geny pro péči, by geny pro plození byly ve velké výhodě. U společenského hmyzu zastávají plození královny a samci. Odcházejí do světa hledat nové „duté stromy“, a proto jsou dokonce i u mravenců, jejichž dělníci křídla nemají, okřídlení. Tyto rozmnožovací kasty jsou celoživotně specializovány. Ptáci a savci, kteří pomáhají v rodičovském hnízdě, to dělají jinak. Každý jedinec stráví část svého života (obvykle jednu či dvě sezóny) jako „dělník“ a pomáhá vychovat mladší sourozence, zatímco zbývající část života se snaží být „rozmnožující se jedinec“.

A co rypoši, popsaní v předchozím dodatku? Jsou perfektním příkladem principu rodinného podniku či „dutého stromu“, ačkoli jejich továrna nepotřebuje právě dutý strom. Klíčem k jejich případu je nejspíš nepravidelné rozmístění jejich zdroje živin pod savanou. Živí se převážně podzemními hlízy. Ty mohou být obrovské a hluboko umístěné. Jedna taková hlíza může vážit víc než 1 000 rypošů, a když na ni jednou rypoši narazí, může tato zásobárna kolonii vydržet řadu měsíců, či dokonce let. Potíž je hlízy nalézt, neboť jsou náhodně a řídko rozmístěny v savaně. Rypoši si těžko potravu dobývají, ale když na ni přijdou, tak se jim to vyplatí. Robert Brett spočítal, že kdyby jeden samotný rypoš hledal hlízu sám, hledal by tak dlouho, že by si hloubením opotřeboval zuby. Větší společenská kolonie se svými kilometry pilně hloubených chodeb je účinný důl. Každý jedinec je na tom lépe jako člen hornického spolku.

Velký systém chodeb vytvářený tucty spolupracujících dělníků je prosperující podnik, stejně jako náš hypotetický dutý strom, jsou v něm však ještě pevnější vazby. Když jedinec žije v prosperujícím společném labyrintu a jeho matka uvnitř stále produkuje vlastní bratry a sestry, nutkání odejít a založit si vlastní rodinu je skutečně malé. I když jsou některá z vychovávaných mláďat pouze poloviční sourozenci, mohou být argumenty „rozběhnutého podniku“ dostatečně silné, aby mladé dospělé jedince udržely doma.

53) *Zjistili, že se tento poměr pohybuje dost přesvědčivě blízko poměru 3:1 samic ku samcům...*

Richard Alexander a Paul Sherman napsali práci kritizující metody a závěry Triverse a Harea. Souhlasili s nimi sice

v tom, že samicemi ovlivněné poměry pohlaví jsou u společenského hmyzu běžné, ale zpochybnili tvrzení, že odpovídají poměru 3:1. Dali přednost alternativnímu vysvětlení pro samicemi ovlivně-

ný poměr pohlaví, vysvětlení, které, stejně jako Triversovo a Hareovo, jako první navrhl Hamilton. Shledávám Alexandrovo a Shermanovo zdůvodnění celkem přesvědčivým, ale přiznávám se k vnitřnímu pocitu, že tak krásný kus práce, jako odvedl Trivers a Hare, nemůže být zcela špatný.

Alan Grafen mi předložil další, znepokojivější problém s vysvětlením poměru pohlaví u blanokřídlých v prvním vydání této knihy. To jsem vysvětlil v *Rozšířeném fenotypu* (str. 75-76). Zde nabízím stručný výtažek:

„Potencionální dělnici nezáleží na tom, zda vychovává sourozence či potomky, ať je poměr pohlaví v populaci jakýkoli. Předpokládejme tedy, že je poměr pohlaví v populaci ovlivňován samicemi, dejme tomu, že souhlasí s Triversovou a Hareovou předpovědí 3:1. Vzhledem k tomu, že dělnice je svým sestrám příbuzná blíže než svým bratrům či potomkům jakéhokoli pohlaví, může se zdát, že by „raději“ vychovávala sourozence v takovém posunutém poměru pohlaví. Nezávisle by tím snad drahocenné sestry (kromě něco mála spíše bezvýznamných bratrů), kdyby se vzdala potomků? Tato úvaha však zapomíná na relativně velkou reprodukční hodnotu samců v takové populaci způsobenou jejich vzácností. Dělnice sice není svým bratrům tolik příbuzná, ale pokud jsou v populaci vzácní, pak je pravděpodobnější, že se jeden z nich může stát zakladatelem budoucích generací.

*54) Dostane-li se populace do evolučně stabilní strategie, která ji vede do záhuby, pak má populace smůlu - vyhyne.*

Vážený filozof J. L. Mackie upozornil na zajímavou souvislost faktu, že populace mých „podvodníků“ a „nevraživců“ mohou být obě stabilní. „Smůla“ je, když se populace ustálí na evolučně stabilní strategii, která vede k jejímu zániku; Mackie dodává, že některé druhy evolučně stabilních strategií dovedou populaci do záhuby spíše než jiné. V tomto případě jsou jak podvodník, tak nevraživec evolučně stabilní; populace se může ustálit buď na vyváženém stavu podvodníků, nebo na vyváženém stavu nevraživců. Mackie z toho, že populace, která se ustálila na vyváženém stavu podvodníků, následně vyhyne s větší pravděpodobností, odvozuje, že mezi evolučně stabilními strategiemi může existovat něco jako selekce vyššího řádu ve prospěch recipročního altruismu. Jeho nápad bychom mohli rozvinout v úvahu o možnosti existence určitého druhu skupinového výběru, který na rozdíl od většiny teorií skupinového výběru může fungovat. Tuto úvahu jsem popsál ve své práci „In defence of selfish genes“ („Na obranu sobeckých genů“).

## ***Memy: nové replikátory***

*55) ..vsadil bych najeden základní princip... každý život se musí vyvíjet na základě rozdílného přežívání množících se věcí.*

Svou sázku, že by se život kdekoli ve vesmíru vyvinul darwinovským způsobem, jsem nyní siceji rozvedl a obhájil ve studii „Universal Darwinism“ („Univerzální darwinismus“) a v poslední kapitole *Slepého hodináře*. Ukazují, že alternativy darwinismu, které kdy byly navrženy, nejsou v principu schopny objasnit organizovanou složitost života. Toto tvrzení je obecné, není založeno na jednotlivých poznatcích o živé přírodě. Jako takové bylo kritizováno určitým typem vědců, kteří jsou natolik přízemní, že si myslí, že jediný způsob, jak lze ve vědě něco objevit, je mořit se s horkými zkumavkami (nebo ve studených zablácených holínkách). Jeden kritik si stěžoval, že můj závěr je „filozofický“, jako by to byla dostatečná námitka. Filozofický nebo ne, faktem zůstává, že ani on, ani nikdo jiný v tom, co jsem řekl, nenalezl žádnou trhlinu. „V principu“ mohou být teoretické závěry jako ten můj důležitější než závěry založené na nějakém skutečném výzkumu a rozhodně nejsou vzdálené skutečnému světu. Má úvaha, pokud je správná, nám říká cosi důležitého o životě všude ve vesmíru. Laboratorní a terénní výzkum může vypovídat pouze o životě, jehož vzorky jsme odebrali na naší planetě.

## *56) Mem*

Ze slova „mem“ se stává dobrý mem. Dnes je už široce užívané a v roce 1988 bylo zařazeno na oficiální seznam slov, o nichž se uvažuje do příštího vydání oxfordského výkladového slovníku. Tím více dychtím zopakovat, že mé postřehy o lidské kultuře byly až neuvěřitelně opatrné. Mé skutečné ambice - a ty jsou skutečně velké - míří zcela jiným směrem. Chci vyhlásit téměř neomezenou moc mírně nepřesných replikujících se věcí, jak se jednou objeví kdekoli ve vesmíru. To proto, že mají předpoklad stát se základem darwinistického výběru, který, má-li k dispozici dostatečný počet generací, kumulativně buduje systémy s velkou složitostí. Věřím, že za správných podmínek se replikátory automaticky sdružují, aby tvořily systémy či nástroje, které je nosí v sobě a pracují ve prospěch jejich pokračující replikace. Prvních deset kapitol *Sobeckého genu* se soustředilo výhradně najeden druh replikátoru, na gen. V diskusi o memech v poslední kapitole jsem se snažil zobecnit případ replikátoru a ukázat, že geny nejsou jedinými členy této důležité skupiny. Nejsem si jistý, zda prostředí lidské kultury může opravdu poskytnout podmínky pro určitý druh darwinistické evoluce. V každém případě je tato otázka podružná. 11. kapitola splnila svůj účel, pokud čtenář zavřel knihu s pocitem, že molekuly DNA nejsou jediným možným základem darwinistické evoluce. Mým záměrem bylo spíše snížit velikost genu než vytvořit obrovskou teorii o lidské kultuře.

57) *...memy bychom měli považovat za živé struktury nejen metaforicky, ale i technicky.*

DNA je replikující se kus hardwaru. Každý kousek má svou určitou stavbu, která se liší od rivalských kousků DNA. Pokud jsou memy v mozku analogické genům, musí být sebereplikujícími mozkovými strukturami, skutečnými sítěmi nervových spojení, které se znovu ustavují v jednom mozku za druhým. Vždy jsem se cítil nejisté, když jsem to měl říci nahlas, neboť o mozcích víme daleko méně než o genech, tudíž je zatím nejisté, jak může taková mozková struktura skutečně vypadat. Proto se mi ulevilo, když jsem nedávno obdržel velice zajímavou studii od Juana Delia z univerzity v Kostnici v Německu. Ten se na rozdíl ode mne vůbec nemusí ostýchat o takových strukturách mluvit, protože je to uznávaný specialista na výzkum mozku. Uvítal jsem proto, že byl dostatečně smělý, aby věc ujasnil publikováním detailního obrázku, jak by mohl takový neu-ronální hardware mému vypadat ve skutečnosti. Kromě jiného také daleko hlouběji, než jsem to udělal já, odhaluje analogii mezi memy a parazity, přesněji řečeno spektrum od zhoubných parazitů v jedné krajnosti až po neškodné „sym-bionty“ na straně druhé. Jeho přístup mě velice nadchl kvůli mému zájmu na „rozšířeně fenotypových“ projevech genů parazitů v chování hostitele (viz 13. kapitola této knihy a zvláště pak 12. kapitola *Rozšířeného fenotypu*). Mimochoodem Delius také zdůrazňuje jasné rozlišení mezi memy a jejich („fenotypový-mi“) projevy. Znovu zdůrazňuje důležitost vzájemně přizpůsobených komplexů, v nichž jsou memy vybírány pro svou vzájemnou kompatibilitu.

58) *„AuldLang Syne“*

„Auld Lang Syne“ byla shodou okolností ukázkově šťastná volba příkladu. To proto, že je téměř vždy reprodukována s chybou, s mutací. Refrén je dnes převážně zpíván jako „for the saké of auld lang syne“ [volně přeloženo „pro vzpomínku na staré dobré časy“], místo Burnsova původního „for auld lang syne“ [„na staré dobré časy“]. Memeticky myslící darwinista okamžitě zauvažuje, jaká byla „hodnota přežití“ vloženého „the saké of“. Uvědomte si, že nehledáme způsob, kterým lidé přežili lépe, protože zpívali tuto píseň v její změněné verzi. Hledáme způsob, kterým mohla změna sama přezít v memofondu lépe. Téměř nikdo se v dětství tuto píseň neučí tak, že by si ji přečetl v Burnsovi, ale tak, že ji slyší na Silvestra. Podle všeho kdysi všichni zpívali správná slova. „For the saké of muselo vzniknout jako řídká mutace. A my se musíme ptát, proč se ze začátku řídká mutace tak rafinovaně rozšířila, že v memofondu převážila?

Pro odpověď nemusíme chodit daleko. Sykavé „s“ je notoricky vtíravé. Kostelní sbory nacvičují, jak vyslovovat „s“ co nejtíšeji, aby celým kostelem neznělo syčení. Mumlající kněz u oltáře velké katedrály je někdy vzadu slyšet pouze jako sporadické ševelení „s“. Další souhláska ve slově „saké“, „k“, je téměř stejně pronikavá. Představte si, že devatenáct lidí zpívá správně „for auld lang syne“ a jeden člověk někde v místnosti se přidá špatným „for the saké of auld lang syne“. Dítě, jež slyší tuto píseň poprvé, se chce připojit, jen si není jisté slovy. Přestože téměř všichni zpívají „for auld lang syne“, zasyčení „s“ a „k“ se proderou k uším dítěte, a když znovu přijde refrén, zpívá také „for the saké of auld lang syne“. Mutantní mem obsadil další vehikl. Pokud se vyskytují i další děti či dospělí stejně znejistělí slovy, tak se, až přijde refrén, pravděpodobně připojí k mutantní verzi. Nemí to tím, že by „dávali přednost“ mutantní verzi. Skutečně neznají slova a jsou upřímně žhaví se je naučit. Přestože jsou zde znalci, co odhodlaně vyřvávají „for auld lang syne“ naplno (jako já!), správná slova nemají žádné výrazné souhlásky a mutantní verze, byť zpívána tišeji a ostýchavěji, je daleko lépe slyšitelná.

Podobný případ je „Rule Britannia“ („Vládní, Británie“). Správně zní druhá řádka refrénu „Britannia, rule the waves“. Často, byť ne vždy, je zpívána jako „Britannia rules the waves“ („Británie vládne vlnám“). Neodbytně syčícímu mému „s“ zde pomáhá další faktor. Básník (James Thomson) měl pravděpodobně na mysli rozkazovací způsob (Británie, vládní vlnám!) nebo způsob konjunktivní (Ať Británie vládne vlnám). Ale při povrchním poslechu lze snadno větu pochopit jakožto oznamovací (Británie vládne vlnám). Tento mutantní mem má tedy oproti původní verzi, kterou nahradil, dvě nezávislé zvýhodňující hodnoty přežití zní výrazněji a je srozumitelnější.

Konečný test hypotézy by měl být experimentální. Mělo by být možné záměrně s malou frekvencí zasadit do memofondu sykavý mem a pak pozorovat jeho rozšiřování díky jeho vlastní hodnotě přežití. Co když několik málo z nás začne zpívat „God saves our gracious Queen“? [místo „Bože, zachovej naši drahou královnu“ v anglické hymně „Bůh zachová naši drahou královnu“]?

59) *Je-li takový mem vědecká myšlenka, bude její rozšíření záviset na tom, nakolik přijatelná je pro jednotlivé vědce; o její schopnosti přežít bude vypovidat počet, kolikrát bude v následujících letech zmíněna ve vědeckých časopisech.*

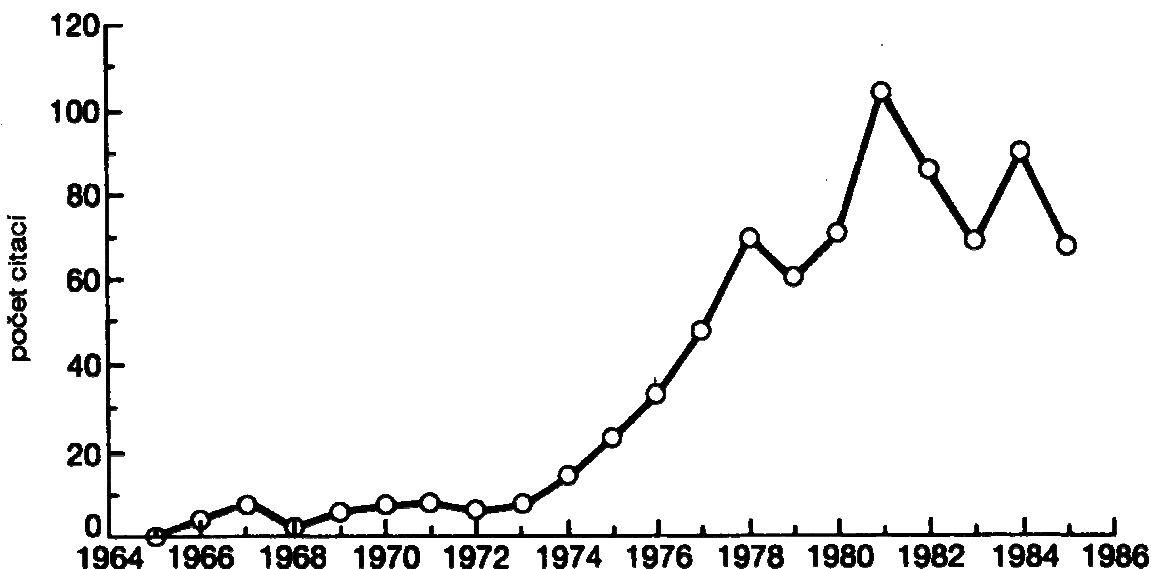
Rozčílilo by mě, kdyby to bylo chápáno tak, že „chytlavost“ je jediným kritériem pro přijetí vědecké myšlenky. Koneckonců některé vědecké myšlenky jsou přece správné a jiné nesprávné! Jejich správnost či nesprávnost může být otestována; jejich logiku můžeme rozebrat. Skutečně nejsou jako populární melodie, náboženství či punkové účesy. Ale i tak hraje u vědy společenské prostředí svou roli, nejenom logika. Některé špatné vědecké myšlenky se mohou široce rozšířit, alespoň načas. A naopak některé dobré vědecké myšlenky čekají celé roky, než se konečně uchytí a kolonizují vědeckou představitost.

Skvělý příklad takového „zimního spánku“ následovaného bujným rozšířením můžeme najít v jedné z hlavních myšlenek této knihy, v Hamiltonově myšlence příbuzenského výběru. Myslel jsem, že to bude vhodný případ pro vyzkoušení myšlenky měření šíření mému počítáním odkazů v časopisech. V prvním vydání jsem poznamenal (str. 89): „Jeho dvě publikace z roku 1964 patří k nejdůležitějším příspěvkům sociální etologii, jaké byly kdy napsány. Nikdy jsem nemohl pochopit, proč jej etologové přehlíželi (jeho jméno se ani neobjevilo v rejstříku dvou hlavních učebnic etologie vydaných v roce 1970). Naštěstí se nedávno objevily náznaky návratu zájmu o jeho názory.“ To

jsem napsal roku 1976. Sledujme dráhu tohoto memického vzestupu v současném desetiletí.

*Index vědeckých citací (Science Citation Index)* je dost neobvyklá publikace, kde je možné vyhledat kteroukoli publikovanou studii a v tabulce pro daný rok počet následných publikací, které ji citovaly. Byl vytvořen jako pomůcka pro vystopování literatury k danému tématu. Jmenovací komise univerzít si jej zvykly používat jako hrubý a rychlý (příliš hrubý a příliš rychlý) způsob porovnávání vědeckých úspěchů žadatelů o práci. Spočítáním citací Hamiltonových studií v každém roce od roku 1964 můžeme přibližně vystopovat šíření jeho myšlenek v povědomí vědců (obr. 1). Počáteční nezáměr je velice patrný. Poté jako by v 70. letech nastal dramatický vzestup zájmu o příbuzenský výběr. Pokud bychom chtěli najít nějaký bod, kdy tento vzestupný trend začíná, pak je mezi roky 1973 a 1974. Zájem kulminuje roku 1981, poté roční množství citací kolísá nepravidelně okolo stálé hladiny.

Objevil se memetický mýtus, že náhlý vzestup zájmu o příbuzenský výběr byl podnícen knihami publikovanými v letech 1975 a 1976. Graf se svým vzrůstem v roce 1974, jak se zdá, tuto představu podporuje. Na druhé straně by mohl tento důkaz být použit k podpoře velice odlišné hypotézy, jmenovitě, že pracujeme s jednou z myšlenek, která „byla ve vzduchu“ a „jejíž čas přišel“. Tyto knihy z poloviny 70. let by pak z tohoto pohledu byly spíše příznaky projevu zájmu než jeho primárními příčinami.

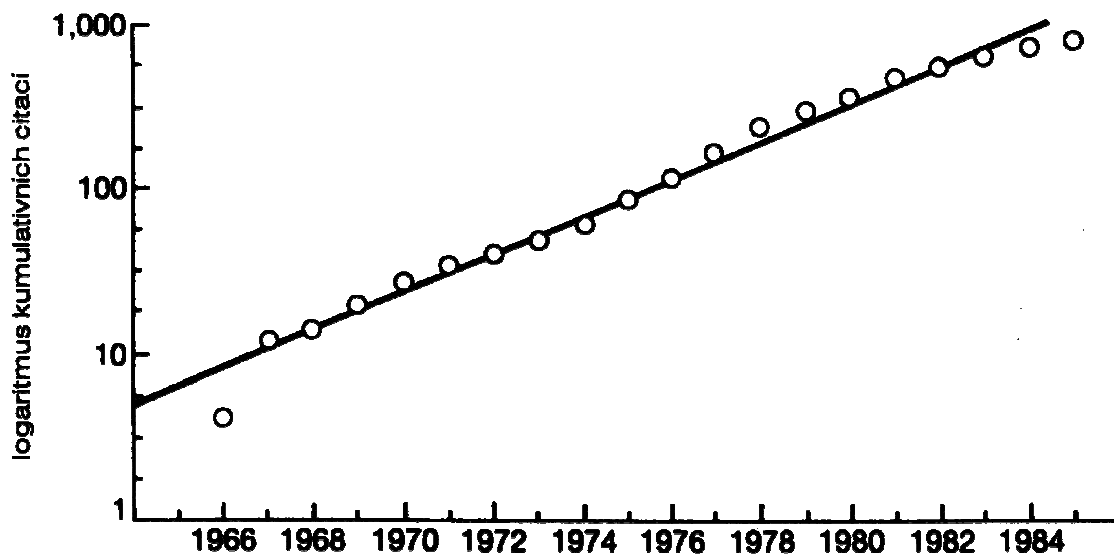


Obr. 1. Roční citace Hamiltona (1964) v *Indexu vědeckých citací*

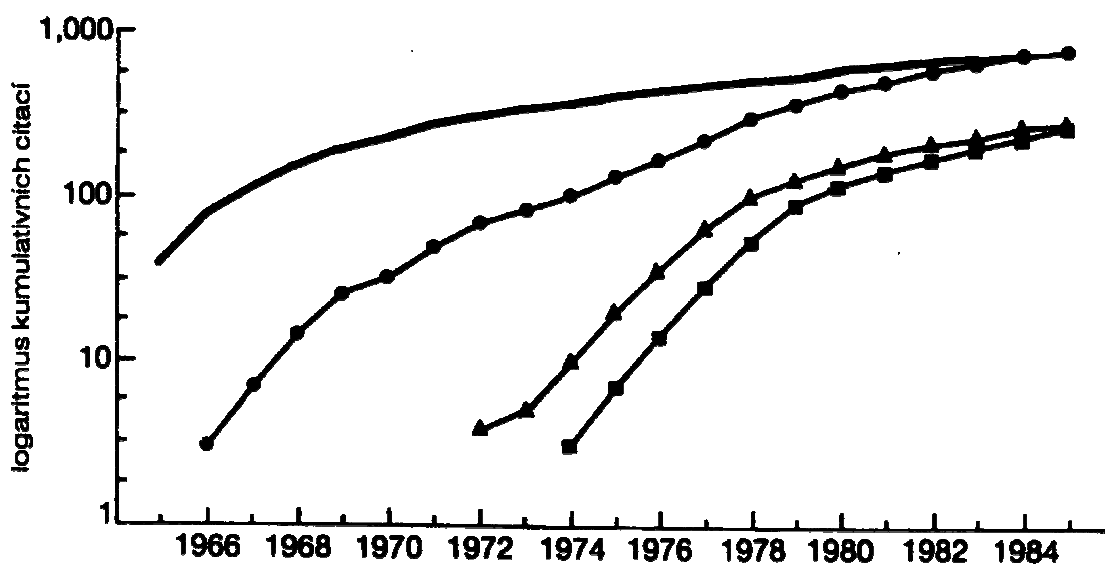
Možná se skutečně zabýváme dlouhodobou, pomalu začínající, exponenciálně se zrychlující módní tendencí, která začala o hodně dříve. Jedním ze způsobů otestování této jednoduché exponenciální hypotézy je vynést na *logaritmické* stupnici počty citací od vzniku hypotézy do daného roku. Jakýkoli proces růstu, kde je rychlost růstu úměrná dosažené velikosti, se nazývá exponenciální vzrůst. Typickým exponenciálním procesem je epidemie; každý člověk vydechuje virus na mnoho dalších lidí, z nichž každý ho vydechne na stejně velký počet dalších, takže počet obětí roste neustále se zvyšující rychlostí. Exponenciální funkci poznáme tak, že vynesení jejího průběhu na logaritmické stupnici dostaneme

přímku. Vytvářet takovéto logaritmické grafy z kumulativních hodnot není nezbytné, ale je to vhodné a obvyklé. Jestliže by se Hamiltonův mem skutečně šířil jako epidemie, měly by body na kumulativním logaritmickém grafu tvořit přímku. A je tomu tak?

Čára na grafu z obrázku je přímka, která statisticky nejlépe odpovídá všem bodům. Výrazně strmý růst v roce 1967 by pravděpodobně mohl být zanedbán jako nespolehlivý efekt malých čísel, který je logaritmickým vynesením zvlečen. Graf je pak přijatelným přiblížením přímky, přestože můžeme nalézt body ležící mimo. Bude-li má exponenciální interpretace přijata, pak zde sledujeme jedinou pomalu hořící explozi zájmu, probíhající od roku 1967 do pozdních 80. let. Jednotlivé knihy a studie bychom měli brát zároveň jako důsledky i příčiny tohoto dlouhodobého trendu.



Obr. 2 Logaritmus kumulativních citací Hamiltona (1964)



Obr. 3 Logaritmus kumulativních citací tří prací jiných autorů v porovnání s „teoretickou“ křivkou Hamiltonovou (detaily jsou vysvětleny v textu)

Mimochodem, nemyslete si, že tento model vzrůstu je nějak obecný, ve smyslu, že je nevyhnutelný. Jakákoli kumulativní křivka by samozřejmě vzrůstala, i kdyby množství citací ročně bylo konstantní. Avšak na logaritmické stupnici by pak vzrůstala neustále pomaleji. Tlustá čára na obrázku 3 ukazuje *teoretickou* křivku, kterou bychom dostali, pokud by bylo v každém roce množství citací konstantní (rovné skutečnému průměru citací Hamiltona, okolo 37 za rok). Tuto odeznívající *křivku* můžeme porovnat s výslednou *přímku* v obrázku 2, představující exponenciální nárůst. Máme zde skutečně případ stoupající tendence růstu, nikoli stabilní výskyt citací.

Mohl by vzniknout dojem, že v podobné situaci je exponenciální růst ne-li nevyhnutelný, pak alespoň velmi pravděpodobný. Nevzrůstá samotné množství publikací vědeckých studií, a tedy i příležitostí citovat jiné publikace exponenciálně? Možná že velikost vědecké komunity roste exponenciálně. Nejlehčí způsob, jak ukázat, že Hamiltonův mem je čímsi výjimečný, je vytvořit stejný graf pro jiné studie. Obrázek 3 také ukazuje logaritmus kumulativních frekvencí citací tří jiných prací (které měly mimochodem také velký vliv na první vydání této knihy) - Williamsovy knihy *Adaptation and Natural Selection (Adaptace a přírodní výběr)* z roku 1966, Triversovy studie z roku 1971 o recipročním altruismu a studie Maynarda Smithe a Price z roku 1973 o evolučně stabilních strategiích. Všechny tři mají křivky,

kteře jistě nejsou celou dobu exponenciální. Avšak i u těchto prací jsou počty citací za rok nestálé a jejich nárůst v určitém období může být i exponenciální. Například Williamsova křivka je v období od roku 1970 na logaritmické stupnici přibližně přímá, což naznačuje, že se také dostal do explozivní fáze vlivu.

Podceňoval jsem vliv jednotlivých knih na rozšiřování Hamiltonova mému. Ale i tak je zde jeden zjevně sugestivní dovětek k této malé memické analýze. Stejně jako v případě „Auld Lang Syne“ a „Rule Britannia“ zde máme příkladnou mutantní chybu. Správný název Hamiltonových dvou studií z 1964 je „The genetical evolution of sociál behaviour“ („Genetická evoluce společenského chování“). V druhé polovině 70. let je řada publikací, mezi nimi i *Sociobiologie* a *Sobecký gen*, mylně citovala jako „The genetical theory of sociál behaviour“ („Genetická teorie společenského chování“). Jon Seger a Paul Harvey se pustili do hledání nejstaršího výskytu tohoto mutantního mému. Mysleli si, že to bude čistý ukazatel, téměř jako radioaktivní značka, pro stopování vědeckého vlivu. Vystopovali to až k známé *Sociobiologii* E. O. Wilsona, publikované roku 1975, a dokonce zjistili jistý nepřímý důkaz navrhovaného rodokmenu.

Jakkoli velice obdivuji Wilsonovu skvělou knihu a byl bych rád, kdyby ji lidé četli více a méně četli o ní, při zcela scestném náznamu, že jeho kniha ovlivnila mou, se mi naježila srst. Avšak má kniha také obsahovala mutantní citaci - radioaktivní značku - a tak to začalo znepokojivě vypadat, jako by alespoň jeden mem od Wilsona přecestoval ke mně! Nebylo by to obzvlášť překvapující, neboť *Sociobiologie* přišla do Británie zrovna, když jsem dokončoval *Sobecký gen* a pracoval jsem na seznamu literatury. Wilsonův rozsáhlý seznam literatury by se zdál jako dar nebes, protože by mi ušetřil hodiny strávené v knihovně.

Proto má mrzutost pominula, až když jsem objevil starý cyklostylovaný seznam literatury, který jsem rozdával studentům při přednášce na Oxfordu v roce 1970. V životní velikosti zde byla „Genetická teorie společenského chování“, pět let starší než Wilsonova publikace. Wilson však zase nemohl vidět můj seznam z 1970. Nepochybně jsme oba, já i Wilson, nezávisle vytvořili stejný mutantní mem!

Jak mohlo dojít k takové shodě náhod? Stejně jako v případě „Auld Lang Syne“ nemusíme pro přijatelnou odpověď chodit daleko. Nejslavnější kniha R. A. Fishera se nazývá *The Genetical Theory of Natural Selection* (*Genetická teorie přírodního výběru*). Tento název ve světě evolučních biologů natolik zdomácněl, že je pro nás těžké si k prvním dvěma slovům automaticky nepřipojit třetí. Podle mého podezření jsme museli s Wilsonem udělat přesně to. Je to šťastný závěr pro všechny zúčastněné, neboť kdo by se styděl přiznat, že byl ovlivněn Fisherem!

### 60) Počítače, v nichž žijí memy, jsou lidské mozky.

Bylo jasné, že lidmi vyráběné elektronické počítače se jednou stanou hostiteli sebepublikujících vzorů informací - memů. Počítače se dnes stále více spojují spletitými sítěmi sdílených informací. Mnoho z nich je doslova spojeno prostřednictvím elektronické pošty. Jiné sdílejí informaci, když si jejich vlastníci předávají diskety. Je to perfektní prostředí pro zkvétání a rozšiřování sebepublikujících programů. Když jsem psal první vydání, byl jsem tak naivní, že jsem předpokládal, že nežádoucí počítačový mem musí vzniknout spontánní chybou v kopírování běžného programu, a považoval jsem to za nepravděpodobnou událost. Žel, tyto časy nevinnosti jsou nenávratně pryč. Epidemie „virů“ a „červů“, záměrně rozšiřovaných zlomyslnými programátory, představují dnes nebezpečí pro uživatele počítačů celého světa. Můj vlastní pevný disk byl, pokud vím, loňského roku infikován v průběhu dvou různých virových epidemií; podobnou zkušenost mívají častí uživatelé počítače. Nehodlám zde vyjmenovávat jednotlivé viry, abych tím neposkytl hanebné uspokojení jejich hanebným malým stvořitelům. Říkám „hanební“, neboť jejich chování se mi zdá morálně stejně podlé jako chování mikrobiologa, který by úmyslně infikoval pitnou vodu, aby se mohl smát nemocným. Říkám „malí“, neboť tyto lidé jsou myšlenkově malí. Na vytvoření počítačového viru není nic chytrého. Z poloviny kompetentní programátor by to mohl dokázat, a těch je v moderním světě habaděj. Já jsem jedním z nich. Nebudu se vůbec obtěžovat vysvětlováním, jak počítačové viry pracují. Je to tak jasné.

Co už tak lehké není, je vědět, jak se s nimi vypořádat. Někteří velice zkušení programátoři museli bohužel plýtvat svým drahocenným časem na psaní antivirových programů, imunizačních programů a tak dále (podobnost s lékařským očkováním je mimochodem překvapivě blízka, dokonce až k injektování „oslabeného kmene“ viru). Je zde nebezpečí, že se rozvinou závody ve zbrojení, kde každé vylepšení virové prevence bude vyrovnáno vývojem nových virových programů. Zatím je většina antivirových programů psána altruisty a dodávána zdar-

ma jako laskavost. Ale předvídám vznik zcela nové profese - rozdělující se na výnosné specializace, stejně jako kterákoli jiná - „softwarových doktorů“ přicházejících na zavolání s černými kufíky plnými diagnostických a léčivých disket. Užívám slovo „doktor“, ale skuteční lékaři řeší přirozené problémy, a ne lidské zlomyslnosti. Moji softwaroví doktoři budou spíše jako právníci řešit člověkem způsobené problémy, které především vůbec neměly nastat. Pokud stvořitelé virů mají nějaký znatelný motiv, pak se podle všeho cítí nevyhraněně anar-chisticky. Apeluji na ně: Chcete skutečně vydláždít cestu nové dobře placené profesi? Pokud ne, přestaňte si hrát s hloupými memy a využijte své skromné programátorské talenty k něčemu lepšímu.

### 61) Slepá víra může ospravedlnit cokoli.

Dostal jsem záplavu dopisů od obětí víry protestujících proti její kritice z mé strany. Víra je tak úspěšná ve vymývání mozků, obzvlášť dětských, ve svůj vlastní prospěch, že je těžké vymanit se z její moci. Konečně co je to víra? Je to stav mysli, který vede lidi k uvěření v něco - nezáleží v co - bez jakéhokoli podpůrného důkazu. Pokud by zde důkaz byl, pak by víra byla zbytečná, neboť by nás důkaz beztak přinutil uvěřit. Právě to činí tak často papouškované

tvrzení, že „evoluce sama je záležitost víry“, tak hloupým. Lidé věří evoluci ne proto, že by zrovna tomu chtěli věřit, ale kvůli ohromujícím, veřejně přístupným důkazům.

Řekl jsem, „nezáleží, v co“ věřící věří, což nese nádech tvrzení, že lidé věří zcela hloupým, zbytečným věcem jako elektronický mnich v *Holistické detektivní kanceláři Dirka Gentlyho (Dirk Gentlys Holistic Detective Agency)* od Douglase Adamse. Byl postaven za účelem toho, aby za vás věřil, a velice mu to šlo. V den, kdy se s ním setkáme, přes všechny důkazy neotřesitelně věří, že všechno na světě je růžové. Nechci však tvrdit, že všechny předměty víry musí být hloupé. Mohou a nemusí být. Důležité je, že neexistuje způsob, jak rozhodnout, zda ten či onen přemet víry je či není hloupý, ani který článek víry je lepší než jiný, neboť víra se programově vyhýbá důkazu. Fakt, že pravá víra nepotřebuje žádný důkaz, je naopak vynášen jakožto její největší hodnota; to byl účel mé citace příběhu nevěřícího Tomáše, jediného skutečně chvályhodného z dvanácti apoštolů.

Víra nemůže hory přenášet (ačkoli generacím dětí je tvrdošijně tvrzen opak a ony tomu věří), ale je schopná dohnat lidi k nebezpečným pošetilostem, že si troufám označit ji za druh duševní choroby. Nutí lidi věřit čemukoli tak silně, že jsou připraveni zabít a zemřít pro to bez dalších důvodů. Keith Henson vytvořil slovo „memeoidé“ pro „oběti, jež mem ovládl do té míry, že se pro ně jejich vlastní přežití stává nepodstatným... Mnoho z nich vidíte ve večerních zprávách z takových míst, jako je Belfast či Bejrút.“ Víra je dostatečně silná, aby naočkova-la lidi proti jakýmkoli pocitům lítosti, odpuštění, skromným lidským citům. Dokonce je očkuje proti strachu, pokud upřímně věří, že je mučednická smrt pošle rovnou do nebe. Jaká to zbraň! Náboženská víra si zaslouží v análech válečné technologie kapitulu stejného rozsahu jako luk, válečný oř, tank či vodíková bomba.

## 62) *My jediná na Zemi se můžeme vzbouřit proti tyranii sobeckých replikátorů.*

Optimistický tón mého závěru vyprovokoval skepticismus mezi kritiky, kteří se domnívají, že neodpovídá zbytku knihy. V některých případech pochází kritika od doktrinářských sociobiologů, žárlivě bránících důležitost genetického vlivu. V jiných případech přichází kritika paradoxně z opačné strany, od vysokých kněží levicě žárlivě bránících nejoblíbenější demonologickou ikonu! Rose, Ka-min a Lewontin v knize *Not in Our Genes (Ne v našich genech)* mají vlastního strašáka zvaného „redukcionismus“ a všichni nejlepší redukcionisté mají podle nich být také „deterministy“, nejlépe „genetickými deterministy“.

„Mozky jsou podle redukcionistů determinované biologické objekty, jejichž vlastnosti jsou příčinou chování, které pozorujeme, a stavů mysli či záměrů, které z tohoto chování odvozujeme... Taková pozice je nebo by měla být zcela v souladu s principy sociobiologie nabízenými Wilsonem a Dawkinsem. Přesto by je však jejich přijetí zapletlo do dilematu, zda nejdříve objasnit vrozenost většiny lidského chování, což jakožto svobodní lidé shledávají nepřítazlivým (zášť, učení atd.), a pak se zamotat v liberálních etických otázkách o zodpovědnosti za zločiny, pokud jsou i ty stejně jako všechny ostatní činy biologicky determinovány. Aby se tomuto problému vyhnuli, vytyčují Dawkins a Wilson naši svobodnou vůli, která nám umožňuje postavit se diktátorství našich genů, pokud chceme... To je hlavně návrat k nestoudnému karteziánství, dualistické *deus ex machina*.“

*Domnívám se*, že Rose a jeho kolegové nás obviňují z toho, že jsme nechali vlka, aby se nažral, a kozu si odvedli domů. Buď musíme být „genetičtí determi-nisté“, nebo věříme ve „svobodnou vůli“ - nemůžeme mít oboje. Avšak - a zde předpokládám, že mluvím za profesora Wilsona stejně jako za sebe - „genetičtí deterministé“ jsme pouze v očích Rose a jeho kolegů. Čemu nerozumějí (evidentně, ač je jim zatěžko si to přiznat), je, že je zcela možné domnívat se, že geny uplatňují statistický vliv na lidské chování, a zároveň věřit, že tento vliv může být modifikován, překonán a zvrácen jinými vlivy. Geny musí vykazovat statistický vliv na jakýkoli typ chování, který se vyvíjí přírodním výběrem. Doufám, že by Rose a jeho kolegové souhlasili, že lidská pohlavní touha se vyvinula přírodním výběrem, stejným způsobem, jakým se cokoli vyvíjí přírodním výběrem. Z toho důvodu musí souhlasit, že zde byly geny ovlivňující sexuální touhu ve stejném smyslu, jako ovlivňují ostatní věci. Nedělá nám však potíže ji omezit, když je to společensky nezbytné. Co je na tom dualistického? Zjevně nic. A o nic víc není dualistické, když propagují vzpouru „proti tyranii sobeckých replikátorů“. My, to jest naše mozky, jsme dostatečně odděleni a nezávislí na našich genech, abychom se proti nim bouřit mohli. Jak jsem už poznamenal, děláme to v malém pokaždé, když používáme antikoncepci. Není důvod, proč bychom se nemohli bouřit i ve velkém.