

## 8. Hypotéza somatických markem

### Jak uvažujeme a rozhodujeme se

Téměř nikdy nepřemýšlíme o přítomném, a pokud ano, jen proto, abychom viděli, jaké světlo vrhá na naše plány do budoucna.<sup>1</sup> Z těchto Pascalových slov člověk snadno vyčte, jak vnímavý byl vůči zdánlivé neexistenci přítomnosti, kterou právě prožíváme, jak využíváme minulost k plánování budoucnosti, ať už blízké nebo vzdálené. Tento vše pohlcující nekonečný proces tvoření je podstatou veškerého uvažování a rozhodování. Tato kapitola postihuje jen zlomek jejich možné neurobiologické opory.

Pro přesnost uvedme, že smyslem uvažování je rozhodování a podstatou rozhodování je výběr možností reakce, tedy výběr mimoslovního jednání, slov, vět či jejich kombinace z mnoha v dané chvíli možných v určité situaci. Uvažování a rozhodování jsou navzájem natolik propletené, že je často zaměňujeme. Phillip Johnson-Laird postihl jejich pevné propojení výrokem: „K rozhodnutí je třeba posouzení, k posouzení je třeba uvažování a k uvažování je třeba rozhodnutí (o čem uvažovat).“<sup>2</sup>

- & Pod pojmy „uvažování“ a „rozhodování“ obvykle spadá, že ten, kdo rozhoduje, má znalosti (a) o situaci, v níž se má rozhodnout, (b) o různých možnostech jednání (reakcí) a (c) o následcích každé z těchto možností (výsledcích) okamžitě a v budoucnu. Znalosti, uložené v paměti ve formě dispozičních reprezentací, mohou být vědomí zprostředkovány jak v mimořechené, tak v řečové verzi, a to v podstatě najednou.
- C Pojmy „uvažování“ a „rozhodování“ rovněž obvykle naznačují, že ten, kdo se rozhoduje, má k dispozici jistou logickou strategii produkce platných hypotéz, na jejichž základě vybírá tu nejlepší reakci, a že k uvažování jsou nezbytné podpůrné procesy. K těm se nejčastěji řadí pozornost a pracovní paměť, ale ještě jsem nikdy neslyšel v této souvislosti o emocích či pocitech a téměř nikdy o mechanismech, jimiž se vytváří různorodý repertoár možností pro výběr.

Z toho všeho vyplývá, že ne všechny biologické procesy ústící do výběru reakce patří do složky uvažování a rozhodování, jak zde bylo popsáno. Vpomůžeme si následujícími příklady.

Prvím příkladem je pokles hladiny krevního cukru v krvi. Co se stane, když vám poklesne hladina krevního cukru a neurony v hypothalamu úbytek zjistí? Vznikne situace vyžadující akci. V dispozičních reprezentacích hypothalamu je zapsáno fyziologické „know-how“ a v neuronálním obvodu je zase „strategie“ výběru reakce, jež spočívá v nastolení pocitu hladu, který vás nakonec donutí něco pojmít. Celý proces ale nevyžaduje žádné viditelné znalosti, žádný jednoznačný výklad možností a následků ani žádný vědomý mechanismus vyvozování závěru až do bodu, kdy si uvědomíte, že máte hlad.

Druhou ilustrací je situace, v níž se člověk snaží odněkud rychle dostat, aby se vyhnul padajícímu předmětu. Řídicí se objekt potřebuje okamžité jednání. Člověk má na vybranou z několika možností jednání (uhnout, nebo neuhnout) a každá z nich má jiné důsledky. Ovšem k výběru reakce nevyužíváme ani vědomých (explicitních) znalostí, ani vědomé strategie uvažování. Potřebné znalosti byly vědomé kdysi, když jsme poprvé poznali, že nás padající předměty mohou zranit a že vyhnout se jim nebo je zastavit je lepší než se nechat praštit. Jak jsme rostli, udělaly zkušenosti s takovými situacemi z našeho mozku solidního protihráče s nejuvhodnější odpovědí po ruce. Dnes znamená „strategie“ výběru reakce aktivaci silného propojení mezi podnětem a reakcí, takže reakce nastává *automaticky* a *rychle*, bez snahy o uvažování, i když se o ně člověk může vědomě snažit.

Třetí ilustrace je souhrnem nejrůznějších příkladů rozdělených do dvou skupin. Do první spadá výběr povolání, rozhodování o výběru ženicha či nevěsty a přátel, rozhodování, zda letět letadlem, hrozí-li bouře, rozhodování, pro koho budu hlasovat nebo jak investuji své úspory, rozhodování, zda odpustím člověku, který mi ublížil, nebo - pokud jste náhodou guvernérem některého státu USA - zda udělit milost trestanci čekajícímu v cele smrti. U většiny lidí by další skupina příkladů rovněž zahrnovala třeba uvažování spojené s projekcí nového motoru, návrhem budovy či řešením matematického problému, skládáním hudby nebo psáním knihy, případně s rozhodováním, zda se návrh nového zákona shoduje, či je v rozporu s duchem nebo zněním dodatku k ústavě.

Všechny příklady u třetí ilustrace se spoléhají na domněle jasný proces vyvozování logických závěrů z přijatých premis, na proces dospívání ke spolehlivým závěrům, jež nám bez zátěže vášní umožňují vybrat

tu nejlepší dosažitelnou možnost, vedou k nejlepšímu dosažitelnému výsledku, a to i u nejhoršího představitelného problému. Proto není nijak těžké oddělit třetí ilustraci od prvních dvou. Ve všech příkladech uvedených v třetím příkladu jsou podněty složitější, možnosti reakcí jsou početnější, jejich jednotlivé výsledky mají více důsledků a výsledky jsou často rozdílné pro daný okamžik a do budoucna, čímž se nastolují konflikty mezi možnými výhodami a nevýhodami v různých časových rámcích. Složitost a nejistota se zdají být tak obrovské, že není snadné dobrat se spolehlivých odhadů. Neméně významné je, že velký počet z těch myriád možností a výsledků se musí objevit ve vědomí, aby je bylo možné použít. Pro konečný výběr reakce musí člověk zapojit uvažování, což znamená udržet si v mysli množství faktů, předvídat výsledky hypotetických činů a srovnávat je s okamžitými a dlouhodobými cíli, a to vše vyžaduje metodu, jeden určitý typ herního plánu z několika, jež jste si v minulosti nespočetněkrát nazkoušeli.

Vzhledem k zásadním rozdílům mezi třetím příkladem a prvními dvěma není nic divného na tom, že se lidé obecně domnívají, že mechanismy třetího příkladu a prvních dvou příkladů nemají mezi sebou žádnou souvislost, ani duševní, ani nervové, a jsou fakticky natolik odděleny, že Descartes umístil mechanismy třetího příkladu jako punc lidského ducha mimo tělo, zatímco druhé dva zůstaly uvnitř coby znamení zvířecích principů. Tak odděleny, že jeden reprezentuje jasné myšlení, schopnost dedukce a algoritmičnost, zatímco druhý doprovází temný a méně disciplinovaný život vášní.

Pokud se ovšem povaha příkladů ve třetí ilustraci výrazně liší od prvních dvou, pak rovněž uváděné příklady nemohou být stejného druhu. Pripustíme-li, že všechny v nejběžnějším smyslu toho slova vyžadují rozum, jsou osobě, která se rozhoduje, a jejímu společenskému prostředí některé bližší než jiné. Rozhodování, koho milovat a komu odpustit, výběr povolání či investice jsou bezprostřední osobní a společenské sféry; řešení Fermatova posledního teorému nebo prohlášení ústavnosti v legislativní záležitosti se od osobního jádra vzdalují (i když si lze představit výjimky). První z nich se okamžitě spojují s pojmy racionality a praktického rozumu, na druhé se spíše hodí obecný smysl rozumu, teoretický rozum nebo i čistý rozum.

Zajímavé na celé věci je, že přes zřejmé odlišnosti mezi příklady a přes jejich jasné členění podle sféry a úrovně složitosti může všemi procházet jediná červená nitka ve formě sdíleného neurobiologického jádra.

## Uvažování a rozhodování v osobním a společenském prostoru

Uvažovat a rozhodovat se může být obtížné, zejména pokud jde o záležitost osobního života a bezprostředního společenského kontextu. Existují dobré důvody se jimi zabývat odděleně. Ani výrazné poškození v oblasti osobního rozhodování nemusí ještě totiž provázet významné zhoršení v neosobní sféře, jak to potvrdil případ Phinease Gage, Elliota a dalších. V současné době zkoumáme, jak kompetentně jsou takoví pacienti schopni uvažovat, pokud se jejich premisy přímo netýkají, a jak dospívají k následným rozhodnutím. Možná že čím méně se problémy dotýkají jejich osobní a společenské existence, tím lépe je zvládají. Za druhé, posuzování lidského chování z hlediska zdravého rozumu podporuje podobnou disociaci ve schopnostech uvažování s ostřím na obou stranách. Všichni známe lidi, kteří se ve společenských situacích velmi dobře orientují, mají neomylný čich na výhody pro sebe a svou skupinu, ale mohou se projevit jako pořádní nešikoví, když jim svěříme neosobní a nespolečenský problém. Ale i opačný stav může být stejně katastrofický. Všichni také známe kreativní vědce a umělce, jejichž společenské cítění je ostudné a kteří sami sobě i ostatním svým chováním pravidelně škodí. Přímo ukázkovým příkladem je roztržitý profesor. V těchto odlišných osobnostních stylech se odráží přítomnost či nepřítomnost toho, čemu Howard Gardner říká „sociální inteligence“, nebo přítomnost a nepřítomnost jedné či druhé z mnohých inteligencí, jako je například „matematická“.<sup>3</sup>

Osobní a bezprostřední společenská sféra je těsně svázána s naším osudem a přináší nejvíce nejistot a složitostí. Dobře se rozhodovat v rámci této sféry znamená v podstatě vybírat reakci, která bude v konečném výsledku výhodná pro organismus z hlediska přežití a jeho kvality. Dobře se rozhodovat znamená rovněž rozhodovat se efektivně, zejména pokud hrajeme o čas, přinejmenším se rozhodovat v časovém rozpětí považovaném pro daný problém za patřičné.

Jsem si vědom toho, jak obtížné je definovat to, co je výhodné, a uvědomuji si, že určité výsledky mohou být výhodné pro určité jedince, ale ne už pro ostatní. Například být milionář nemusí být vždy dobré, totéž může platit, i pokud jde o výhry. Hodně záleží na souvislostech a na určeném cíli. Kdykoli nazývám rozhodnutí výhodným, mám na mysli základní osobní a společenský přínos, jako je přežití jedince a jeho druhu, bezpečí přístřeší, udržení fyzického a duševního zdraví, zaměstnání a finanční solventnost a dobré postavení v rámci společen-

ské skupiny. Nová mysl Gageovi ani Elliotovi získání těchto výhod už neumožňovala.

## Jak funguje racionalita

Podívejme se na situaci, která vyžaduje výběr. Představte si, že jste vlastníkem velké firmy a máte možnost se setkat (nebo se nesetkat) s potenciálním klientem, jenž vám může ve vašem podnikání významně prospět, ale je zavilým nepřítelem vašeho nejlepšího kamaráda, a možnost uzavřít (nebo neuzavřít) s ním určitou dohodu. Mozek normálního, inteligentního a vzdělaného dospělého člověka reaguje na situaci tak, že si rychle „přehrává“ scénáře možných reakcí a příslušných důsledků. Ve vědomí se nám nepromítá celý plynulý imaginární film, ale spíše řada odlesků klíčových momentek přeskakujících v rychlém sledu za sebou. Jednotlivé záběry mohou ukazovat setkání s potenciálním klientem, vašeho přítele, který zahlédl klienta ve vaší společnosti, ohrožení vašeho přátelství, či nesetkání se s klientem, ztrátu dobré obchodní příležitosti a zachránění cenného přátelství atd. Zdůrazňuji, že vaše mysl na počátku procesu uvažování není nepopsaným listem papíru, ale spíš listem popsaným roztodivnou sbírkou záběrů, stvořených na motivy situace, v níž se nacházíte, které vstupují a vzrušují vaše vědomí v příliš velkém bohatství, než byste byli schopni plně postihnout. I v takové karikatuře rozpoznáte stejné těžkosti, s nimiž se většinou setkáváme denně. Jak se dostat ze slepé uličky? Jak se vzhledem k vlastní mysli vypořádat s otázkami vyjádřenými záběry?

Existují minimálně dvě různé možnosti. První je odvozená z tradičního přesvědčení o „nadvládě rozumu“ při rozhodování, druhá z „hypotézy somatických markerů“.

Pohled z hlediska „nadvlády rozumu“, což není nic jiného než názor zdravého rozumu, předpokládá, že když stojíme na vrcholu svých rozhodovacích schopností, jsme pýchou a potěchou Platonovou, Descartesovou a Kantovou. Formální logika nám sama o sobě přinese nejlepší možné řešení jakéhokoli problému. Důležitým aspektem racionalistické koncepce je dosažení nejlepších výsledků, emoce je nutné ponechat stranou. Racionální procesy se musí oprostit od vášní.

Z hlediska nadvlády rozumu si probíráte jednotlivé scénáře jeden po druhém a v podstatě, řečeno dnešní manažerskou hantýrkou, u nich provádíte analýzu ztrát a zisků. S ohledem na „subjektivně očekávaný

užitek“, který chcete maximalizovat, logicky dovozujete, co je dobré a co špatné. Například zvažujete následky každé možnosti v různých obdobích, jak si je představujete v budoucnosti, a z nich vyplývající ztráty a zisky. Většina problémů má ve vašem komiksu více než dvě alternativy řešení, takže analýza vydedukovaných možností rozhodně není nic snadného. Uvědomte si ovšem, že ani problém se dvěma alternativami není jednoduchý. Získání klienta se může vyplatit okamžitě a ve významné míře i do budoucna. Těžko ovšem říct, jaký pro vás bude mít přínos, musíte tedy odhadnout jeho význam v čase a srovnávat jej s potenciálními ztrátami, k nimž se přidají i následky ztráty přátelství. Význam této ztráty se ovšem rovněž bude s časem měnit, a tak si musíte uvědomit její „odpisový“ poměr! V podstatě před sebou máte složitý výpočet, zasazený do různých imaginárních období a ztížený potřebou srovnávat výsledky rozdílné povahy, jež je potřeba nějak převést na společnou měnu, aby srovnání vůbec mělo nějaký smysl. Podstatná část výpočtu bude záviset na průběžné tvorbě dalších imaginárních scénářů, sestavených mimo jiné podle optických a akustických vzorů, a rovněž na neustálé produkci slovního vyprávění jako doprovodu ke scénářům, nezbytného pro udržení průběhu procesu logického vyvozování.

V tomto bodě bych rád dodal, že pokud máte ve svém rejstříku tuto < *jedinou* strategii, výše popsaná racionalita nebude fungovat. V nejlepším případě se budete rozhodovat nesnesitelně dlouho, déle, než si můžete dovolit, pokud máte přes den ještě stihnout něco jiného. A dojde-li k nejhoršímu, k rozhodnutí nikdy nedospějete, protože zabřednete do slepých uliček svých kalkulací. Proč? Protože nebude jednoduché udržet si v paměti všechny ty rozvahy zisků a ztrát, které potřebujete zvažovat při porovnávání. Vyjádření mezikroků, které jste zatím nechali stranou a teď budete muset vzít v úvahu, abyste je mohli převést do nějaké symbolické formy, v níž pokračujete se svými logickými vývody, vám prostě zmizí z paměťového seznamu. Ztratíte stopu. Pozornost a pracovní paměť mají omezenou kapacitu. Nakonec i když vaše mysl funguje normálně na bázi racionálních kalkulací, můžete dojít k nesprávnému výběru a litovat svého omylu nebo prostě s frustrací vzdát veškeré snažení.

Jak naznačují zkušenosti s pacienty Elliotova typu, strategie chladného rozumu, obhajovaná například Kantem, je typičtější spíše pro způsob rozhodování pacientů s poškozením prefrontálního laloku než pro normální fungování lidské bytosti. Přirozeně i zarytí racionalisté si polepší, vezmou-li si ku pomoci tužku a papír. Prostě si sepište všech-

ny možnosti a biliony možných scénářů a následků a tak dále. (Což je mimochodem přesně to, co Charles Darwin navrhoval jako doporučený postup, pokud si člověk chce vybrat správného partnera za účelem sňatku.) Nejdříve si ale obstarajte spoustu papíru a ořezávek a velký stůl, ale nepočítejte s tím, že někdo počká, než budete hotovi.

Musím ještě dodat, že omyly zdravého rozumu se netýkají jen otázky omezené kapacity paměti. I pokud nám tužka a papír uchovají nezbytná fakta na jednom místě, má strategie uvažování sama o sobě plno slabých stránek, což předvedl Amos Tversky a Daniel Kahneman.<sup>4</sup> Podle Stuarta Sutherlanda může být jednou z významných slabostí i ničivá lidská lhostejnost a chybné užívání teorie pravděpodobnosti a statistik.<sup>5</sup> Přesto se naše mozky často rozhodnou správně i v sekundách nebo minutách, v závislosti na časovém omezení, jež jsme si určili jako patřičné pro cíl, jehož chceme dosáhnout, a pokud jsou toho schopny, musí ten skvělý výkon podat na základě více než pouhého rozumu. Potřebujeme alternativní názor.

### Hypotéza somatických markerů

Projděme si znovu scénáře, které jsem tu načrtl. Jejich hlavní součástí se v naší mysli odvíjejí okamžitě, v hrubých obrysech a v podstatě najednou, a proto je tak těžké upřesnit detaily. A teď si představte, že předtím než na základě východisek začnete zpracovávat svou analýzu ztrát a zisků a než započnete s úvahami vedoucími k vyřešení problému, se stane něco důležitého. Jakmile vám v mysli byt' jen na okamžik bleskne možnost nepříznivého následku možné reakce, ozve se nepříjemný pocit v útrokách. Protože se pocit vztahuje k tělu, pojmenoval jsem tento jev technicky *somatický* stav (*soma* znamená řecky „tělo“), a protože označuje - čili markeruje - „obrázek“, nazval jsem jej *marker*.<sup>6</sup> Povšimněte si prosím, že užívám pojmu *somatický* v tom nejobecnějším smyslu slova (tedy související s tělem) a pokud hovořím o somatických markerech, zahrnuji v to jak tělesné, tak netělesné pocity.

Co *somatický marker* způsobuje? Upozorňuje na negativní dopad, který by určité jednání mohlo mít, a funguje jako automatický poplašný signál: Pozor, pokud si zvolíte postup vedoucí k těmto následkům, vystavujete se nebezpečí! Takový signál může způsobit, že špatný směr *okamžitě* zavrhnete a nadále budete vybírat pouze mezi dalšími alternativami. Automatizované varování vás bez dalších průtahů chrání před budoucími ztrátami a umožňuje vám si poté *vybírat z menšího počtu*

*i* *možností*. Stále ještě máte možnost uplatnit analýzu poměru vynaložených prostředků, výsledného zisku a vlastní dedukční schopnosti, ale teprve *poté*, co automaticky provedený krok výrazně zredukuje počet možných řešení. Somatické markery nemusí k normálnímu lidskému rozhodování postačovat, neboť v mnohých případech následuje proces zvažování a konečného výběru. Somatické markery pravděpodobně zvyšují přesnost a efektivitu rozhodovacího procesu, jejich absence naopak oboje omezuje. Tento významný rozdíl lze ovšem snadno přehlédnout. Naše hypotéza se nezabývá uvažováním a kroky následujícími po činnosti somatického markeru. Stručně řečeno - *somatický marker je specifickým případem pocitu vzniklého na základě sekundárních emocí*. Tyto emoce a pocity jsou učením propojeny s předpokládanými následky určitých scénářů jednání v budoucnu. Pokud se k určitému možnému následku pojí negativní somatický marker, funguje jejich kombinace jako výstražné znamení. V případě, že je příslušný somatický marker pozitivní, působí jako stimul.

Taková je tedy podstata hypotézy somatických markerů. Ovšem abyste ji pochopili v plné šíři, musíte číst ještě dále. Zjistíte, že somatické markery mohou někdy fungovat skrytě (aniž by zasáhly vědomí) a přicházet „jaTčoby“ oklikou.

Somatické markery za nás svobodně nerozhodují. Napomáhají svobodně vůli tím, že zvýrazní určité možnosti (ať už nebezpečné či příznivé) a rychle je vyloučí z dalších úvah. Představte si je třeba jako automatický systém vyhodnocování předpovědí, jenž - ať chcete nebo ne - vyhodnocuje extrémně odlišné scénáře vaší předpokládané budoucnosti. Nebo jako zařízení k vychylování z dráhy určitým směrem. Představte si třeba, že dostanete nabídku výrazně rizikové investice s nezvykle vysokým úrokem. Musíte se rozhodnout rychle, uprostřed mnoha dalších záležitostí rozptylujících pozornost. Jestliže myšlenku na investici provází negativní tělesný stav, pomůže vám tuto možnost zamítnout a povede k detailnější analýze jejich potenciálně zhoubných následků. Negativní pocit propojený s budoucností působí proti svůdným vyhlídkám na okamžitý velký zisk.

Výklad z hlediska somatických markerů se tedy slučuje s názorem, že efektivní osobní a společenské chování vyžaduje, aby si jednotlivci vytvářeli adekvátní „teorie“ o své vlastní mysli a o myslích ostatních lidí. Na základě těchto teorií pak lze předpokládat, jaké teorie si jiní zformulovali o naší mysli. Základem je pochopitelně přesnost a detailnost, neboť se pohybujeme v oblasti kritického rozhodování ve společenských situacích. Opět je nutné posoudit obrovské množství scénářů

jednání, a já tvrdím, že somatické markery (nebo něco jim podobného) usnadňují proces probírání takové masy podrobností - a ve své podstatě omezují nutnost třídění, protože automaticky nabídnou přijatelnější složky scénáře. Projevuje se zde jasně partnerství mezi takzvanými poznávacími procesy a procesy obvykle nazývanými „emocionální“.

Tento obecný výklad se rovněž vztahuje na výběrjednání, jehož okamžité následky jsou negativní, jenž však do budoucna bude přínosem. Příkladem je překonávání těžkostí *ted'*, abychom později dosáhli prospěchu. Abyste třeba zvrátili kolo osudu svého upadajícího podniku, musíte vy i vaši zaměstnanci ode dneška akceptovat snížení platů a zároveň výrazný nárůst pracovní doby. Okamžité vyhlídky nikoho nepotěší, ale myšlenka na pokrok do budoucna vytváří pozitivní somatický marker a ten překonává tendenci zamítnout dnes nepříjemnou alternativu. Tento pozitivní somatický marker, vyvolaný představou příznivých výsledků v budoucnosti, se musí stát základem pro překonání nepříjemností jako předešlé k potenciálně lepším věcem. Jak by se jinak člověk smířil s operacemi, během pro zdraví, středoškolskou docházkou a lékařskou fakultou? Prostě silou vůle, můžete namítnout, ale jak pak vysvětlit sílu vůle? Síla vůle vychází z toho, že odhadneme možnost prospěchu, a ten nemusí být správně uvážen, pokud pozornost není správně nasměrována jak na dnešní nepříjemnosti, tak na budoucí odměnu, tedy zároveň na utrpení *ted'* i na *budoucí* ocenění. Když nebudete brát v úvahu budoucnost, vaše silná vůle přijde o vítr z plachet. Síla vůle je prostě jen jiným pojmenováním myšlenky výběru spíše podle dlouhodobých cílů než podle krátkodobých.

## Na okraj o altruismu

A teď bychom rádi věděli, zda se předcházející vysvětlení vztahuje na většinu, nebo snad i všechna rozhodnutí obvykle zahrnovaná pod pojem altruistická, tedy taková, jako je obětování se rodičů pro děti nebo prostě jednoho člověka pro druhého, nebo jako činy, jež dříve dobří občané konali pro krále a vlast a jež stále konají zbylí hrdinové dnešní doby. Kromě zřejmého dobra, které altruisté přinášejí druhým, mohou zahrnout dobrem sami sebe ve formě pozitivního sebehodnocení, společenského uznání, veřejných poct a přízně, prestiže a možná i peněz. Vyhlídku na jakoukoli z těchto odměn může doprovázet duševní vytržení (jehož neuronální podstatu vidím jako pozitivní somatický mar-

ker) a to se nepochybně projeví v ještě úchvatnější extázi, když se vřelost promění v realitu. Altruistické chování svým provozovatelům svědčí ještě dalším a pro nás zajímavým způsobem. Chrání totiž altruisty od budoucí bolesti a utrpení způsobených ztrátou nebo hanbou z toho, že se *nechovali* altruisticky. Nejenže vás myšlenka na to, že když budete riskovat svůj život, zachráníte své dítě, naplní příjemným pocitem, zatímco myšlenka, že byste své dítě nezachránili a přišli o něj, ve vás vyvolá pocity daleko nepříjemnější než hrozící riziko. To znamená, že se rozhodujete mezi bezprostřední bolestí a odměnou v budoucnu a mezi bezprostřední bolestí a ještě horší bolestí v budoucnosti. (Svým způsobem srovnatelný je příklad podstupování rizika boje ve válce. V minulosti společnost oceňovala „morální“ války a oslavovala ty, kdo boj přežili, a pranýřovala a hanbila ty, kdo se ho odmítli zúčastnit.)

Znamená to snad, že pravý altruismus neexistuje? Je tento pohled na lidského ducha příliš cynický? Nemyslím. Jednak pravda o altruismu nebo o jemu podobném chování souvisí se vztahem mezi tím, čemu *vnitřně* věříme, co cítíme nebo zamýšlíme, a tím, co *navenek* za své přesvědčení, pocity nebo záměry považujeme. Pravda se nevztahuje na fyziologické příčiny, nutící nás věřit, cítit nebo zamýšlet něco určitým způsobem. Přesvědčení, pocity a záměry vznikají ve skutečnosti jako produkt mnoha faktorů zakořeněných v našich organismech a v kulturách, z nichž pocházíme, přestože tyto faktory mohou být slabé a my si jich nemusíme být vědomi. Pokud určité důvody z oblasti neurofyzologie či vzdělání způsobují, že někteří lidé budou spíše čestní a štedří, prosím. Jejich čestnost a obětavost nejsou proto o nic méně záslužnými. Navíc pochopení neurobiologických mechanismů jako příčiny určitých aspektů poznání a chování zdaleka nesnižuje hodnotu, krásu či důstojnost tohoto poznání či chování.

A přestože biologie a kultura naše uvažování často ovlivňují, ať už přímo či nepřímo, a může se zdát, že omezují osobní svobodu, musíme si uvědomit, že lidské bytosti mají *jistý* prostor pro tuto svobodu, pro volbu a samotné konání, jež může směřovat proti zřejmé podstatě biologie i kultury. Některé velkolepé pokroky lidstva vznikly právě zamítnutím toho, k čemu biologie či kultura lidi vede. Takové úspěchy jsou potvrzením nové úrovně bytí, kdy je člověk schopen vynalézat nové artefakty a razit si cestu vpřed více správnými způsoby existence. Za určitých okolností ovšem může být osvobození z biologických a kulturních pout charakteristickým projevem bláznovství a může žít myšlenky a činy duševně chorých.

## Původ somatických markerů

Jaký je z neurologického hlediska původ somatických markerů? Jak jsme k tak užitečným prostředkům přišli? Narodili jsme se s nimi? A pokud ne, jak vznikly?

Narodili jsme se s nervovou výzbrojí, jejímž úkolem je vyvolávat somatické stavy jako reakci na určité typy podnětů, tedy se soustrojím primárních emocí. Taková mašinerie je vnitřně přizpůsobená k vytváření signálů ohledně osobního a společenského chování a zahrnuje dispozici párovat na vstupu velký počet společenských situací s proměnlivými somatickými markery. S tímto pohledem korespondují určité výsledky u normálních lidských bytostí stejně jako důkazy složitých vzorců společenského chápání u dalších savců a u ptáků.<sup>6</sup> Přesto většina somatických markerů, které se uplatňují v našem racionálním rozhodování, pravděpodobně vznikla v našich mozcích v průběhu procesu učení a zespolenštění, kdy se určité druhy podnětů propojily s určitými druhy tělesných stavů. Jsou tedy založeny na procesu sekundárních emocí.

Rozvoj přizpůsobivých somatických markerů vyžaduje normální mozek i kulturu. Pokud je na počátku *bud'* mozek, nebo kultura defektní, nebudou hrát somatické markery pravděpodobně adaptivní roli, jak nám to dosvědčují někteří pacienti trpící stavem nazývaným vývodová sociopatie nebo psychopatie.

Vývojové sociopaty a psychopaty dobře známe z titulků zpráv. Kradou, znásilňují, zabíjejí, lžou. A často to bývají lidé velmi schopní. Jejich emoční práh, pokud se vůbec nějaký projeví, leží tak vysoko, že se zdají být nevzrušení, a podle vlastních popisů jsou necitelní a lhostejní. Jsou zosobněním té chladné hlavy, o níž nám vždycky říkali, že si máme zachovat, chceme-li se správně rozhodnout. Chladnokrevně a k viditelné škodě všech zúčastněných včetně sebe sama sociopati své zločiny často opakují. V podstatě jsou dalším příkladem patologického stavu, ve kterém se rozklad racionality spojuje s úbytkem nebo úplnou absencí citu. Je jistě možné, že vývojová sociopatie vzniká z dysfunkcí téhož celkového systému, jenž se poškodil v Gageově případě, a to na korové nebo podkorové úrovni. Poruchy vývojové sociopatie se ovšem neobjevují následkem hrubého makroskopického poškození v dospělosti, ale pocházejí spíše z abnormálních spojů a abnormálních chemických signálů majících svůj počátek v raných vývojových stadiích. Pochopení neurobiologického základu sociopatie by mohlo vést k její prevenci či léčbě. Pomohlo by nám rovněž pochopit, nakolik společenské faktory spolupůsobí s biologickými faktory při zhoršo-

vání stavu, nakolik ovlivňují jeho frekvenci, nebo dokonce objasnit stavy, jež se mohou projevovat podobně, ale závisejí především na společensko-kulturních faktorech.

Pokud se v dospělosti zničí neuronální soukolí, jehož úkolem je právě výdvj a rozvinutí somatických markerů, jako tomu bylo u Gage, nástroje somatických markerů přestanou fungovat správně, přestože do té doby bylo vše v pořádku. Termínem „získaná“ sociopatie (způsob projevu u pacientů se získanou sociopatií lze přirovnat k „naučení se“ těsnopisu) označují část chování těchto pacientů, přestože moji pacienti se od vývojových sociopatů v několika ohledech liší, významně například v tom, že bývají jen zřídkakdy nebezpeční.

Vliv „zvráceného kulturního prostředí“ na normální *dospělý* systém uvažování se zdá být méně drastický než následky zničení určité oblasti mozku pro týž normální dospělý systém. Přesto existují i důkazy o opaku. V Německu či Sovětském svazu let třicátých a čtyřicátých, v Číně při kulturní revoluci a v Kambodži za Pol Potová režimu, abych zmínil pouze ty nejznámější případy, převážila zvrácená kultura nad tím, co bychom nazvali normálními mechanismy uvažování, a vedla ke katastrofickým následkům. Obávám se, že dokonce v mnohých složkách západní společnosti bychom postupně našli další tragické příklady.

Somatické markery se tedy formují na základě zkušenosti, ovládný vnitřním systémem preferencí, a pod vlivem souborů vnějších okolností, zahrnujících nejen bytosti a události, na něž organismus musí reagovat, ale i společenské konvence a etická pravidla.

Neuronálním základem vnitřního systému preferencí jsou především vrozené regulační dispozice, jejichž smyslem je zajistit přežití organismu. Dosažení přežití splývá s nikdy nekončícím snižováním počtu nepříjemných tělesných stavů a dosažením homeostáze, tj. funkčně vyvážených biologických stavů. Vnitřní preferenční systém je nasměrován k vyhýbání se bolesti, k vyhledávání potenciálního potěšení a pravděpodobně je přednastaven k dosahování těchto cílů v různých společenských situacích.

Vnější soubor okolností zahrnuje bytosti, fyzické životní prostředí a události, ve vztahu k nimž jednotlivec musí jednat, možné alternativy jednání, možné budoucí následky takového jednání a trest nebo odměnu, jež provází určitou alternativu, a to jak bezprostředně, tak i v určitém časovém horizontu, jako promítnutí výsledku zvoleného jednání. V raných stadiích vývoje patří odměna a trest nejen jedincům samotným, ale rovněž rodičům a dalším starším osobám či vrstevní-

kům, kteří většinou ztělesňují společenské konvence a etiku kultury, k níž organismus náleží. Interakce mezi vnitřním preferenčním systémem a souborem vnějších okolností rozšiřují repertoár podnětů, jež se automaticky přiřazují k markerům.

Nejdůležitější a formující soubor podnětů k somatickému „párování“ bezpochyby získáváme v dětství a dospívání. Přiřazování somatických markerů k podnětům se ovšem zastaví, když se zastaví sám život, a proto je správné nahlížet na přiřazování jako na proces neustálého učení.

Na neuronální úrovni závisí somatické markery na učení v rámci systému, jenž dokáže spojit určité kategorie bytostí či událostí se vznikem tělesného stavu, ať už příjemného či nepříjemného. Mimochodem, neměli bychom pomíjet význam odměny a trestu při vytváření společenských vazeb. Nedostatek odměny se může stát trestem a být nepříjemný, zatímco absence trestu se může stát odměnou a být celkem příjemná. Rozhodujícím prvkem je typ tělesného stavu a pocitu vyvolaného u jednotlivce v určité situaci, v určitém momentu jeho života.

Pokud po výběru možnosti X, jež vede ke špatnému výsledku Y, následuje trest, a tudíž nepříjemný tělesný stav, vytváří se v systému somatických markerů dispoziční reprezentace tohoto ze zkušenosti vyplývajícího, nedědičného a arbitrárního spojení. Dostane-li se organismus znovu k možnosti X nebo si vybaví myšlenku na výsledek Y, bude mít schopnost znovu si přehrát bolestivý tělesný pocit a automaticky si tak připomenout nadcházející nepříjemnosti. Jde samozřejmě o zjednodušení, zachycuje však mé chápání základních procesů. Jak vysvětlím později, somatické markery mohou fungovat skrytě (nemusí být vnímány vědomím) a kromě signalizace „Nebezpečí!“ nebo „Jdi do toho!“ mohou hrát další významné role.

### Neuronální síť pro somatické markery

Nejvýznamnější nervový systém zajišťující příjem somatických markerů se nachází v nejpřednějších částech čelní mozkové kůry, kde velkou částí koexistuje se systémem nezbytným pro sekundární emoce. Neuroanatomická pozice v prefrontální kůře je k tomu účelu ideální hned z několika důvodů.

Za prvé se do prefrontální kůry dostávají signály ze všech senzoric-  
kých oblastí, v nichž se formují „obrazy“ vytvářející naše myšlenky, včetně somatosenzorické kůry, ve které jsou průběžně zastoupeny mi-

nulé i současné tělesné stavy. Ať už signály vycházejí z vjemů vztahujících se k okolnímu světu či z našich úvah o něm, nebo z dění ve vlastním těle, dostanou se nakonec do prefrontální kůry. A to do všech jejích oddělených částí, neboť rozrůzněné části čelní kůry jsou v rámci čelního laloku vzájemně propojeny. Prefrontální kůra tedy obsahuje některé z mála mozkových okrků zasvěcených do signálů v podstatě o jakékoli činnosti probíhající v mysli či těle bytosti v kterémkoli daném čase.<sup>7</sup> (Prefrontální kůra není jediným odposlouchávacím stanovištěm; dalším je entorhinální kůra, brána k hipokampu.)

Za druhé dostává prefrontální kůra signály z několika bioregulačních částí lidského mozku - z jader produkujících nervové přenašeče v mozkovém kmeni (například těch, co uvolňují dopamin, noradrenalin a serotonin), z jader bazálního předního mozku (ta uvolňují acetylcholin), z amygdaly, přední cingulární kůry a hypothalamu. Podle tohoto uspořádání by se dalo říct, že se do prefrontální kůry sbíhají zprávy z celého úřadu pro standardizaci a měření. Vrozené preference organismu, zabezpečující jeho přežití - jeho systém biologických hodnot, abych tak řekl -, se těmito signály přenášejí do prefrontální kůry a stávají se tak součástí a úhelným kamenem uvažovacího a rozhodovacího aparátu.

Prefrontální oblasti zaujímají mezi dalšími mozkovými systémy opravdu privilegované postavení. Jejich kůra dostává signály o už existujících i nových faktických poznacích o vnějším světě, o vrozených preferencích biologické regulace a o minulých i současných tělesných stavech, které poznatky a preference neustále mění. Není se co divit, že se tolik zabývají tématem, k němuž se ještě dostaneme - kategorizací našich životních zkušeností podle mnoha nahodilých dimenzí.

Za třetí - prefrontální kůra sama je nositelkou kategorizace situací, do nichž se organismus dostal, nositelkou klasifikace nahodilostí našich zážitků. Znamená to, že prefrontální síť zakládají dispoziční reprezentace určitých kombinací věcí a událostí podle individuální zkušenosti jednotlivce v závislosti na osobním významu těchto věcí a událostí. Hned to vysvětlím. Pokud jste se v životě setkali například s určitým typem příjemné, ale autoritářské osoby, mohli jste se dostat do situace, v níž jste se cítili poníženi, nebo naopak posílení; jmenování do vůdčí pozice z vás mohlo dostat to nejlepší, nebo to nejhorší; pobyt na venkově ve vás mohl vyvolat melancholii, zatímco oceán vás mohl přetavit v nenapravitelného romantika. Vaši sousedé odvedle ovšem mohli mít ve všech případech zkušenost opačnou, nebo alespoň odlišnou od vaší. Proto má smysl hovořit o *nahodilosti*; je to zcela vaše věc, závislá na vaší zkušenosti, odvíjející se od událostí, lišících se člověk od člově-

ka. Zkušenosti, které vy, váš soused a já máme s klikami od dveří či násadami od koštěte, mohou být méně nahodilé, neboť z velké části se struktura a fungování této kategorie věcí příliš neliší a dá se předvídat.

Zóny sbližování umístěné v prefrontální kůře jsou tedy skladištěm dispozičních reprezentací našich zhruba kategorizovaných a jedinečných životních zkušeností. Pomysleli-li na svatbu, odemknou prefrontální dispoziční reprezentace takovou kategorii a ve vaší představivosti dokážou vybavit několik svatebních scén. (Nezapomínejte, že z neuronálního hlediska neprobíhá vybavování v prefrontální kůře, ale v nejrůznějších senzoryckých kůrách, kde se mohou formovat topograficky organizované reprezentace.) Pokud se vás zeptám na židovské či katolické svatby, znovu si možná vytvoříte příslušnou sadu kategorizovaných představ a zhmotníte si jeden či druhý typ svatby. Nadto mi možná budete schopni říct, zda se vám svatby líbí či ne, jaké se vám líbí nejvíce apod.

Celá prefrontální oblast se nejspíše zabývá kategorizací nahodilosti z perspektivy osobního významu. Práce Brendy Milnerové, Michaela Petridese a Joaquina Fustera to prvně prokázala u dorzolaterální části prefrontální kůry.<sup>8</sup> Mé laboratorní závěry jejich pozorování nejen podporují, ale i naznačují, že další struktury čelního laloku v oblasti čelního pólu a ve ventromediální (spodní a vnitřní) oblasti hrají v procesu kategorizace roli neméně významnou.

Roztřídně nahodilosti slouží jako základna produkce bohatých scénářů o budoucích výsledcích, potřebných k tvorbě předpovědí a k plánování. Ve svém uvažování bereme v potaz cíle i časový rámec jejich splnění, a máme-li si předem vybavit průběh a výsledek scénářů vztahujících se ke specifickým cílům ve správných časových horizontech, potřebujeme celé bohatství individuálně utříděných poznatků.

Je pravděpodobné, že nejrůznější znalostní domény sídlí v rozdílných částech prefrontální kůry. Bioregulační a společenské domény se zřejmě váží k systémům ve ventromediální části, zatímco systémy v dorzolaterální oblasti mají zřejmě co do činění s doménami shrnujícími poznatky o vnějším světě (o předmětech a lidech, o jejich jednání v časoprostoru, o jazyku, matematice, hudbě).

Čtvrtým důvodem, pro něž je prefrontální kůra ideálním místem pro uvažování a rozhodování, je to, že má přímé spojení na každou třídu motorických a chemických reakcí mozku. Dorzolaterální a vrchní mediální sektor aktivují premotorickou kůru a navazují spojení s primární motorickou kůrou (M1), suplementární motorickou oblastí (M2) a třetí motorickou oblastí (M3).<sup>9</sup> Prefrontální kůra má dobré spojení

i s podkorovým motorickým ústrojím bazálních ganglií. Jak poprvé předvedl neuroanatom Walle Nauta, vysílá ventromediální prefrontální kůra v neposlední řadě signály k efektorům autonomního nervového systému a dokáže zorganizovat chemické odpovědi hypothalamu a mozkového kmene vázané na emoce. Nešlo o náhodný objev. Nauta jako výjimka mezi neurology připisoval v poznávacím procesu velký význam informaci z vnitřností. Podle něj se prefrontální kůra, a především její ventromediální oblasti ideálně hodí pro získání třicestné vazby mezi signály, které se týkají určitých druhů situací - nejrůznějších typů a významů tělesných stavů, spojovaných s určitými druhy situací v jedinečné osobní zkušenosti, a projevů uvedených tělesných stavů. Ve ventromediální prefrontální kůře se harmonicky propojují přízemí i patro.

### Somatické markery na jevišti těla, či na jevišti mozku?

Z předcházejícího výkladu o fyziologii emocí byste neměli očekávat jediný mechanismus procesu somatických markerů, ale hned dva. Podle povahy základního mechanismu je tělo motivováno prefrontální kůrou a amygdalou k získání určitého průřezového stavu, jehož výsledek je následně signalizován somatosenzorické kůře, zpracován a dán na vědomí. Při alternativním fungování se tělo obejde a prefrontální kůra a amygdala pouze přikáže somatosenzorické kůře, aby přijala určitý vzorec jednání, jakého by nabyla, kdyby se tělo nacházelo v požadovaném stavu a vysílalo podle toho signály. Somatosenzorická kůra funguje, jako kdyby dostávala signály o určitém tělesném stavu, a přestože tento vzorec „kvazičinnosti“ nemůže být do detailu stejný jako jednání vyvolané faktickým tělesným stavem, je stále schopen ovlivňovat rozhodování.

„Kvazimechanismy“ jsou produktem vývoje. Je pravděpodobné, že jak jsme byli „seřizováni“ v dětství a dospívání, bylo naše rozhodování většinou utvářeno somatickými stavy se vztahem k odměně a trestu. Ovšem když jsme dospěli a opakované situace se zařadily do kategorií, potřeba spoléhat se na tělesné stavy při každém stupni rozhodování se snížila a vytvořila se další úroveň ekonomické automatizace. Rozhodovací strategie začaly zčásti záviset na „symbolech“ somatických stavů. Do jaké míry jsme spíše závislí na takových „kvazisympolech“ než na realitě, je významnou empirickou otázkou. Věřím, že tato závislost se výrazně liší člověk od člověka a téma od tématu. Fungování přes



symboly může být buď výhodné, či zhoubné - v závislosti na předmětu a na okolnostech.

### Somatické markery zjevné a skryté

Somatický marker nemá jen jedno pole působnosti, ale dvě. První se projevuje pomocí vědomí, druhé mimo vědomí. Ať už jsou tělesné stavy reálné či zástupné („kvazi“), odpovídající nervové schéma se může stát vědomým a vytvořit pocit. Ovšem přestože mnoho důležitých rozhodnutí pocitu zahrnuje, celá řada našich každodenních rozhodování zřejmě probíhá bez pocitů. To neznamená, že by nedocházelo k vyhodnocení, normálně vedoucímu k určitému tělesnému stavu, nebo že by se tělesný stav či jeho zástupný tvar procesu neúčastnil, nebo že by se neaktivovalo soukolí regulačních dispozic, představující základ celého procesu. Signální tělesný stav nebo jeho zástupce zcela prostě mohl být aktivován, ale nedostal se do centra pozornosti. Bez té se nestane součástí vědomí, přestože může být složkou skrytého fungování mechanismů, které bez kontroly vůle řídí naše postoje chuti (přijímání) či nechuti (odmítání) vůči okolnímu světu. Naše vědomí se nikdy nedozví, že se aktivovalo skryté soukolí v podpalubí. Nadto může spuštění činnosti jader nervových přenašečů (kterou jsem popsal jako jednu část emoční odpovědi) skrytě ovlivnit poznávací procesy a tím i způsob uvažování a rozhodování.

Při zachování veškerého respektu k lidským bytostem a vší opatrnosti, jež je nutná při porovnávání různých druhů, je zřejmé, že u organismů, jimž mozky neumožňují uvažování a vědomí, jsou skryté mechanismy základem činnosti rozhodovacího aparátu. Jsou prostředkem k budování „předpovědí“ výsledku a mohou ovlivňovat akční prostředky organismu směrem k určitému chování, jež se externím pozorovatelům může zdát jako volba. To je se vší pravděpodobností způsob, jímž se včelí dělnice „rozhodují“, na kterou kytičku si sednout, aby nasály nektar, s nímž se musí vrátit zpět do úlu. Nehodlám tu tvrdit, že se hluboko v našem mozku nachází „včelí mozek“, který za nás rozhoduje. Evoluce zřejmě není jediným velkolepým řetězcem bytí a zcela evidentně se vydala mnoha různými cestami a jedna z nich vedla až k nám. Věřím ale, že lze mnohé odpozorovat studiem toho, jak se jednodušší organismy i při skrovných nervových prostředcích vyrovnávají se zdánlivě složitými úkoly. I v nás mohou pracovat určité mechanismy podobného typu. To je vše.

### Zimolez!

„Jak sladký je zimolez, to jen pánbůh ví,“ tvrdí Fats Waller v textu své jazzové kompozice, a od tohoto obrazu se odvíjí osud pilné včelíčky. Reprodukční úspěch a konečné přežití včelstva závisí na tom, jak úspěšné jsou včelky ve shánění potravy. Pokud nenasbírají dost nektaru, nebudou mít žádný med a rozplyne se jak jejich zdroj energie, tak včelstvo samotné.

Včelí dělnice jsou vybaveny zrakovým zařízením, s nímž jsou schopny rozlišovat barvy květin. Mají rovněž motorický aparát umožňující jim létat a přistávat. Jak prokázaly nedávné výzkumy, včelí dělnice se po několika návštěvách květin s různými barvami naučí, kde hledat žádaný nektar. Na loukách je jasně vidět, že nepřistávají na všech květinách, aby zjistily, jestli tam nektar je, nebo není. Očividně se chovají, jako kdyby předvídaly, které květiny nektar ukrývají, a na těch pak přistávají častěji. Jak říká Leslie Real, jenž zkoumal chování včelích dělnic (*Bombus pennsylvanicus*), „zdá se, že včely docházejí k pravděpodobnostem na základě frekvence, s níž se setkaly s různými typy stavů odměny, a začínají bez předchozího odhadu pravděpodobností“.<sup>10</sup> Jak mohou včely při svém skromném nervovém systému dospět k chování, které tolik ukazuje na sofistikované zvažování a tak viditelně naznačuje užívání znalostí, teorie pravděpodobnosti a cílené strategie uvažování?

Odpověď zní, že k uvažování evidentně dochází na základě jednoduchého, avšak výkonného systému schopného 1) odhalení podnětů, jimž je vrozeně přiřazena hodnota, a tudíž vytvářejí odměnu, 2) reakce na přítomnost odměny (nebo její chybění) podnětem, jenž dokáže ovlivnit motorický systém k určitému chování (tj. přistát nebo ne), pokud se v zorném poli objeví situace, jež přinesla (nebo nepřinesla) odměnu (řekněme květina určité barvy). Nejnovější model takového systému navržený P. R. Montaguem, P. Dayanem a T. J. Sejnowským využívá jak poznatků věd o chování (behaviorálních věd), tak neurobiologických poznatků.“

Včela opravdu má nespécifický systém nervových přenašečů, který pravděpodobně využívá octopaminu a není nepodobný dopaminovému systému u savců. Jakmile padne na odměnu (nektar), dokáže nespécifický systém signalizovat jak zrakovému, tak motorickému systému a tím měnit jejich základní chování. Díky tomu při příští příležitosti, kdy se v zorném poli objeví barvy spojované s odměnou (třeba žlutá), je motorický systém připraven k přistání na takto zbarveném květu

a včela ví s větší pravděpodobností, že najde nektar. V podstatě si nevědomě, aniž by o tom uvažovala, vybírá spíše automatizovaný nástroj, využívající specifických přirozených hodnot - preference. Podle Reala musí být přítomny dva základní aspekty preference: „Vysoký očekávaný zisk dostává přednost před nízkým očekávaným ziskem, nízká míra rizika před vysokou.“ Ne náhodou při výrazně malé kapacitě včelí paměti (včely mají jen krátkodobou paměť, a to ještě ne moc velkou) musí být počet vzorků, na jehož základě preferenční systém funguje, extrémně malý. Evidentně stačí pouhé tři návštěvy. Znovu zdůrazňuji - nenaznačuji zde, že všechno naše rozhodování pochází z našeho „věcelího mozku“, ale věřím, že je důležité vědět, že zařízení i tak jednoduché, jako to včelí, je schopno tak složitého úkolu.

## Intuice

Při jednání na vědomé úrovni by somatické stavy (nebo jejich zástupci) označovaly reakce jako pozitivní či negativní a v důsledku toho vyvolávaly vědomé vyhýbání se či prosazování dané možnosti reakce. Mohou ovšem fungovat i skrytě, tedy mimo vědomí. Jasná představa vztahující se k negativnímu výsledku by se vytvořila, ovšem nevyvolala by vnímatelnou změnu tělesného stavu, ale utlumila by regulační nervové obvody umístěné v mozkovém jádru a umožňující apetitivní neboli přístupové chování. Potlačení tendence jednat nebo vlastní podporou tendence se stáhnout se možnosti na potenciálně negativní rozhodnutí omezují. Přinejmenším by bylo dosaženo časového náskoku, v němž by vědomé uvažování mohlo zvýšit pravděpodobnost správného (pokud ne toho nejsprávnějšího) rozhodnutí. Navíc by negativní možnost mohla být zcela zavrhnuta nebo by se vysoce pozitivní možnost na základě podpory impulsu k jednání mohla stát pravděpodobnější. Tyto skryté mechanismy by byly zdrojem toho, čemu říkáme intuice, tedy onoho tajemného mechanismu, jímž dosahujeme řešení problému, *aniž* bychom o něm uvažovali.

Funkci intuice v celkovém uvažovacím procesu ilustruje pasáž z textu matematika Henriho Poincarého, jehož náhled na věc se hodí k obrazu, který mám na mysli.

„Co je v podstatě matematická tvorba? Nespočívá ve vytváření nových kombinací již známých matematických jednotek. Toho by byl schopen každý, ovšem takto vzniklých kombinací by bylo nekonečné množství, přičemž většina z nich by byla zcela nezajímavá. Tvořit zna-

mená přesně nevytvářet zbytečné kombinace, ale vytvářet ty, jež jsou užitečné a jichž je pouze nepatrná menšina. Invence znamená rozlišení a výběr.

Jak postupovat při výběru, jsem již vysvětlil; matematická fakta, jež stojí za studium, jsou ta, která nás svou analogií s jinými fakty mohou dovést k poznání matematického zákona, stejně jako nás experimentální fakta vedou k poznání fyzikálního zákona. To ona nám odhalují nepochybnou příbuznost mezi dalšími fakty, dlouho známými, ovšem mylně navzájem pokládanými za cizince.

Ze zvolených kombinací jsou často nejužitečnější ty, jež jsou založeny na prvcích odvozených od velmi vzdálených domén. Ne že bych měl za dostatečné pro invenci dávat k sobě objekty co nejrůznorodější; většina takto vzniklých kombinací by byla zcela neplodná. Ovšem mezi takovými bychom velice zřídka našli i ty neplodnější.

Vynalézat, jak jsem řekl, znamená vybírat. To však možná není zcela přesné vyjádření. Svádí to k představě kupujícího, který než si z obrovského množství vzorků vybere, zkoumá jeden vzorek po druhém. Zde bychom dostali takové množství vzorků, že by nám k jejich prozkoumání nestačil celý život. Tak ovšem nevypadá pravý stav věcí. Neplodné kombinace ani nepřijdou vynálezci na mysl. V jeho vědomí se nikdy neobjeví kombinace, které by nebyly příliš užitečné, až na pár, které zavrhne, ale které do určité míry nesou charakteristické rysy užitečných kombinací. Všechno probíhá tak, jako kdyby vynálezce byl zkoušejícím druhého stupně, jenž zpovídá pouze kandidáty, kteří prošli předchozí zkouškou.<sup>12</sup>

Henri Poincaré zde předkládá pohled podobný mému. Nemusíte hned uvažovat nad celou škálou možností. Ve vašem mozku totiž probíhá předvýběr - někdy skrytě, jindy ne. O předvýběr se stará biologický mechanismus - vyzkouší kandidáty a jen několik z nich propustí až k závěrečné zkoušce. Měl bych poznamenat, že tento návrh se vztahuje pouze na osobní a společenskou sféru, pro něž mám podpůrné důkazy, přestože Poincarého pohled by jej rozšířil i na další domény.

Fyzik a biolog Leo Szilard dospěl k podobnému závěru: „Tvůrčí vědec má mnoho společného s umělcem či básníkem. Logické myšlení a analytické schopnosti jsou vědcovými nezbytnými atributy, ani zdaleka však stačí pro kreativní práce. Ty pohledy na vědu, jež vedly k průlomu, nebyly logicky odvozeny od dříve existujících znalostí. Tvůrčí procesy, na nichž je založen vývoj vědy, fungují na úrovni podvědomí.“<sup>13</sup> A Jonas Salk působivě tentýž názor vyjádřil slovy, že kreativita spočívá na „spojení intuice a rozumu“.<sup>14</sup> Je proto správné se

v tomto bodu pozastavit u problému uvažování mimo osobní a společenskou sféru.

### Uvažování mimo osobní a společenskou sféru

Veverka, která se v mé zahradě uchýlila na strom před sousedovou černou kočkou, nad svým jednáním příliš neuvažovala. Určitě moc nepřemýšlela nad možnostmi ani nepropočítávala ztrátu a zisk každé z nich. Uviděla kočku, otrásl to jejím tělesným stavem, a už pádila. Pozoruji ji, jak teď sedí na pevné větvi na mém dubu, se srdíčkem tlukoucím tak silně, že přímo zasypává hrudník ranami, zatímco ocasem máchá v nervózním rytmu veverčího strachu. Má za sebou silnou emoci a právě teď je vyvedena z míry.

Evoluce je šetrná a tak trochu fušér. Měla k dispozici v mozcích mnoha druhů rozhodovací mechanismy, spoléhající na tělo a orientované k přežití, a tyto mechanismy se osvědčily v pestré paletě ekologických nik. Jak se zvyšoval počet nahodilostí životního prostředí a objevovaly se nové strategie rozhodování, mělo by ekonomický smysl, kdyby si mozkové struktury nezbytně k podpoře nových strategií zachovaly funkční spojení se svými předchůdci. Jejich účel je tentýž, přežít, a parametry ovládající funkčnost a hodnotící úspěch jsou rovněž stejné: blaho, absence bolesti. Našli bychom nesčetně příkladů dokazujících, že přírodní výběr má tendenci fungovat přesně tímto způsobem - zakonzervováním něčeho, co funguje, a výběrem jiných prostředků, které zvládnou větší stupeň složitosti - jen zřídkakdy přichází se zcela novými mechanismy budovanými od nuly.

Je pravděpodobné, že systém nastartovaný k produkci markem a značek pro vedení „osobních“ a „společenských“ reakcí by byl příliš brán k asistenci při „jiném“ rozhodování. Zařízení, které člověku pomáhá se rozhodnout, s kým se kamarádit, by mu rovněž pomohlo navrhnout si dům tam, kde nebude pravidelně zaplavován vodou. Somatické markery by přirozeně nemusely být vnímány jako „pocity“. Přesto by ovšem působily skrytě a formou upoutání pozornosti by některé složky zvýrazňovaly silněji než jiné a finálně by ovládaly signály pro chod, zastavení a změnu kurzu, nezbytné pro některé aspekty rozhodování a plánování v neosobních a nespolečenských doménách. To by mohl být způsob obecného „značkovače“, o němž mluví Tim Shallice u rozhodování, přestože u svých markerů nespécifikuje neurofyzilogický mechanismus. Ve svém článku se Shallice vyjadřuje o možné po-

dobnosti.<sup>15</sup> Fyziologický podklad může být totožný - na těle závislá signalizace, ať už vědomá či nevědomá, na jejímž základě se soustřeďuje pozornost.

Z evolučního hlediska se nejstarší rozhodovací aparát vztahuje k základní biologické regulaci, další k osobní a společenské sféře a ten nejnovější k souboru abstraktně-symbolických operací, pod nímž bychom našli umělecké a vědecké uvažování, praktické technické uvažování a vývoj jazyka a matematiky. Ovšem přestože věky evoluce a jednouúčelové nervové systémy mohou propůjčit každému z těchto uvažovacích/rozhodovacích „modulů“ určitou nezávislost, domnívám se, že jsou všechny vzájemně propojeny. Jsme-li svědky projevů tvořivosti svých současníků, máme před sebou pravděpodobně integrovanou činnost rozmanité kombinace těchto nástrojů.

### Jak nám emoce pomáhají i škodí

Práce Amose Tverského a Daniela Kahnemana prokazuje, že objektivní uvažování, jehož užíváme při běžném rozhodování, je daleko méně efektivní, než se zdá a než by mělo být.<sup>16</sup> Strategie našeho uvažování jsou plně chyb a Stuart Sutherland se dotýká bolavého místa, když hovoří o racionalitě jako o „vnitřním nepříteli“.<sup>17</sup> Ovšem i kdyby naše strategické uvažování fungovalo bez chybičky, zdá se, že by si nedokázalo vždy poradit s nejistotou a složitostí osobních a společenských problémů. Křehké nástroje racionality vyžadují zvláštní péči.

Celkový obrázek je ovšem ještě daleko složitější, než jsem dosud naznačil. Přestože se domnívám, že „chladný“ rozum potřebuje pomoc tělesných mechanismů, je rovněž pravda, že některé tyto z těla vycházející signály škodí kvalitnímu uvažování. Když se zamyslím nad pokusy Kahnemana a Tverského, nacházím některá pochybení racionality nejen v důsledku špatné primární kalkulace, ale rovněž pod vlivem biologických stimulů, jako je poslušnost, konformita, snaha zachovat si sebeúctu, jež se často projevují jako emoce a pocity. Většina lidí se například víc bojí létat letadlem než řídit, byť racionální propočtení rizika jednoznačně dokazuje, že daleko spíše přežijeme let letadlem než jízdu autem na stejnou trať. Rozdíl několika řádů mluví jasně ve prospěch létání. A přesto si většina lidí připadá bezpečněji při řízení. Chybná úvaha je způsobena „omylem ze snadné dostupnosti“, jenž působí z mého pohledu tak, že umožní, aby naše uvažování ovládla představa emocionálně dramatické letecké havárie, a my vůči správné

volbě zaujmeme negativní postoj. Tento příklad zdánlivě protičečí mé hlavní tezi, ale ve skutečnosti tomu tak není. Prokazuje totiž, že biologické stimuly a emoce *dokáží* evidentně ovlivňovat rozhodování, a naznačuje, že „negativní“ vliv těla je sice v rozporu s aktuální statistikou, ovšem přesto je orientovaný na přežití: letadla opravdu tu a tam padají a letecké havárie přežívá daleko méně lidí než automobilové.

Přestože biologické podněty a emoce mohou za určitých okolností vést k iracionalitě, za jiných jsou nezbytné. Biologické stimuly a automatizované mechanismy somatických markerů, které se o ně opírají, jsou nutné pro určité druhy racionálního chování, především v osobní a společenské sféře, ale mohou za určitých okolností způsobit zhoubně na racionální rozhodování - tím, že navodí výrazný negativní postoj k objektivním skutečnostem, nebo dokonce brání činnosti podpůrných mechanismů rozhodování, jako je pracovní paměť.

Výše zmíněné myšlenky pomůže objasnit jeden příklad z mé praxe. Nedávno, byl mrazivý zimní den, byl jeden z našich pacientů s poškozením ventromediální části prefrontální kůry objednan do laboratoře. Padal mrznoucí déšť, silnice pokrývalo náledí a řídit auto bylo velice riskantní. Situace mi připadala nepříjemná, a tak jsem se zeptal pacienta, který přijel vlastním autem, jaká byla cesta, jak obtížná se mu zdála. Odpověděl mi bez zaváhání a bez emocí: „Všechno v pořádku, žádný rozdíl oproti normálnímu stavu, jenom to chtělo dávat trochu pozor při řízení na ledu.“ Pacient pokračoval popisem konkrétních řidičských dovedností a výčtem nákladních aut, která končila ve smyku v rigolu, protože se oněch správných racionálních postupů nedržela. Dokonce si vzpomněl i na jeden konkrétní případ, kdy řidička před ním vjela na ledový jazyk, dostala smyk, a místo aby ze situace jemně vybruslila, zpanikařila, šlápla na brzdou - a „zahučela“ do příkopu. V následujícím okamžiku, zcela zřejmě neotřesen touto hrůzostrašnou scénou, přešel přes ledový jazyk můj pacient a s chladnou hlavou a jistou rukou pokračoval dále. To vše mi vyprávěl se stejným klidem, s jakým evidentně událost sledoval.

Není pochyb o tom, že v tomto případě znamená nemít normální mechanismus somatických markerů obrovskou výhodu. Většina z nás by se musela ovládnout silou vůle, aby na brzdou nešlápla, ať už v panice či z čistého soucitu s nešťastnou řidičkou před sebou. Zde je jasně vidět, jak automatizované mechanismy somatických markerů mohou mít na naše chování neblahý vliv a jak za určitých okolností může být výhodou jejich absence.

Přenesme se teď do následujícího dne. Probíral jsem s pacientem datum jeho další návštěvy u nás. Navrhl jsem mu dvě alternativy v následujícím měsíci s intervalem několika dní. Pacient vytáhl diář a začal nad ním uvažovat. Jeho chování za přítomnosti několika výzkumných pracovníků stálo za pozornost. Dobrou půlhodinu probíral důvody pro a proti každému dni - předcházející povinnosti, možné budoucí povinnosti, pravděpodobné počasí - snad vše, co rozumnému člověku připadne na mysl při úvahách o jednoduché schůzce. Se stejným ledovým klidem, s nímž přešel přes led a vyprávěl nám o tom, si teď procházel celou únavnou analýzu vynaložených prostředků a výsledného zisku, nekonečné návrhy a neplodná porovnání možností a eventuálních následků. Dalo nám ohromnou práci ho poslouchat a nepraštit rukou do stolu, aby už konečně přestal. Nakonec jsme mu potichu řekli, aby se dostavil ve druhý z možných termínů. Jeho odpověď byla stejně klidná a okamžitá. Řekl prostě: „V pořádku.“ Diář zmizel v kapse a pacient byl pryč.

Jeho chování je klasickým příkladem limitů čistého rozumu. Svědčí rovněž o hrozivých následcích absence automatizovaných mechanismů rozhodování. Automatizovaný mechanismus somatických markerů by pacientovi pomohl více než jedním způsobem. Pro začátek by se zlepšil celkový rámec problému. Nikdo by se jím nezabýval tak dlouho jako pacient, neboť automatizovaný nástroj z kolekce somatických markerů by nám býval pomohl identifikovat zbytečnost a méně závažný charakter celého procesu. Kdyby nic jiného, uvědomili bychom si, jak stupidní je to úsilí. Na jiné úrovni bychom ucítili potenciální plýtvání v přístupu k věci a zvolili bychom jednu z možností, podobně jako bychom si házeli korunou nebo se spolehli na určitý dobrý pocit v souvislosti s jedním či druhým datem. Nebo bychom prostě nechali rozhodnutí na tazateli s odpovědí, že na tom v podstatě nesejde, ať si vybere sám.

Stručně řečeno, představili bychom si tu ztrátu času a zaznamenali ji negativním markerem; představili bychom si, co se odehrává v myslích těch, co nás pozorují, a zaznamenali marker zahanbující. Máme důvod se domnívat, že i u pacienta se objevily určité vnitřní „obrazy“, ale absence markerů způsobila, že jim nebyla věnována patřičná pozornost a úvaha.

Jestliže se podivujete, jak je bizarní, že biologické stimuly a emoce mohou být *jak* přínosem, *tak* zhoubou, dovolte mi dodat, že by to rozhodně nebyl v biologii jediný případ, kdy určitý faktor nebo mechanismus může hrát jak negativní, tak pozitivní roli - podle okolností. Všich-

ni víme, že oxid dusičný je jedovatý. Znečišťuje ovzduší a otravuje krev. Tentýž plyn ovšem funguje jako nervový přenašeč, který vede signály mezi nervovými buňkami. Ještě delikátnější je situace s jiným nervovým přenašečem, s glutamátem. Glutamát je v mozku všudypřítomný, neboť ho nervové buňky užívají k vzájemné excitaci. Když se ovšem nervové buňky poškodí, například úderem, uvolní do okolí obrovské množství glutamátu, což vyvolá extrémní excitaci a nakonec i smrt nevinných a zdravých nervových buněk v okolí.

Otázka zde vznesená se ve svých důsledcích dotýká typu a množství somatického zabarvení rozdílných rámců řešeného problému. Pilot letadla, který ve špatném počasí přistává na rušném letišti, nesmí připustit, aby ho jeho pocity rozptylovaly při sledování detailů, na nichž závisí rozhodování. Přitom pocity spojené v dané situaci s důležitými cíli jeho chování, pocity zahrnující jeho smysl pro zodpovědnost za životy cestujících a posádky, za jeho vlastní život i život jeho rodiny musí ve stejné době fungovat. Nadbytek pocitů v malých rámcích nebo nedostatek ve větším může mít katastrofické následky. Obchodníci na burze jsou na tom podobně.

Fascinující ilustrace těchto myšlenek se nachází ve studii o Herbertu von Karajanovi.<sup>18</sup> Rakouští psychologové G. a H. Harrerovi měli možnost sledovat škálu Karajanových autonomních reakcí v různých situacích: když přistával svým soukromým letadlem na letišti v Salzburgu, když dirigoval v nahrávacím studiu a když poslouchal čerstvou nahrávku z playbacku (byla to Beethovenova předehra k *Leonoře III*).

Von Karajanův hudební výkon byl poznamenán výraznými změnami reakcí. Jeho tepová frekvence intenzivněji vzrůstala spíše při pasážích s emočním nábojem než při vlastní fyzické námaze. Tepový průběh při poslechu nahrávky kopíroval záznam získaný při nahrávání. Příznivé je, že Karajan přistál s letadlem jako v bavlnce, a když mu po dosednutí bylo řečeno, aby v ostře vzestupném úhlu nouzově vzlétl, pulz mu mírně vzrostl, ovšem daleko méně než při hudební produkci. Jeho srdce žilo hudbou a to mu i svědčilo, jak jsem jednou osobně zjistil při koncertu: Těsně předtím než pokynul taktovkou k začátku provedení Beethovenovy *Šesté*, pošeptal jsem cosi své ženě, která seděla vedle. Von Karajan strnul v pohybu rukou, otočil se a probodl mě pohledem. Škoda že nám nikdo neměřil pulz.

## Za hranicemi somatických markerů

Přes nesporný význam mechanismu somatických markerů pro konstrukci nsurobiologie racionality je zřejmé, že nezbytnost v tomto případě neznámá dostatečnost. Jak jsem už poznamenal, logické uvažování působí i za hranicemi somatických markerů. Navíc, aby somatické markery mohly zafungovat, musí několik procesů předcházet, současně proběhnout či okamžitě následovat. Co to je za procesy a lze vůbec spekulovat o jejich nervovém substrátu?

Co se ještě děje, když somatické markery viditelně či skrytě ovlivňují své prostředí? Co se odehrává v našem mozku, že „představy“, podle nichž uvažujeme, vydrží po nezbytnou dobu? Abychom dokázali odpovédět na tyto otázky, vraťme se k problému načrtnutému na začátku kapitoly. V okamžiku, kdy se rozhodujeme, prostupuje naší myslí bohatý a široký záběr vědomostí o situaci, které jsou produktem úvah. Aktivují se „obrazy“ odpovídající milionům možností jednání a milionům možných následků a dostávají se do centra pozornosti. Nechybějí ani řečová vyjádření oněch bytostí a scén, slova a věty, popisující, co naše mysl vidí a slyší, a soupeří o své místo na slunci. Celý proces je založen na plynulém vytváření kombinací bytostí a událostí, které ústí do bohatě rozrůzněné nabídky „představ“, jež jsou v souladu s předem kategorizovanými vědomostmi. Jean-Pierre Changeux navrhuje pro prefrontální struktury, v nichž pravděpodobně probíhá proces, který vyvolává tvorbu širokého repertoáru „představ“ v jiných oblastech mozku, název „generátor rozličnosti“.<sup>19</sup> Generátor rozličnosti potřebuje obrovské množství faktických poznatků o situacích, do nichž se můžeme dostat, o jejich jednotlivých aktérech, různých možnostech jejich jednání a různých následcích. Faktické znalosti se třídí (fakta jsou zařazena do tříd podle utvářecího hlediska), což přispívá k rozhodování pomocí klasifikace typů možností, typů následků a vzeb mezi možnostmi a následky. Možnosti a následky se kategorizují podle určité dané hodnoty. Pokud se dostaneme do nějaké situace, dává nám rozřídění zminula možnost rychle přijít na to, jak budou daná možnost či následek výhodné nebo jak různé nahodilosti mohou modifikovat stupeň výhodnosti.

Celý proces uvolnění znalostí je možný pouze při dodržení dvou podmínek. 1) Člověk musí být schopen uvést do chodu mechanismy *základní pozornosti*, jež umožní duševní „představě“, aby přetrvala ve vědomí relativně oddělená od ostatních. Pravděpodobně k tomu dochází tak, že činnost nervových buněk, které jsou zodpovědné za udržení

určité „představy“ v centru pozornosti, se zvýší, zatímco činnost okolních nervových buněk je potlačena.<sup>20</sup> 2) Musí fungovat mechanismy *základní pracovní paměti*, která si podrží oddělené „představy“ na relativně „dlouhou“ dobu stovek až tisíců milisekund (od desetin sekundy až po několik po sobě jdoucích sekund).<sup>21</sup> To znamená, že mozek po čase znovu opakuje topograficky uspořádané reprezentace podporující tyto oddělené „představy“. V tomto okamžiku je ovšem potřeba položit zásadní otázku: Co uvádí do pohybu základní pozornost a pracovní paměť? Odpověď může znít pouze - že *základní hodnota*, tedy sbírka základních preferencí tkvících v biologických regulacích.

Bez základní pozornosti a pracovní paměti není naděje na souvislou duševní aktivitu a je zcela jisté, že somatické markery nemohou fungovat vůbec, neboť nemají žádné stabilní hřiště, na němž by se mohly projevit. Pozornost a pracovní paměť jsou ovšem potřeba nejspíš i po spuštění mechanismu somatických markerů. Jsou nezbytné pro proces uvažování, při němž se porovnávají možné následky, srovnává se žebříček výsledků a tvoří se domněnky. V plném znění hypotézy somatických markerů tvrdím, že somatický stav - ať už negativní či pozitivní - způsobený objevením dané *reprezentace funguje nejen jako marker pro hodnotu, kterou vyjadřuje, ale rovněž jako zesilovač pro plynulou pracovní paměť a pozornost*. Jednotlivým krokům „dodává energii“ právě to, že proces je současně pozitivně či negativně vyhodnocován v rámci individuálních preferencí a cílů člověka. K zaměření a udržení pozornosti a pracovní paměti rovněž nedochází zázrakem. Jednak jsou motivovány preferencemi vtisknutými organismu a jednak i preferencemi a cíli získanými na základě těch prvních, vnitřních.

Pokud jde o prefrontální kůru, přicházím s tvrzením, že somatické markery, fungující v rámci bioregulační a společenské domény, které lokalizují do ventromediální oblasti prefrontální kůry, ovlivňují pozornost a pracovní paměť, umístěné v dorzolaterální oblasti, na niž závisí zacházení s dalšími sférami znalostí. Zůstává tak otevřená možnost, že somatické markery mají rovněž vliv na pozornost a pracovní paměť v samotné bioregulační a společenské sféře. Jinými slovy - u normálních lidí vybudí somatické markery vzniklé při aktivaci určitou nahodilostí prostřednictvím poznávacího systému pozornost a pracovní paměť. Pacienti s poškozením ventromediálních oblastí prefrontální kůry trpí menším či větším oslabením všech těchto akcí.

## Ovlivňování a utváření pořádku

V procesu uvažování se tedy na široké paletě scénářů utvářených podle faktických znalostí projevují tři podpůrné faktory: *automatizované somatické stavy* se svými ovlivňovacími mechanismy, *pracovní paměť* a *pozornost*. Všechny tři se vzájemně ovlivňují a zdá se, že se všechny zaobírají závažným problémem vnesení pořádku do paralelních prostorových projevů, což je problém poprvé zaznamenaný v Karlem Lashleym. Vzniká proto, že stavba mozku umožňuje v určitém časovém okamžiku jen omezené množství duševních a pohybových projevů.<sup>22</sup> „Představy“ utvářející naše myšlenky musí být strukturovány do „frází“, které je dále potřeba „větne“ seřadit v čase, podobně jako pohyby, z nichž se skládají vnější reakce, musí být určitým způsobem „frázovány“ a tyto fráze zasazeny do určitého „větneho“ pořádku, aby pohyb dosáhl žádaného účinku. Rámcový výběr, z něž nakonec vzejdou „fráze“ a „věty“ naší mysli a pohybů, probíhá paralelně. A protože jak u myšlenek, tak u pohybů je nutné souběžné zpracování, organizování několika seřazených sekvencí probíhá neustále.

Jestliže předpokládáme, že rozum je založený na automatizovaném výběru nebo na logické dedukci zprostředkované systémem symbolů nebo - nejlépe - na obojím, nevyhne se problému pořádku. Navrhují následující řešení: 1) Pokud má být do eventuálních možností nastolen pořádek, je potřeba je seřadit. 2) Mají-li se řadit, musí pro to být nějaká kritéria (ekvivalentním pojmem jsou hodnoty či preference). 3) Kritéria nám poskytují somatické markery. Vyjadřují v daném čase souhrn preferencí, jež jsme nabyli a osvojili si.

Jak se ale somatické markery projevují jako kritéria? Jedna možnost je, že když se somatické markery přiřadí různým kombinacím představ, upravují způsob, jímž s nimi mozek zachází, a tedy projevují vliv. Tento vliv může každé složce přiřazovat různou stimulaci pozornosti, následkem čehož se automaticky přiřazují *různé stupně* pozornosti *různým obsahům* a vzniká tak nerovný terén. Vědomé zpracování může potom postupovat složku po složce například podle jejich zapojení do procesu. Aby k tomuto došlo, musí složky zůstat k dispozici po dobu několika stovek až tisíců milisekund v relativně stabilní podobě - a právě to má na starosti pracovní paměť. (Určitou podporu této obecné myšlenky poskytují studie Williama T. Newsoma a jeho kolegů o neurofyzilogii perceptuálního rozhodování. Změna poměru signálů s určitým obsahem vyvolala při působení na specifickou popu-

laci neuronů „rozhodnutí“ ve prospěch tohoto obsahu, zatímco ostatní možnosti nedostaly vůbec šanci).<sup>23</sup>

Normální poznávání a pohyb závisí na organizaci současných a interaktivních sekvencí. Potřeba pořádku znamená potřebu rozhodnutí, a pokud se má rozhodovat, je nutné mít rozhodovací kritérium. Protože budoucnost organismu ovlivňují mnohá rozhodnutí, je možné, že některá kritéria jsou přímo či nepřímo vrostlá do biologických stimulů organismu (*jeho* důvodů, abych tak řekl). Biologické stimuly mohou být vyjádřeny viditelně či skrytě a slouží jako markerové ovlivnění, uvedené do chodu zpozorněním na poli projevů v aktivní pracovní paměti.

Systém automatizovaných somatických markerů se u většiny z nás, kdo jsme měli to štěstí, že jsme vyrůstali v relativně zdravém kulturním prostředí, vzděláním přizpůsobil standardům racionality u dané kultury. Přestože svými kořeny tkví v biologické regulaci, byl vyladěn podle kulturních pravidel vytvořených k zajištění přežití v určité společnosti. Předpokládáme-li, že mozek je zdravý a kultura, v níž se vyvíjí, rovněž, pak se systém stal racionálním podle společenských konvencí a etiky.

Působení biologických stimulů, tělesných stavů a emocí může být nenahraditelným základem racionality. I nižší úrovně nervové konstrukce rozumu - spolu s celkovými funkcemi těla samotného - regulují průběh emocí a pocitů tak, aby organismus dokázal přežít. Tyto nižší úrovně si udržují přímý a vzájemný vztah s tělem jako takovým a zařazují tak tělo do řetězce procesů, které vedou k nejvyššímu vzepětí rozumu a kreativity. Racionalitu pravděpodobně utvářejí a modulují tělesné signály, a přesto dokáže činit ty nejjemnější rozdíly a chovat se podle nich.

Pascal, který prohlásil, že „srdce má důvody, které rozum vůbec nezná“, by možná považoval výše uvedenou úvahu za možnou.<sup>24</sup> Kdybych mohl, jeho výrok bych upravil a řekl bych, že *organismus má určité důvody, jichž rozum musí využít*. Není pochyb, že proces pokračuje za hranice důvodů srdce. Za prvé jsme použitím nástrojů logiky schopni prověřit platnost výběrů, které nám naše preference pomohly učinit. Za druhé - při strategickém dedukčním a indukčním uvažování o možných jazykově vyjádřených návrzích se dokážeme dostat dále za jejich hranice. (Po dopsání tohoto rukopisu jsem narazil na několik podobně znějících hlasů. J. S. B. T. Evans nedávno přišel s myšlenkou, že existují dva typy racionality, jež se převážně zaobírají dvěma sférami, které jsem zde právě popsal (osobní/společenská a jiná); filozof Ronald De Sousa tvrdil, že emoce jsou vnitřně racionální, a Phillip Johnson-Laird a Keith Oatley přicházejí s myšlenkou, že základní emoce napomáhají racionálnímu jednání).<sup>25</sup>

## ČÁST TŘETÍ

## 9. Hypotéza somatických markerů a ověřování její platnosti

### **Vědět, ale necítit**

Při ověřování hypotézy somatických markerů jsem jako první postup použil výzkum odpovědí autonomního nervového systému, jež jsem v řadě studií zkoumal spolu s Danielem Tranelem, psychologem a experimentálním neuropsychologem. Autonomní nervový systém se skládá z kontrolních center, umístěných v limbickém systému a mozkovém kmeni (jako je například amygdala), a neuronálních drah, jež z těchto center vedou do vnitřností. Veškeré krevní cévy, včetně cév nejrozsáhlejšího tělesného orgánu, kůže, stejně tak srdce, plíce, střevo, měchýř a reprodukční orgány jsou protkány zakončeními autonomního nervového systému. Dokonce i takový orgán, jako je slezina, jehož starostí je především imunita, je autonomním nervstvem protkán.

Autonomní nervový systém se skládá z nervů, sympatických a parasympatických, které vedou do těla z mozkového kmene a hřbetní míchy, někdy samostatně, jindy v doprovodu neautonomních nervových svazků. (Činnost sympatické a parasympatické části je zprostředkována rozdílnými nervovými přenašeči a je do značné míry protichůdná. Například tam, kde jedna jeho část podporuje stah hladkého svalů, podporuje část druhá jeho uvolnění.) Nervová vlákna autonomních nervů, jež přenášejí signály týkající se stavu vnitřností do centrálního nervového systému, vedou stejnou cestou.

Z pohledu evoluce se zdá, že autonomní nervový systém byl prostředkem, kterým mozek organismů podstatně méně složitých, než je ten náš, zasahoval do regulace jejich vnitřního hospodaření. Dokud život spočíval především v zabezpečování rovnováhy funkce několika orgánů a dokud byl typ a počet interakcí s okolním prostředím omezený, ovládal imunitní a endokrinní systém většinu toho, co zde k ovládnutí bylo. Mozek potřeboval určitý signál o stavu různých orgánů a prostředky k upravování tohoto stavu za dané vnější okolnosti. A autonomní nervový systém to přesně poskytoval: aferentní síť pro signa-



lizování změn ve vnitřnostech a eferentní síť pro motorické pokyny do těchto vnitřností. [V neurověděch označuje pojem „aferentní“ chod informace z periferie do centra, kdežto pojem „eferentní“ chod informace opačným směrem.] Později se vyvinuly složitější formy motorické odpovědi, které například ovládaly ruce a hlasový aparát. Takové složitější odpovědi vyžadovaly podstatně komplexnější diferenciaci periferního motorického systému, aby mohl řídit jemné kloubní a svalové činnosti stejně jako signalizovat dotek, teplotu, bolest, postavení kloubů a míru svalové kontrakce.

Připomeňte si myšlenku somatického markeru doprovázejícího vnitřní změnu v tělesném stavu, jejíž součástí je změna stavu vnitřností a muskuloskeletálního systému (sestavujícího ze svalů napojených na kostru) navozená neuronálními a chemickými signály. Přičemž se zdá, že pokud jde o tvorbu pozadí a emočních stavů, je složka pocházející z vnitřností o něco důležitější než složka muskuloskeletální. Abychom mohli hypotézu somatických markerů ověřovat experimentálně, museli jsme si něco z tak širokého rozsahu možností změn vybrat, a začít studiem odpovědi autonomního nervového systému bylo celkem logické. Ostatně když vytváříme tělesný stav charakteristický pro určitou emoci, je autonomní nervový systém pravděpodobně klíčovým prostředníkem k dosažení příslušné změny fyziologických hodnot v těle, přestože jsou důležité chemické cesty současně aktivovány.

Z reakcí autonomního nervového systému, které lze zkoumat v laboratoři, je patrně nejpraktičtější vyšetřovat elektrickou kožní vodivost. Snadno se vybavuje, je spolehlivá a psychofyziologové ji pečlivě studovali u normálních jedinců různých věkových skupin a kultur. (Zkoumalo se mnoho dalších reakcí, třeba srdeční frekvence a kožní teplota.) Elektrická kožní vodivost se zaznamenává prostřednictvím dvojice elektrod připojených ke kůži a polygrafu, aniž by to zkoumanému subjektu způsobovalo bolest nebo u něj vyvolávalo nepříjemný pocit. Jak taková odpověď vypadá? Jak se naše tělo začne po určitém vjemu nebo myšlence měnit a jak se odpovídající tělesný stav začíná vyvíjet (například tělesný stav odpovídající určité emoci), zvýší autonomní nervový systém jemně sekreci tekutin v kožních potních žlázách. Třebaže jde o zvýšení zpravidla tak nepatrné, že je pouhým okem nebo nervovými čidly ve vlastní kůži nezaznamenáme, stačí ke snížení odporu proti průchodu elektrického proudu. K této odpovědi potom experimentátor měří elektrickou kožní vodivost - nechá mezi dvěma elektrodami projít proud s nízkým napětím. Odpověď kožní vodivosti sestává ze změny množství vedeného proudu a zaznamenává se v podobě křivky,

kteřá určitý čas narůstá a poté padá. Amplitudu vlny lze měřit (v mikrosiemensech) a stejně i její profil v čase; i frekvenci, s níž se odpovědi objevují ve vztahu k určitému stimulu, během nějakého určeného časového intervalu, lze měřit.

Odpovědi kožní vodivosti byly nejdůležitější součástí investigativní psychofyziologie a hrály svou (často rozporuplnou) roli při takzvaných testech detekce lži, jejichž účel se zřetelně od účelu našich experimentů liší. Smyslem tohoto testování je dopadnout vyšetřované při lži. Jsou-li vmanévrováni do situace, kdy mají říct, zda nějaký předmět nebo osobu znají, a zalžou, prozradí jejich nepravdivou výpověď vegetativně podmíněná změna elektrické kožní vodivosti.

My jsme chtěli nejprve určit, zda se u pacientů, jako je Elliot, mění elektrická kožní vodivost. Byl vůbec jejich mozek ještě stále schopen spouštět změny v somatickém stavu? K zodpovězení této otázky jsme porovnávali pacienty, kteří měli poškozené čelní oblasti mozku, s normálními jedinci a s pacienty s defekty někde jinde v mozku. Zvolili jsme takové experimentální situace, o nichž je známo, že odpověď kožní vodivosti soustavně vyvolávají, a tudíž ukazují, že funkční systém, který zprostředkovává elektrickou kožní odpověď, není poškozen. Jednou z takových experimentálních situací je situace „poplašná“. Spouští v překvapení subjektu nečekaným zvukem, například tlesknutím, nebo nečekaným oslněním rychle se otáčejícího stroboskopu (přístroje umožňujícího přerušovaně pozorovat měnící se obrázky rozloženého pohybu tak, že při určité frekvenci přerušování vzniká dojem plynulého pohybu). Dalším spolehlivým měřítkem univerzálnosti funkčního systému zodpovědného za elektrickou kožní vodivost je jednoduchý fyziologický akt, třeba hluboký nádech.

Zjistit, že u všech našich pacientů s poškozením čelních laloků se mění elektrická kožní vodivost za experimentálních podmínek stejně tak dobře jako u normálních lidí i pacientů bez poškození čelních laloků, nám netrvalo dlouho. Nezdálo se tedy, že by pacienti s poškozením čelních laloků měli nějaký problém s funkčním systémem zodpovědným za elektrickou kožní vodivost.

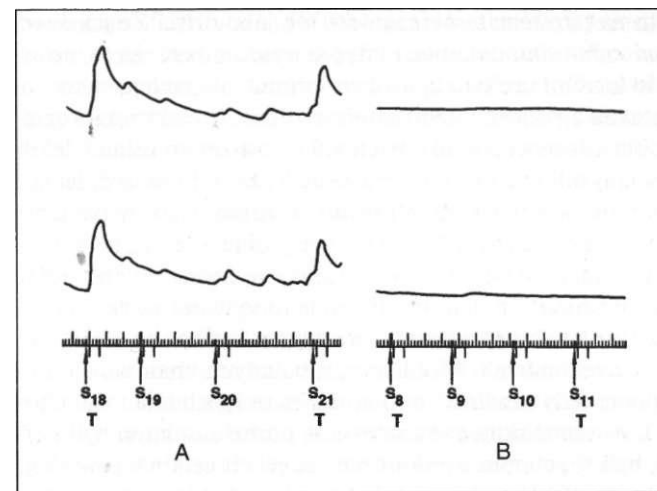
Byli jsme zvědaví, zda mohou pacienti s postižením čelních laloků vytvářet odpovědi elektrické kožní vodivosti na základě podnětu vyžadujícího hodnocení svého citového obsahu. Proč nás to zajímalo? Protože pacienti, jako je Elliot, měli narušené prožívání vlastních emocí. Z předchozích sledování zdravých lidí jsme věděli, že jsou-li vystaveni podnětům s vysokým emočním nábojem, mění se jejich elektrická kožní vodivost. Tak odpovídáme, sledujeme-li hrůzoplňné scény nebo

fotografie takových scén či pornografické obrázky. Představte si odpověď elektrické kožní vodivosti jako jemnou, nepostřehnutelnou součást tělesného stavu, který - když se kompletně rozvine - vám poskytne vnímatelný pocit vzrušení a vybuzení - u některých lidí husí kůže. Ale je důležité si uvědomit, že jelikož se kožní vodivost mění pouze jako součást odpovědi somatického stavu, mít tyto změny nezaručuje, že na konci budete prožívat zřetelnou změnu v somatickém stavu. Bude však platit, že když nejste s to reagovat změnou elektrické kožní vodivosti, typickou emoční změnu tělesného stavu si pravděpodobně nikdy neuvědomíte.

Abychom mohli pacienty s poškozením čelních laloků, normální jedince a pacienty bez poškození čelních laloků porovnávat, zajistili jsme, aby byli všichni účastníci experimentu přibližně stejného věku a stejné úrovně vzdělání. Vyšetřované osoby se pohodlně usadily do křesla a byly připojeny na polygraf. Jejich úkolem bylo sledovat řadu diapozitivů, mlčet a nic nedělat. Mnohé z diapozitivů byly dokonale banální - šlo o idylické scénérie nebo abstraktní obrazce, ale tu a tam se objevil i diapozitiv provokující. Experiment probíhal tak dlouho, dokud se nevyčerpala zásoba diapozitivů, jichž byly stovky. Subjektům jsme před zahájením projekce řekli, že by měli diapozitivы sledovat pozorně, protože později, až jim bude prozrazen účel výzkumu, budou žádáni, aby nám vyprávěli, o tom, co viděli, a jak se cítili, a dokonce *kdy* dané obrázky v celém průběhu experimentu viděli.

Výsledky byly jednoznačné.<sup>1</sup> Zkoumané osoby - jak normální jedinci, tak ti, jejichž mozkové postižení nezasáhlo čelní laloky - reagovaly změnou odpovědi elektrické kožní vodivosti poté, co spatřily emočně nabitě obrázky, ale nikoli když sledovaly obrázky s indiferentním obsahem. Oproti tomu pacienti s postižením čelních laloků nebyli schopni *vůbec žádných* odpovědí elektrické kožní vodivosti. Jejich záznamy byly ploché (obr. 23).

Než jsme vyvodili závěry, rozhodli jsme se, že experiment zopakujeme s rozdílnými obrázky a s jinými lidmi a pak ještě jednou zopakujeme s těmi samými lidmi. Na výsledku našich pokusů se nic nezměnilo. Znovu a znovu, za podmínek popsaných výše, nebyli pacienti s postižením čelních laloků po zhlédnutí emočně nabitých obrázků schopni vytvářet žádnou odpověď kožní vodivosti, dokonce i když dovedli o obsahu těchto diapozitivů detailně hovořit a vybavovali si jejich zařazení v čase a konkrétní diapozitiv. Byli jen schopni popsat slovy strach, znechucení nebo smutek z obrázků, které viděli, a byli nám schopni říct, mezi kterými obrázky se dotýčný diapozitiv nacházel



23) Profil elektrické kožní odpovědi u zdravých lidí (A) a u pacientů s poškozením čelních laloků (B) v průběhu sledování řady obrázků, z nichž některé nesou silný emoční náboj (jsou označeny jako T pro „cil“ pod pořadovým číslem podnětu, například SigT) a některé jej nemají. Zdraví lidé mohutně reagují okamžitě po zhlédnutí emočně nabitých obrázků, ale nikoli po zhlédnutí obrázků neutrálních. Pacienti s poškozením čelních laloků nereagují na žádný z těchto podnětů.

zel nebo kdy se v sadě objevil. Nebylo pochyb, že dotyčné osoby dávaly při projekci pozor, rozuměly obsahu obrázků, jež jim byly předkládány na různých rovinách - věděly nejen, co zobrazovaly (například, že tam byla vražda), ale i to, že způsob, jakým byla vražda podána, obsahoval prvek hrůzy nebo že člověk by měl cítit slitování s obětí a litovat, že taková situace nastala. Daný podnět tedy vybavil v mysli pacientů s postižením čelních laloků vědomosti, které se k situaci hodily. Jenže na rozdíl od kontrolních subjektů nebyli pacienti s postižením čelních laloků schopni vytvořit odpověď elektrické kožní vodivosti. Při statistické analýze se zjistilo, že šlo o rozdíly vysoce významné.

Během jednoho z prvních rozhovorů, při němž jsme záměry experimentu účastníkům prozrazovali, potvrdil jeden z pacientů, spontánně a s perfektním náhledem, že mu toho chybělo víc než jen odpověď kožní vodivosti. Všiml si, že poté co zhlédl všechny obrázky, on sám rozrušený nebyl, přestože si uvědomoval, že by ho jejich obsah měl rozrušit. To je velmi významné odhalení. Měli jsme před sebou člověka, který si uvědomoval obojí, jak smysl těchto emočně nabitých obrázků, tak skutečnost, že „necítil“ tak, jak cítil dříve, a že by možná „měl“ něco cítit ve vztahu k obsahu. Pacient nám vcelku jasně říkal, že

jeho tělo na tato témata nereagovalo tak jako dříve. Že jaksí *vědět neznamená nutně cítit*, dokonce i když si uvědomujete, že to, co víte, by vás mělo k cítění určitým způsobem přimět, ale neděje se to.

Soustavně zjišťovaná nedostatečná odpověď elektrické kožní vodivosti spolu s absencí pocitů u pacientů s postižením čelních laloků nás více než jakýkoli jiný výsledek přesvědčily, že stálo za to držet se hypotézy somatických markerů. Opravdu se zdálo, jako by pacienti měli k dispozici veškeré znalosti, s výjimkou jediné - té, jež je zodpovědná za přiřazování emoční odpovědi k určitému faktu. Při absenci tohoto automatizovaného spojení mohli pacienti vytvářet skutečnou znalost vnitřně, ale nemohli vytvářet somatický stav a vůbec ne somatický stav, jež by si uvědomovali. Mohli využít bohatých znalostí, ale nemohli prožít pocit, tedy „znalost“ o tom, jak by se jejich těla měla chovat ve vztahu k vyvolané skutečné znalosti. A protože to kdysi byli normální jedinci, byli si schopni uvědomovat, že jejich celkový psychický stav není takový, jaký by být měl, a že jim něco chybí.

Vcelku nám experimenty s odpovědí kožní vodivosti poskytly měřitelný fyziologický protějšek k emočnímu „ochlazení“, které jsme u těchto pacientů zaznamenali, a k sníženému prožívání, které si sami uvědomovali.

### **Jak lidé riskují aneb experiment s hazardní hrou**

Další postup, který jsme si zvolili pro testování hypotézy somatických markerů, vypracoval můj postgraduální student Antoine Bechara. Jelikož byl podobně jako většina vědců frustrován umělou povahou většiny neuropsychologických experimentů, chtěl vyvinout pro zkoumání procesu rozhodování takový experiment, který by co nejvíce odpovídal skutečné životní situaci. Důmyslné skupině úkolů, které vymyslel a pak dále propracoval ve spolupráci s Hannou Damasiovou a Stevenem Andersonem, jsme v naší laboratoři začali říkat „hráčské experimenty“.<sup>2</sup> Experimenty tohoto druhu jsou zajímavé a na rozdíl od jiných nejsou nudné. Zdravým i nemocným se líbí a povaha vyšetřování přímo vyvolává komické situace. Vybavují se mi vyjevené oči a povíslá čelist význačného návštěvníka, který přišel do mé pracovny poté, co se prošel po laboratořích, kde experiment probíhal. „Tady se hrají *hazardní hry*“ pošeptal mi.

Vyšetřovaný jedinec, kterému říkáme „hráč“, sedí v průběhu základního pokusu u čtyřech balíčků karet, značených A, B, C a D. Hráč

dostane půjčku 2 000 dolarů (jde o faksimile bankovek) a je instruován, že smyslem hry je hrát tak, aby z vypůjčených peněz ztratil co nejméně a pokud možno co nejvíce vyhrál. Hra je jednoduchá. Hráč prostě obrací karty, po jedné, může je volit z kteréhokoli ze čtyř balíčků, a to tak dlouho, dokud mu pracovník vedoucí pokus neřekne dost. Hráč tudíž nezná počet „kol“ hry, jimiž musí projít, aby hra skončila. Hráč je rovněž instruován, že otočit jakoukoli kartu znamená zisk nějakého množství peněz, nicméně že se může v některých kolech stát, že o peníze také přijde. Na začátku hry se hráči neprozrazuje velikost zisku či ztráty vázaná na jednotlivé karty ani vztah karet k jednotlivým balíčkům, ani pořadí, v němž se „dobré“ a „špatné“ karty budou objevovat. Velikost zisku a případné ztráty se hráčům oznámí teprve poté, co kartu otočili. Nic dalšího jsme jim neprozradili. Souhrn zisků a ztrát v jednotlivých kolech se hráčům nesděloval a psát poznámky si hráči nesměli.

Otočení kterékoli karty v balíčcích A a B znamenalo příjmených 100 dolarů, zatímco otočení kterékoli karty v balíčcích C a D zisk pouhých 50 dolarů. Hráči otáčeli karty ve všech balíčcích a náhle zcela nepředvídatelně znamenalo otočení některé karty v „dobrych“ stodolarových balíčcích A a B pro hráče, aby odevzdal vysokou částku, někdy i 1 250 dolarů. Podobným způsobem otočení některé karty v balíčcích C a D („umírněné“ padesátidolarové balíčky) rovněž znamenalo pokutu, ovšem podstatně nižší, obvykle méně než 100 dolarů. Tato skrytá pravidla se neměnila. Celá hra končila po stu kolech, ale ani to hráč nevěděl. Na začátku hry neexistoval způsob, jímž by hráč předvídal, co se bude dít, v průběhu hry si nedokázal přesně zapamatovat podíl zisků a ztrát. Modelovali jsme reálný život, v němž podobně jako v této hře přicházíme k poznání, na základě kterého adaptivně tvoříme svou budoucnost, po kouscích, a to s růstem zkušenosti při přetrvávající nejistotě. Naše poznání, stejně jako poznání hráčovo, je utvářeno zrovna tak světem, s nímž jsme v interakci, jako jednostrannostmi, které jsou nám vlastní. Například tím, že dáváme přednost ziskům před ztrátami, odměně před trestem, nižšímu riziku před rizikem vyšším.

Je zajímavé, jak se lidé zpravidla při experimentu chovají. Začínají vybíráním ze všech čtyř balíčků, aby našli systém a nápovědu. Potom většina z nich, možná navnaděna vysokými odměnami při obracení karet z balíčků A a B, dává těmto balíčkům přednost. Postupně však, po prvních třiceti tazích, mění preferenci a začíná upřednostňovat balíčky C a D. Obecně se drží této strategie do konce, třebaže ti, co se sami považují za hazardéry, mohou znovu občas přejít na balíčky A a B, ale pak se zase vrací k prozíravějšímu chování.

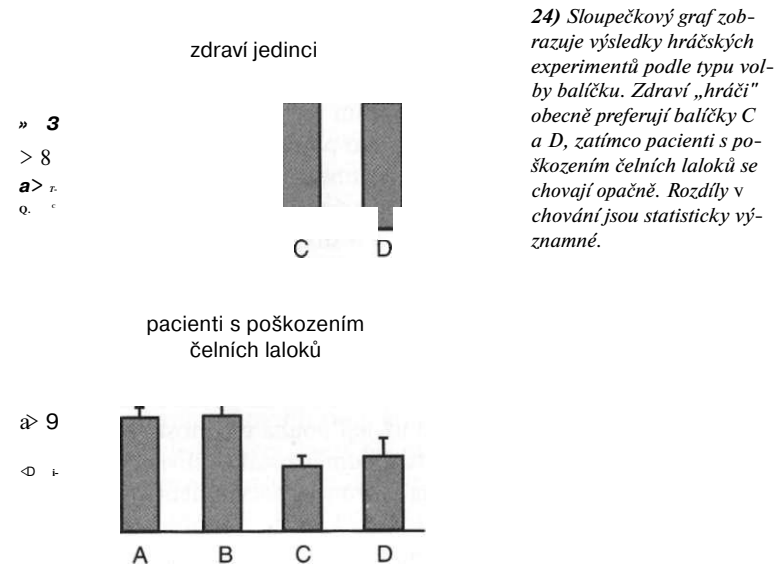
Hráči nemají žádnou možnost přesně počítat zisky a ztráty. Spíše začínou postupně tušit, že některé balíčky, především A a B, jsou „nebezpečnější“ než jiné. Mohli bychom říct, že intuitivně předpokládají, že nižší pokuty v balíčcích C a D je při dlouhodobé perspektivě do hry vrátí i přes nižší počáteční zisk. Domnívám se, že za vědomým tušením je nevědomý proces, postupně formující předpověď výsledku každého tahu. Tento nevědomý proces rovněž postupně sděluje myslícímu hráči, nejprve potichu, ale později čím dál hlučněji, že kdyby opravdu došlo na určitý tah, bude následovat odměna nebo trest. Zkrátka pochybují, že je to buď záležitost pouze plně vědomého procesu, nebo pouze plně nevědomého procesu. Zdá se, že dobře vyladěný mozek potřebuje k rozhodování oba postupy.

Chování pacientů s postižením předních a vnitřních částí čelních laloků během tohoto pokusu přineslo nejcennější informace. Při karetní hře se chovali podobně jako ve skutečných životních situacích po vzniku postižení, tedy jinak než před postižením. Jejich chování se od normálních jedinců diametrálně lišilo.

Po úvodním obecném řazení obraceli pacienti s postižením čelních laloků systematicky více karet z balíčků A a B a stále méně a méně z balíčků C a D. Při otáčení balíčků A a B sice dosahovali vysokého zisku, avšak pokuty, kterými byli trestáni, byly tak vysoké, že v půli hry zbankrotovali a museli si od vyšetřujícího („bankéře“) dodatečně půjčovat. Tak se během hry choval zejména Elliot, který sám sebe stále popisoval jako konzervativce, který riskuje málo. Dokonce i normální lidé, kteří sami sebe popisovali jako vysoce rizikové a jako hazardéry, hráli na rozdíl od něj prozíravě. Na konci hry navíc Elliot věděl, které balíčky byly špatné a které ne. Když se experiment o několik měsíců později opakoval s odlišnými kartami a odlišným značením balíčků, choval se Elliot stejně jako v každodenních skutečných situacích, kde jeho chyby trvaly.

Rozhodovat se v reálných životních situacích nebylo pro Phinease Gage snadné v důsledku poškození mozku. Náš pokus je první laboratorní způsob, jímž se podařilo jeho obtíž změřit. Pacienti s poškozením čelních laloků, jejichž chování a postižení jsou srovnatelná s Elliotovým, se chovali v tomto testu podobným způsobem jako on.

Proč by měl právě tento úkol být tím pravým, když ostatní selhaly? Pravděpodobně proto, že tak věrně napodobuje život. Úkol probíhá v reálném čase a připomíná normální karetní hry. Ve hře jsou odměna a trest jasně vyjádřeny v penězích. Zaměstnává subjekt honbou za výhodami, obsahuje riziko a nabízí výběr, ale neříká, jak, kdy nebo co vybrat. Výběr z možností je zatížen mnoha nejistotami a jediný způ-



24) Sloupečkový graf zobrazuje výsledky hráčských experimentů podle typu volby balíčku. Zdraví „hráči“ obecně preferují balíčky C a D, zatímco pacienti s poškozením čelních laloků se chovají opačně. Rozdíly v chování jsou statisticky významné.

sob, jak tuto nejistotu minimalizovat, je vytušit možné riziko, odhadovat pravděpodobnost, a to jakýmkoli dostupnými prostředky, protože přesná kalkulace je nemožná.

Neuropsychologický mechanismus odpovídající za toto chování je fascinující, zejména u pacientů s postižením čelních laloků. Elliotovo úsilí během úkolu bylo značné, plně se soustředil, spolupracoval a zajímal se o výsledek. Vlastně chtěl vyhrát. Co jej přimělo k tak katastrofálnímu výběru? Stejně jako u jeho dalších projevů chování nebyl na vině nedostatek znalostí nebo nedostatečné pochopení situace. Jak hra postupovala, základní východiska pro volbu byla konstantně dostupná. Když prohrál 1 000 dolarů, uvědomil si to, protože platil vyšetřujícímu pokutu. A přesto i nadále volil balíčky se stodolarovkami, jež mu v případě pokuty přinášely velkou ztrátu. Nelze dokonce ani tvrdit, že pokračování ve hře vyžadovalo dodatečnou paměťovou zátěž, protože trvale špatné nebo pozitivní výsledky se okamžitě projeví. Jak se ztráty hromadily, musel si Elliot a další pacienti s postižením čelních laloků brát půjčky, které byly zřetelným dokladem negativního průběhu jejich hry. A přesto volili nevýhodně déle než jakákoli jiná skupina subjektů dosud při tomto testu pozorovaná, včetně několika pacientů s postižením mozku mimo čelní laloky.

Pacienti s rozsáhlými lézemi někde jinde v mozku, například vně prefrontální oblasti - za předpokladu, že mají v pořádku zrak a mohou pochopit instrukce -, hrají hazardní hru jako zdraví lidé. Platí to dokonce i pro pacienty s postižením řeči. Pacientka s těžkou anomii [anomie je neurologický termín pro poruchu pojmenování, která je důsledkem poškození mozku] způsobenou poruchou funkce levé spánkové kůry vyjadřovala během celé hry svou porušenou řečí hlasité obavy, že jí nedává smysl, oč běží. Přesto byl v podstatě její výkon bez formálních chyb. Přesto odhodlaně vybírala to, k čemu ji vedla její perfektně zachovalá racionalita.

Co se mohlo dít v mozcích lidí s postižením čelních oblastí? V úvahu připadá několik následujících mechanismů: 1) Nemají takový cit pro trest jako lidé normální a jsou ovlivnitelní pouze odměnou. 2) Stali se tak citlivými k odměně, že už její pouhá možnost vede k tomu, že přehlížejí trest. 3) Jsou k trestu a odměně stále citliví, ale ani trest, ani odměna nepřispívají k automatickému označení nebo trvalému rozvoji předvídání budoucích výsledků, a proto upřednostňují volby, jež bezprostředně vedou k odměně.

Ve snaze vybrat mezi těmito možnostmi vymyslel Antoine Bechara jiný úkol, v němž obrátil posloupnost odměny a trestu. Nyní přišel nejdřív trest, v podobě velkých nebo méně velkých pokut při každém otočení karty, zatímco odměny byly rozptýleny - odměňovaly jen některé karty. A stejně jako v první hře dva balíčky přinášely zisk, zatímco jiné dva balíčky znamenaly prohru. V tomto novém úkolu podával Elliot výsledky vcelku jako normální zkoumaní jedinci a totéž platilo pro další pacienty s postižením čelních laloků. Takže vysvětlení, že Elliot a ostatní pacienti s frontálním postižením byli necitliví pouze k trestu, nemohlo odpovídat skutečnosti.

Další část důkazů mluvicích proti hypotéze necitlivosti k potrestání vzešla z kvantitativní analýzy výkonů pacientů v prvním úkolu. Ukázala, že bezprostředně po zaplacení pokuty se pacienti vyhýbali balíčku, z něhož pocházela špatná karta, stejně jako zdraví účastníci hry, ale potom, na rozdíl od normálních účastníků, se ke špatnému balíčku vraceli. To dokazuje, že pacienti jsou stále vnímaví vůči trestu, nicméně vliv trestu příliš dlouho nepřetrvává, pravděpodobně proto, že nemá vazbu na způsoby, jimiž tito lidé předpovídají svou budoucnost. Rovněž to naznačuje, že pacienti stále brali v úvahu trest, ačkoli se zdá, že účinky trestu neměly dlouhé trvání, pravděpodobně proto, že nebyly spjaty s formulací předpovědí ohledně budoucích vyhlídek.

## Krátkozrakost pro budoucnost

Podle mechanismu popisujícího třetí hypotézy by pozorovatel zvnějšku nabyt dojmu, že pacienty daleko víc zajímá přítomnost než budoucnost. Tito pacienti, připravení o možnost „markerovat“ a vytvářet předpovědi do budoucnosti, se řídí do značné míry bezprostředními zájmy a budoucnost je jim vskutku „ukradená“. Z toho plyne, že pacienti s poškozením čelních laloků rozsáhle přehánějí normální základní rys chování - žít pouze v přítomnosti - a do budoucnosti žádné naděje nevkládají. Ale zatímco normální a sociálně adaptovaní jedinci mají tuto tendenci pod kontrolou, zejména v situacích, kdy jim na tom osobně záleží, u pacientů s postižením čelních laloků je tato tendence natolik silná, že jí snadno podléhají. Způsob, jakým tito pacienti předvídají budoucnost, bychom mohli pojmenovat jako „krátkozrakost pro budoucnost“, což je koncept, který byl navržen pro vysvětlení chování jedinců pod vlivem alkoholu a dalších drog. Opilost natolik panoráma naší budoucnosti zúží, že téměř nic jiného než přítomnost neprobíhá jasně.<sup>3</sup>

Mohli bychom uzavřít, že výsledkem poškození je u těchto pacientů ztráta všeho, co jejich mozky získaly vzděláním a socializací. Jedním z lidských rysů, díky němuž se ostatním tvorům co nejvíce vzdalujeme, je schopnost naučit se vést budoucím prospěchem, a ne bezprostředními výsledky. Tuto schopnost si začínáme osvojovat v dětství. U pacientů s postižením čelních laloků zasáhne mozkové poškození nejen do úschovny těchto příslušných znalostí, které se do té doby nashromáždily, ale i dále zhoršuje schopnost získávat nové znalosti stejného typu. Podobně jako v dalších případech poškození mozku je jediným aspektem vyvažujícím snad částečně tuto tragedii možnost vědeckého zkoumání. Povaha procesů, které se ztratily, se skutečně může objasnit.

Víme, kde hledat léze, jež tento problém způsobují. Víme něco o neuronálních systémech obsažených v oblastech poškozených těmito lézemi. Ale jak je možné, že jejich zničení náhle vede k tomu, že budoucí důsledky přestávají ovlivňovat rozhodování? Při podrobné analýze tohoto procesu se nabízejí různé možnosti.

Je pochopitelné, že „obrazy“, jež tvoří scénář budoucnosti, jsou slabé a nestálé. „Obrazy“ by se aktivovaly, ale nevydrží ve vědomí tak dlouho, aby hrály roli při správném uvažování. V neuropsychologických pojmech by se řeklo, že pokud jde o „obrázky“ budoucnosti, pracovní paměť a/nebo pozornost nefungují dobře. A to bez ohledu

na to, zda jde o „obrázky“ týkající se tělesných stavů nebo skutků mimo tělo.

Jiné vysvětlení, proč budoucí výsledky u postižených lidí přestávají ovlivňovat rozhodování, vychází z myšlenky somatických markerů. Dokonce i kdyby „obrazy“ budoucích důsledků byly stabilní, poškození přední a vnitřní části prefrontální kůry by zabraňovalo probuzení patřičných signálů tělesného stavu (prostřednictvím tělesné smyčky nebo „kvazismyčky“) a v důsledku toho by odpovídající scénáře budoucnosti už nebyly značené (markerované). Jejich význam by nebyl jasný a pozbyly by vliv na rozhodování nebo by je významné bezprostřední šance snadno „přebily“. Ve svém vylíčení zajdu ještě dále a řeknu, že to, co by bylo ztraceno, by byl mechanismus tvorby automatických předpovědí významu budoucího výsledku. U normálních jedinců účastnících se hráčských experimentů by o významu budoucího výsledku rozhodla opakovaná vystavení různé míře trestu a odměny odpovídající danému balíčku. Jinými slovy, mozek by spojil určitý stupeň špatného a dobrého s každým balíčkem, A, B, C i D. Základní proces by byl nevědomý a spočíval by ve zvažování frekvence a množství negativních stavů. Neuronálním vyjádřením těchto skrytých nevědomých nástrojů uvažování by mohl být ovlivňující somatický stav. V mozku lidí s poškozenými čelními laloky se takové procesy neodehrávají.

Můj současný názor kombinuje dvě možnosti. Aktivace příslušných tělesných stavů je kritickým faktorem. Ale - jak se rovněž domnívám - mechanismy somatických stavů posilují jak uchování, tak optimalizaci činnosti pracovní paměti a pozornosti, které se týkají scénářů pro budoucnost. Zkrátka nemůžete formulovat a užívat adekvátní „teorie“ pro svou mysl a pro mysl druhých, když vám něco, jako je somatický marker, chybí.

### **Předvídaní budoucnosti a fyziologické koreláty**

Přirozené sledování hráčských experimentů vymyslela Hanna Damasiová. Navrhla, aby se v průběhu hazardních her měřila odpověď elektrické kožní vodivosti normálním účastníkům i pacientům s postižením čelních laloků. Budou se takoví pacienti chovat jinak než normální lidé a jak?

Antoine Bechara a Daniel Tranel došli k názoru, že by tuto otázku bylo možno zodpovědět tím, že by pacienti a zdraví lidé hráli karetní hru a současně by byli napojeni na polygraf. Získali tak dvě paralelní

skupiny údajů - o tom, jak se pacienti chovali, a o tom, jak se měnila jejich kožní vodivost.

Z první várky výsledků získali celý soubor údajů. Jak normální lidé, tak pacienti s postižením čelních korových oblastí vytvářeli odpovědi kožní vodivosti v souvislosti s každou odměnou nebo trestem, jež po otočení příslušné karty následovaly. Jinak řečeno, během několika sekund bezprostředně následujících po odměně nebo po zaplacení pokuty reagovali normální stejně jako nemocní dostatečně a z toho vyplývala odpověď kožní vodivosti. To znovu ukazuje, že pacienti mohou vytvářet odpovědi kožní vodivosti za určitých podmínek, avšak za jiných nikoli. Je zřejmé, že reagují na bezprostřední podněty - na světlo, zvuk, ztrátu, zisk -, ale nereagují, je-li spouštěč mentální reprezentací něčeho souvisejícího s podnětem, ale nedostupného přímému vnímání. Na první pohled bychom mohli jejich předvídatost popsat rčením „sejde z očí, sejde z mysli“, které Patricia Goldmanová-Rakicová často používá k popisu defektu pracovní paměti, jež je výsledkem poruchy funkce zadní a vnější čelní kůry. Ale my víme, že u těchto pacientů to, co „sešlo z očí“, může stále být „v mysli“, ale nemá to význam. Možná se pro naše pacienty lépe hodí úsloví „sešlo z očí, nesešlo z mysli, ale je to jedno“.

V celé řadě otočení karty se začalo u normálních subjektů ukazovat něco velmi zajímavého. V období bezprostředně předcházejícím jejich výběru karty ze špatného balíčku, tedy zatímco hráči uvažovali, rozvažovali nebo se rozhodli vybrat z toho, o čem experimentátor věděl, že je špatný balíček, byla u nich zaznamenána odpověď kožní vodivosti a její velikost se během hry zvyšovala. Zkrátka mozky normálních subjektů se postupně učily předvídat špatný výsledek a signalizovaly relativní špatnost určitého balíčku před vlastním otočením karty.<sup>4</sup>

Zjištění, že normální hráči nevykazovali tyto odpovědi, když hra začala, že se k těmto odpovědím dopracovávali teprve na základě zkušenosti a že intenzita těchto odpovědí narůstala v souvislosti s nabýváním negativních a pozitivních zkušeností, naznačovalo, že mozky normálních jedinců se o situaci učily něco důležitého a snažily se předvídat a předem signalizovat, co by nebylo do budoucna dobré. Taková odpověď u normálních subjektů byla fascinující, ale to, co jsme viděli v záznamech pacientů s postižením čelních korových oblastí, fascinovalo ještě více. *U pacientů jsme totiž nezjistili vůbec žádné předvídané odpovědi, žádné známky toho, že by jejich mozky předpovídaly negativní budoucí výsledek.*

Tento výsledek pokusů možná více než jakýkoli jiný ukazuje jak

klíčovou obtíž, tak značnou část za ni zodpovědné neuropatologie těchto pacientů. Neuronální systémy, které by jim dovolily učit se, čemu se vyhnout nebo čemu dát přednost, u nich nefungují, a proto tyto lidé nedovedou vytvářet odpovědi hodící se na novou situaci.

Ještě nevíme, jak se předpověď výsledku negativní budoucnosti při našem hráčském experimentu vyvíjí. Můžeme se dohadovat, zda testovaní rozpoznávali špatnost a správnost u každého balíčku a automaticky spojovali tuto předtuchu s tělesným stavem „špatnosti“, který mohl posléze začít fungovat jako varovný signál. V takto formulované úvaze rozum, kognitivní odhad (odhad na základě poznávání), předchází tělesné signalizaci, ovšem tělesná signalizace je pro provádění stále věcí zcela zásadní, neboť víme, že pacienti se nemohou chovat „normálně“, dokonce i kdyby věděli, které balíčky jsou špatné a které dobré.

Existuje však ještě další možnost. A to, že skryté nevědomé vyhodnocování jakékoli vědomé procesy předchází. Prefrontální neuronální síť by se vměšovala do porovnávání dobrých a zlých vlastností balíčků na základě četnosti dobrých a špatných somatických stavů, které jedinec prožije *poté*, co byl potrestán nebo odměněn. S pomocí tohoto automatizovaného třídění by subjekt snadněji přemýšlel o pravděpodobné špatnosti nebo dobroti každého balíčku, tj. byl by veden do teorie hry. Základní tělesné regulační systémy by připravily základ pro vědomé poznávací (kognitivní) zpracování. Bez takové přípravy by uskutečnění toho, co je dobré a co je špatné, buď nikdy nenastalo, nebo by přišlo příliš pozdě a v malé míře.

## 10. Mozek a tělo

»

### Není myslí bez těla

„Tělo mu vlezlo na mozek“ je jeden z nepříliš známých slavných epigramů Dorothy Parkerové. Můžeme si být jisti, že nespoutaný důvtip paní Parkerové se nestaral o neurobiologii, že nepoukazovala na Williama Jamese ani že neslyšela o Georgi Lakoffovi nebo Marku Johnsonovi, lingvistovi a filozofovi, kteří jistě tělo ve svých myslích měli.<sup>1</sup> Ale její výrok možná trochu rozptýlí čtenáře, kteří jsou z mých disputací o mozku, jenž si je vědom těla, celí nesví. Na následujících stránkách se vrátím k myšlence, že tělo poskytuje základ pro mysl.

Představte si, že se kolem půlnoci sami vracíte pěšky domů a najednou si uvědomíte, že za vámi s nepříliš velkým odstupem někdo jde. Podle selského rozumu váš mozek zaznamená ohrožení, vybaví si několik možností volby, jednu vybere, koná podle ní a tak snižuje nebo eliminuje riziko. Jak jsme viděli v kapitole o emocích, všechno je však mnohem komplikovanější. Neuronální a chemické aspekty odpovědi mozku od základů mění způsob, jakým tkáně a celé orgánové systémy fungují. Mění se dostupnost energie a metabolismus celého organismu stejně jako připravenost imunitního systému, celkový biochemický profil organismu se rychle proměňuje, kosterní svaly, které umožňují pohyb hlavy, trupu a končetin, se stahují a signály o všech těchto změnách směřují zpět do mozku, některé neuronálními cestami, jiné chemicky cestou krevního řečiště. Stav těla, nepřetržitě se proměňující, ovlivní neuronálně i chemicky centrální nervový systém na různých místech. Mozek zaznamená nebezpečí (nebo nějakou podobně vzrušující situaci) - a výsledkem je zásadní odchylka od běžné činnosti, jak v jednotlivých částech organismu („lokální“ změny), tak v organismu jako celku („globální“ změny). Nejdůležitější je, že změny probíhají *jak* v mozku, *tak* ve vlastním těle.

Bez ohledu na řadu známých příkladů takových složitých vzájemných interakcí jsou tělo a mozek obvykle pojímány jako oddělené čás-