

KAPITOLA V

O MIKROBECH A LIDECH

Tisíce let soužil obyvatele Afriky a Asie parazitický červ zvaný *Dracunculus medinensis*, neboli vlasovec medinský.¹ Způsobuje strašlivou nemoc. Jeho larvami se živí dravé buchanky, které žijí ve stojatých povrchových vodách v tropických oblastech. Když se člověk takové vody napije, buchanky v jeho zažívacím traktu zahynou, larvy však nikoli. Některé se pak přestěhují z tenkého střeva do ostatních částí těla, kde dospějí a nakonec se spáří. Asi rok po infikování se dospělé samičky – zhruba 60 až 90 centimetrů dlouhé, silné jako špageta a samy plné larev – prokoušou až do kůže svého nositele, kde začnou vylučovat kyselinu, kterou si doslova vyleptají únikový tunel. První známkou infekce je bolestivý puchýř. Brzy po něm se objeví bolestivé praskliny a červ se začne drát na svobodu. Postižený hledá úlevu od kyselinového popálení v chladivém jezírku a jakmile červ ucítí vodu, vyloučí do ní mléčnou tekutinu plnou tisíců larev, a celý kolotoč začne nanovo.

Vlasovce lze někdy odstranit i chirurgicky, ovšem po tisíciletí existovala pouze jediná účinná metoda – namotat červa na klacík a pomalu jej vytáhnout. Celý proces trvá mnoho útrpných týdnů i měsíců a nelze jej uspišit, protože pokud se červ přetrhne, může to mít ještě vážnější a bolestivější následky a někdy i smrt.

Vlasovec je nevíтанým soupeřem člověka již velmi dlouho. Byl nalezen například v egyptských mumiích a dokonce je mu připisována role „ohnivého plaza“, který trápil Izraelity během jejich čtyřiceti let putování pouští. Někteří odborníci se domnívají, že Aeskulapova hůl – had ovinutý kolem tyče – byla původně jednoduchou kresbou, jíž dávní lékaři dávali na vědomost, že nabízejí pomoc s vytažením červa.

Dnes již víme, jak vlasovec nutí své oběti spolupracovat na infikování dalších hostitelů, a tak se jej již téměř podařilo vyhubit. Bývalý americký prezident Jimmy Carter stál v čele dvě de-

setiletí trvající osvětové kampaně, která seznamovala obyvatele všech koutů světa s tím, jak se parazit rozmnožuje, a varovala nakažené i potenciální hostitele před podezřelými vodními plochami. Podle nadace Carter Center se výskyt infekce vlasovcem medinským snížil ze 3,5 milionu v roce 1986 na pouhých 10 674 v roce 2005. Protože jsme pochopili podstatu vztahu mezi vlasovcem a člověkem, můžeme se před ním chránit.

Pokud jste na naší procházce evoluční krajinou došli až sem, zřejmě už dobře chápete, jak vzájemně propojené je – inu vlastně všechno. Naše genetické uspořádání se přizpůsobuje tomu, v jakém prostředí a klimatu žijeme. Naše jídlo se naučilo reagovat na organismy, které se jím také živí, a my jsme se zase naučili reagovat na ně. Probrali jsme mechanismy, jimiž nás evoluce vybavila, abychom se mohli chránit proti infekčním chorobám, jako je malárie. Zatím jsme si však nevysvětlili, jak se všechny ty nemoci vyvíjejí společně s námi. No ovšem, i ony se vyvíjejí – přesně z téhož důvodu jako my. Když se to vezme kolem a kolem, všechny živé bytosti – bakterie, prvoci, lvi, tygři, medvědi nebo váš mladší bráška – mají v genech zakódovány dva příkazy: přežít a zplodit potomky.

Abychom skutečně porozuměli vztahu mezi lidmi a miliony mikrobů, kteří obývají tuto Zemi společně s námi, musíme se oprostít od představy, že všechny bakterie jsou špatné, všichni mikrobi jsou záškodníci, všechny viry jsou padouši, všichni... inu, jistě si rozumíme. Pravda je taková, že lidé se s těmito mikroskopickými organismy vyvíjejí pospolu a často ku vzájemnému prospěchu. Fungování našeho těla je přímým výsledkem mnoho milionů let trvající interakce mezi námi a původci infekčních chorob. Vše od našich smyslů přes náš zevnějšek až po chemické složení krve je postupně utvářeno evolučními adaptacemi na choroby. Dokonce i sexuální přitažlivost má

spojitost s nemocí. Proč je tělesný pach někoho, kdo se vám líbí, tak svůdný? Často je to známka toho, že objekt vaší touhy má odlišný imunitní systém, díky čemuž by byli vaši případní potomci odolnější než vy nebo váš partner.²

Nejsou to samozřejmě jen vnější organismy, kterým jsme se přizpůsobili (nebo kteří se přizpůsobili nám). Možná to nevíte, ale přestože jste dozajista nerozeslali žádné pozvánky, přímo ve vašem těle právě nyní probíhá učiněný galavečer mikrobů. Situace je dokonce natolik vážná, že pokud je vaše tělo večírek a vaše buňky hosté, jste v menšině ve vlastním domě. Dospělý člověk má až desetkrát více „cizích“ mikrobiálních buněk než těch savčích. Kdybyste je sesbírali na jednu hromadu, dostali byste více než 1 000 různých druhů mikrobů, kteří by vážili asi 1,5 kilogramu a sestávali z 10 až 100 bilionu jednotlivců. A pokud jde o genetický materiál, je jejich převaha ještě daleko výraznější. Mikrobi, kteří ve vás bydlí, společně vlastní stokrát víc genů, než z kolika sestává váš vlastní genom.³

Většina z nich se nachází v trávicím traktu a je klíčovou součástí naší tělesné biochemie. Střevní flóra vyrábí energii rozkládáním potravin, které bychom bez ní nestrávili, pomáhá s výcvikem našeho imunitního systému v oblasti identifikace a napadání škodlivých organismů, podporuje buněčný růst a dokonce nás i chrání proti záškodnickým bakteriím. Zažívací problémy, kterými spousta z nás trpí, když bere antibiotika, ve skutečnosti přímo souvisejí se ztrátou těchto našich bakteriálních pomocníků. Širokospektrální antibiotika jsou jako kobercové bombardování – zabíjejí vše, co jim stojí v cestě, a nečiní rozdíl mezi nepřáteli, spojenci nebo nevinnými civilisty. Proto řada lékařů doporučuje jíst společně s antibiotiky také jogurt, jelikož bakterie v něm obsažené jsou přátelské (probiotické) a mohou dočasně „zaskočit“ v zažívacím traktu za běžnou střevní flóru, dokud se tato nevrátí na normální úroveň.

Ovšem ne všechny bakterie, které ve vás bydlí, jsou přátelské. Právě nyní možná poskytujete přístřeší druhům jako *Neisseria meningitidis*, *Staphylococcus aureus* a *Streptococcus pneumoniae*, které způsobují meningitidu, syndrom toxického šoku a pneumonii, v tomto pořadí. Naštěstí si miliony mikroskopických spojenců ve vašich střevech předsevzaly, že vám s těmito zločinci pomohou bojovat.

Prostřednictvím takzvaného bariérového efektu ovládají kolonie střevní flóry dostupné zdroje, čímž brání nebezpečným bakteriím v přemnožení. Prospěšné bakterie spolupracují s naším tělem ve snaze nepřipustit, aby ty škodlivé získaly v této věčné válce navrch. Někteří lékaři doporučují těhotným ženám náchylným ke kvasinkové infekci, neboli kandidóze, pravidelně konzumovat probiotika, ať už v jogurtu, nebo potravinových doplňcích, která stejně jako v zažívacím traktu napodobují bariérový efekt, v tomto případě coby prostředek ochrany proti vaginální kandidóze. Jeden z důvodů, proč jsou probiotika přátelská, souvisí s jejich hladem po kovech. Pamatujete si ještě, že téměř všechny formy života na Zemi potřebují železo? Jednou z čestných výjimek je také jedno z nejběžnějších probiotik, bakterie *Lactobacillus*, která raději kobalt a magnezium, což znamená, že vaše železo ji pranic nezajímá.

Váš zažívací trakt je učiněnou džunglí, kde o přežití soupeří stovky druhů bakterií, z nichž většina s vámi spolupracuje, ale některé jsou připraveny vám uškodit, sotva dostanou příležitost. Pokud je vztah mezi organismem a jeho hostitelem vzájemně prospěšný – což obecně platí třeba právě pro lidi a střevní bakterie – říká se mu vztah symbiotický. Často je tomu samozřejmě naopak. Kupříkladu takový vlasovec medinský je ryzí parazit, sobecky tyje ze svého hostitele, aniž by cokoli nabízel na oplátku, a velmi mu přitom škodí. A když jeho oběť pocítí přirozenou potřebu ponořit boláky, které vlasovec způ-

sobuje, do chladivé vody, je jím vlastně manipulována – jde o specifický jev, kdy parazit nutí svého hostitele k takovému chování, které napomáhá jeho reprodukci a přežití.

Studiem těch nejextrémnějších manipulačních technik v přírodě můžeme lépe porozumět tomu, jak parazité ovlivňují naše chování. A tak než budeme pokračovat v problematice vztahu mezi lidmi, mikroby a jejich vzájemnou evolucí, vydáme se na výpravu do džungle, kde dnes a denně probíhá opravdová *Invaze uchvatitelů těl*, či přinejmenším těch pavoučích.

Plesiometa argyra je pavouk čeledi křížákovitých, jehož domovem je Střední Amerika. Křížákovití jsou početnou skupinou, do níž spadá víc než 2 500 druhů po celém světě, známých díky svým charakteristickým kolovým sítím. Ten, který nás zajímá nejvíce – společně s jeho parazitickou družkou, vosou druhu *Hymenopimecis argyraphaga* – je předmětem důkladné studie biologa Williama Eberharda. A protože tito tvorové mají jen latinská jména, řekněme pavoukovi třeba thén z Cawdoru a vosu lady Macbeth.⁴

Cawdor si šťastně žije v kostarické džungli, tká si své kolové sítě a loví do nich kořist, kterou pak zaplétá do kokonů pro pozdější požití. Jednoho dne však, kde se vzala, tu se vzala, přiletí lady Macbeth a bodne jej. Cawdor je paralyzovaný a nemůže se ani hnout. Vosa mu mezitím do břicha naklade vajíčko. Deset až patnáct minut poté – když paralýza odezní – se Cawdor vzpamatuje a vrátí se ke své obvyklé práci, nevěda, že od chvíle, kdy na něj lady Macbeth poprvé popatřila, byl jeho osud zpečetěn, stejně jako osud jeho jmenovce ve slavné Shakespearově hře. Z vajíčka v jeho břiše se brzy vyklubou larva – řekněme jí malá Macbeth – která si v nebohém pavoukovi vyhrýže místo a začne se sytit jeho krví. Několik dalších dní se tak na něm přizívuje, zatímco on si dál v blažené nevědomosti sprádá své sítě.

Když je malá Macbeth hotova se zakuklit a započít poslední fázi své transformace na dospělého jedince, vpíchne starému Cawdorovi chemické látky, které naprosto změní jeho chování a učiní z něj jejího otroka. Namísto tkaní kolových pavučin začne chodit tam a zpět po několika stejných vláknech – tutéž trasu projde zhruba čtyřicetkrát a upřede přitom speciální síť, která bude chránit kokon larvy. A pak, okolo půlnoci (matka příroda má vskutku cit pro drama), se pavouk usadí uprostřed a přestane se hýbat. Teď už je to jen na malé Macbeth.

Larva nehybného pavouka zabije a prakticky ho vycucá dochucha. Když se nasytí, odhodí prázdnou slupku na vlhkou zem džungle. Další noci si okolo sebe upřede kokon, ten pověsí na zesílená Cawdorova vlákna a vstoupí do poslední fáze svého růstu. Asi týden a půl nato se z kokonu vynoří dospělá vos.

Odborníci dosud neví jistě, jak přesně larva ovládne běžné, instinktivní chování svého hostitele. Aby bylo jasno, pavouk se nechová nějak zásadně jinak – kroky, které při stavbě speciální „kokonové pavučiny“ opakuje, jsou vlastně jen první dva kroky celkem pětifázového procesu předení běžné sítě. On je pouze provádí zas a znovu, jako nějaký zaseknutý gramofon. Dr. Eberhard říká: „Larva nějakým způsobem biochemicky ovládá nervovou soustavu pavouka tak, aby opakovaně vykonával jen jednu malou část svého programu a ostatní části ignoroval.“⁵

Z výzkumu dr. Eberharda rovněž vyplývá, že ať už je to s látkou, kterou larva svému hostiteli vstříkne, jakkoli, funguje rychle a její účinek trvá poměrně dlouho. Když je parazit při laboratorních testech vyjmut z hostitele *poté*, co pavouk začne spřádat kokonovou pavučinu, ale *předtím*, než ji dokončí (tedy *poté*, co jej larva ovládla, ale *předtím*, než jej zabije), spřádá náš muchožravý přítel speciální síť několik dní, než se vrátí k normálnímu chování.

Příroda se příklady manipulace hostitele přímo hemží. Všechny mají podle očekávání jedno společné – kritickou fázi procesu reprodukce parazita. V mnoha případech ji lze zjednodušit na otázku „jak se dostanu ze současného hostitele na toho budoucího?“. Než se vrátíme k parazitům, kteří manipulují lidmi, podívejme se blíže na jednoho, který musí čelit obzvláště zapeklým přepravním potížím.

Dicrocoelium dentriticum je droboučný červ, který žije v játrech ovcí a skotu a je znám rovněž jako motolice kopinatá.⁶ Kdybyste vy žili se svou rodinou v ovci a nechtěli jste zemřít na jatkách společně se svým hostitelem, museli byste vymyslet způsob, jak se s dětmi včas přesunout do vnitřností jiné ovce. A tak vajíčka, která dospělá motolice naklade, přejdou z hostitele do hnoje, kde klidně leží a čekají, dokud nepřileze hladový slimák a společně s hnojem je nepozře. Jakmile se vajíčka ocitnou ve slimákově, vyklubou se z nich malé motolice, které jsou pak vyloučeny ve slizu ven. Sliz je zase náramnou pochoutkou pro mravence, a tak si motolice „stopnou“ dalšího hostitele. Do cíle jim však stále zbývá dlouhá cesta. Zkuste se zamyslet – vezete se v mravenci, ale potřebujete se dostat do ovce; co uděláte?

Inu, probíhá to následovně – jak paraziti v mravenci dospívají, přesune se jeden z nich mravenci do mozku, odkud jej začne ovládat. Hostitelský mravenec se najednou začne chovat zcela netradičně. Každé noci se vyplíží ze svého mraveniště, najde si pěkně rostlé stéblo trávy a vyleze na vršek, kde trpělivě čeká, až jej sežere ovce. Když se mu jeho sebevražedné přání nesplní, vrátí se ráno do mraveniště a další noci zopakuje pokus znovu. Když jej pasoucí se ovce nakonec sežere, přestěhují se motolice z trávicího traktu nového hostitele do jater a celý cyklus začne nanovo.

Parazitický strunovec *Spinochordodes tellinii* dospívá v těle kobyly lučních obývajících jižní Francii. Jde o dalšího červa, který – jako návštěva, která se nemá k odchodu – nakonec dožene svého hostitele k sebevraždě. Jakmile larva strunovce dospěje, vyloučí speciální protein, který přinutí nešťastnou francouzskou kobylku vyhledat nejbližší rybník či jezero a skočit do něj, jako opilý námořník v Marseille, který zapomněl, že neumí plavat. A zatímco se kobylka pomalu topí, červ vyklouzne ven a vydá se hledat svou pravou lásku, s níž by se mohl spářit.⁷

Červi a brouci však nejsou jedinými organismy, kteří dokážou ovládat svého hostitele. Viry a bakterie se tomuto umění věnují prakticky neustále. Virus vztekliny je zajímavým příkladem parazitické manipulace na několika úrovních. Nejprve se usadí ve slinných žlázách svého hostitele, kterému se pak těžko polyká. Proto jde nakaženým zvířatům od huby pěna – nemohou totiž polykat své vzteklinou prosycené sliny. V této fázi však již virus pravděpodobně nakazil i mozek hostitele, kde jej chemickou cestou dráždí k větší a větší agresivitě a dezorientaci. Když je zvíře podrážděné a dezorientované, začne kousat. A hemží-li se jeho sliny virem vztekliny, je jeho kousnutí nakažlivé. Zuřivé chňapnutí plus infikované sliny rovná se nový hostitel a tedy splnění příkazu přežití a reprodukce viru. Znamé rčení „pěna u pusy“ není jediným příspěvkem k lidové kultuře, který má původ ve vzteklině. Je velmi pravděpodobné, že dávná očitá svědectví tohoto viru v akci přivedla na svět také legendu o vlkodlacích, kteří dokážou jediným kousnutím proměnit svou oběť ve svého kolegu.⁸

Zotročení pavouci a sebevraždné kobylky jsou těmi nejkrajnějšími příklady parazitické manipulace. Janice Moorová, profesorka biologie na Coloradské státní univerzitě podotýká, že v některých případech, že se nakažený hostitel promění v prakticky zcela jiného tvora:

Mnohdy se parazitem postižení živočichové v porovnání se svými nenakaženými protějšky natolik promění, že se stávají funkčními ekvivalenty zcela jiného živočišného druhu.⁹

Na druhé straně jsou mnohé typy parazitických manipulací méně dramatické a dokonce budí zdání normalnosti. Uvědomme si, že kupříkladu v případě křížáka a vosí larvy tomu není tak, že by larva pavouka ovládla úplně. Spíše jej prostřednictvím chemické manipulace donutí chovat se způsobem, který více vyhovuje jí než jejímu hostiteli. Pavouk je však dále naživu a víceméně svobodný. Ony první dva kroky procesu tkaní pavučiny jsou koneckonců jeho vlastní, nikoli nějakého cizopasníka. Podobně je tomu v situaci, kdy lidé nakažení vlasovcem ponoří ruce do chladného jezírka, aby ulevili pálivé bolesti – vlasovec pochopitelně neovládá přímo jejich vůli, nýbrž je pouze stimuluje k takovému chování, které mu pomůže přežít a rozmnožit se.

My lidé jsme naštěstí mnohem chytřejší než pavouci. Čím lépe rozumíme tomu, jak parazité manipulují svými hostiteli, zejména pokud jsou těmi hostiteli lidé, tím lépe se jim dokážeme bránit. Někdy je nejúčinnějším řešením jednoduše vymýtit chování, na něž parazit spoléhá, jako se to stalo v případě vlasovce. Jindy, jak si povíme, však umíme nasměrovat evoluci parazita přátelštějším, či alespoň méně škodlivým, směrem. V evolučních záznamech o tom ostatně existuje dostatek důkazů. Jen si vzpomeňte na všechny ty bakterie, které vám v žaludku pomáhají strávit ten obří zmrzlinový pohár, který si teď tak vychutnáte.

Toxoplasma gondii je parazit, který umí infikovat prakticky všechny teplokrevné živočichy, ovšem pouze v kočkách je schopen reprodukovat se způsobem, který zajistí jeho další přežití.¹⁰