

FRANTIŠEK KOUKOLÍK

LIDSTVÍ

Neuronální koreláty



Upozornění

Všechna práva vyhrazena.

Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele.

Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Galén

Na Bělidle 34, 150 00 Praha 5

www.galen.cz

© Galén, 2011

FRANTIŠEK KOUKOLÍK

LIDSTVÍ / neuronální koreláty

EDICE MAKROPULOS

FRANTIŠEK KOUKOLÍK

LIDSTVÍ

Neuronální koreláty

Galén

© Galén, 2010

ISBN 978-80-7262-733-2 (PDF)

ISBN 978-80-7262-734-9 (PDF pro čtečky)

Předmluva

O pochopení a popis lidství neboli národy, lidské přirozenosti, se celé psané dějiny pokoušejí filosofové většiny škol, teologové snad všech náboženství a s nimi řada umělců. Teprve později se s ním začali trápit historici i lékaři a spolu s evolucionisty i sociologové a psychologové. Kognitivní, afektivní a sociální neurověda jsou na této cestě nejmladší.

Knížka, kterou otevíráte, navazuje na autorův *Sociální mozek* (2006). Ve třinácti kapitolách popisuje, co dělá člověka člověkem na úrovni funkčních systémů lidského mozku a jejich vztahů jak k zevnímu světu, tak k sobě vzájemně. Genové a buněčné roviny stavby a činnosti mozku se nedotýká, zato přesahuje do psychologické a sociální roviny.

Mentalizace vypráví o tom, jak malé děti začínají poznávat, že druzí lidé nejsou věci a mají vlastní, přímo nerozlišitelné niterné stavy.

Kapitola o sebeuvědomování popisuje velký objev intrinsického neboli default systému lidského mozku, sítě, jejíž část propůjčuje lidem vědomí sebe sama.

Empatie nebo vcitování je další základní znak lidství. Kde v mozku je? A jak funguje?

Možná, že čtenáře překvapí, jak blízko k sobě mají praxie a jazyk a jak se vyvíjely ruku v ruce.

Kapitola o osobnosti říká, že přinejmenším dva základní rozměry pětirozměrového modelu mají neuronální korelát, což platí i pro model sedmírozměrový.

O hudbě se říká, že je jazykem andělů. Je hudba vedlejší výtvar evoluce, nebo je adaptací? Kde v mozku »sídlí« hudba?

Neuronální koreláty mají humor, mají je i rozdíly mezi ženským a mužským mozkem.

A co je lidštějšího než morální, právní a ekonomické rozhodování? Co se nám děje v hlavě, když si o nějakém chování myslíme, že je dobré nebo špat-

né, spravedlivé nebo nespravedlivé? A které části mozku mění činnost, chováme-li se ekonomicky racionálně, nebo naopak?

Někteří náboženští představitelé říkají, že jádrem jejich poznání je něco, čemu říkají tajemství. Zajímá vás, co se lidem v hlavě děje v průběhu náboženské a spirituální zkušenosti? Je náboženství, stejně jako hudba a možná i jazyk, vedlejší výtvar evoluce, nebo má nějaký základní adaptivní význam?

Kniha je určena především lékařům a studentům medicíny, dále psychologům, sociologům, právníkům a ekonomům, a snad i teologům, kteří se nebojí jazyka neurovědy, byť budou z knížky pravděpodobně číst jen tu kapitolu, která je předmětem jejich každodennosti.

Knížka je stručná, hutná a náročná. Není nutné číst hned a vše. Je možné vracet se k jednotlivým experimentům a uvažovat o nich. Je dobré mít na mysli, že během několika let bude výklad mnoha skutečností odlišný. Vývoj kognitivní, afektivní a sociální neurovědy je mimořádně rychlý – se všemi riziky, které takovou rychlost doprovázejí.

Rád bych předešel možnému nedorozumění.

Jestliže bude mít filosoficky laděný čtenář dojem, že knížka je redukcionistická, bude mít pravdu, stejně jako ji mít nebude.

Knížka popisuje experimenty. To jsou modely chování složitých systémů ve zjednodušených laboratorních podmínkách. Takže redukovat musí. Na druhé straně si nemyslím, že mentalizace, empatie, sebeuvědomování a všechny další základní pojmy popisující lidství lze redukovat na činnost synapsí, resp. činnost funkčních neuronálních sítí velkého rozsahu. Pominul bych tím těžko zbadatelnou hloubku a složitost směřující jak do světa kvantových událostí, tak do světa psychologického, sociálního a historického. Jsem si vědom nepředpověditelných jevů, které nastávají v jakémkoli složitém vyvíjejícím se systému. Na druhé straně mám za to, že se je dřív nebo později podaří uchopit vědeckými prostředky.

Obrázky jsou pro celou knížku společné, protože všechny kapitoly, byť v různém rozsahu, užívají Brodmannovu mapu i názvy závitů a rýh mozkové kůry.

František Koukolík

Mentalizace

Přehled

*Mentalizace (theory of mind) je projev činnosti oboustranné neuronální sítě velké-
ho rozsahu v čelních, spánkových a temenních lalocích. Úlohy zatěžující mentaliza-
ci aktivují zejména mediální prefrontální kůru, přední cingulární kůru, precuneus,
zevní oblasti středu spánkových laloků, kůru na hranici spánkového a temenního
laloku, kůru sulcus temporalis superior a kůru pólů spánkových laloků.*

*Předpokládá se, že korové oblasti rozkládající se od předních částí cingulární-
ho závitů až k frontálnímu pólu, zejména paracingulární kůra, zpracovávají se-
be-reflexi, vnímání osob a tvorbu úsudků o myšlenkách druhých osob. Korové ob-
lasti v okolí spojení spánkového a temenního laloku, neboli temporoparietální
junkce (TPJ), aktivují uvažování o tom, co se děje v mysli druhých osob, odhadu
toho, co si pozorovaná osoba právě myslí, co ví nebo neví, kromě toho rozlišování
sebe od druhých lidí.*

*Mentalizace je do jisté míry lateralizována, nicméně některé práce soudí, že
pro reprezentaci obsahu vědomí druhého člověka je nutná činnost pravé TPJ, jiná
studie došla k závěru, že je reprezentuje levá TPJ.*

*Mediální prefrontální kůra a přední část cingulární kůry odlišují já od dru-
hých lidí, monitorují omyly a odlišují významné podněty od podnětů nevýznam-
ných. Předpokládá se, že precuneus se podílí na zkušenosti »jsem to já, kdo něco
dělá, je to někdo jiný nebo něco jiného, kdo něco dělá«, neboli agency, kromě toho
je součástí sítě sebe-uvědomování neboli jáství.*

*Spánková kůra sulcus temporalis superior obsahuje zrcadlové neurony, jejichž
činnost je klíčově významná pro imitaci a poznávání záměrných pohybů.*

*Činnost amygdal, insulární a orbitofrontální kůry patrně přispívají k afektivnímu
»zabarvení« myšlenek a záměrů. Insulární kůra se aktivuje při rozlišování
nečestného jednání.*

Mentalizace (orig. theory of mind, zkratka ToM, doslovně »teorie duševních stavů«, také »folková, naivní, lidová psychologie«) je:

- schopnost chápat, že pozorované osoby nebo věci, které nějakým způsobem jednají, nebo mají tuto schopnost (orig. »agents«), jsou nositelé duševních stavů, které nelze pozorovat přímo, například přesvědčení, víry, touhy po něčem;
- zároveň schopnost vysvětlit a správně nebo mylně předpovídat chování »agentů«^[P1] v pojmech těchto duševních stavů.

Mentalizace u zvířat

Otázka, zda mentalizují i šimpanzi, se zkoumá třicet let. Studie shrnující výsledky tohoto výzkumu (Calland a Tomasello, 2008) uvádí, že šimpanzi v porovnání s lidmi mentalizují jen částečně. Několik vzájemně odlišných experimentálních modelů dokládá, že šimpanzi vnímají a znají příslušníky vlastního druhu, chápou jejich záměry a cíle.

Důkaz, že by šimpanzi chápali mylné přesvědčení, považované za test lidské mentalizace, však podán nebyl.

Šimpanzi tedy vnímají a chápou cíle druhých šimpanzů i lidí, pokud s nimi žijí, plně vyvinutou lidskou mentalizaci, která poznává přesvědčení a touhy druhých lidí, však nemají.

Zcela skepticky vyznívá studie Penna a Povinelliho (2007), která analyzuje výsledky experimentů se šimpanzi a havranovitými ptáky. Autoři si v ní kladou čtyři otázky:

1. Co přesně pro neverbálního živočicha znamená pochopení, resp. reprezentace mentálního stavu druhého živočicha?
2. Co by mělo a nemělo být přesvědčivým empirickým důkazem, že neverbální kognitivní agent má systém chápající a tvořící reprezentace mentálních stavů adaptivním způsobem?
3. Proč všechny současné experimentální modely nepodaly přesvědčivý důkaz, že by živočichové, kteří nejsou lidmi, měli cokoli, co by se jen vzdáleně podobalo mentalizaci?
4. Jaký typ experimentů by mohl přesvědčivý důkaz podat?

Autoři mají za to, že zkoumaní živočichové nemají nic, co by se byť vzdáleně podobalo mentalizaci.

K opačnému závěru dospěl nový experiment s označovanými strakami postavenými před zrcadlo (Prior et al., 2008). Straky se chovaly podobně jako šimpanzi – jejich chování, jak plyne přesvědčivě z videozáznamů, které jsou součástí publikované práce, bylo cíleno na značku, kterou nemohly spatřit na svém těle, ale viděly ji v zrcadle.

Mentalizace, přisuzování myšlenek a cílů druhým lidem, případně objektům, je jedno z těžišť lidského sociálního života. Vytváří se v raném dětství a předškolním věku. Duševní neboli mentální stavy však patří mezi nejabstraktnější pojmy. Jak je možné, že tak abstraktní pojmy zvládají tak malé děti, které nevládají jiné abstraktní pojmy?

Jedna z odpovědí říká, že lidé přicházejí na svět coby malí vědci, kteří objeví touhy, přesvědčení a záměry druhých lidí pozorováním, experimentováním a stavbou teorie. To je problematická odpověď. Například chování přírody popsané Newtonovými zákony je viditelné denně. Tyto zákony byly objeveny geniálním jedincem až v 17. století n.l., předškoláci je sami neobjeví.

Pravděpodobnější je analogie s barevným viděním. Děti netvoří teorie o tom, co je barva. Vrozený neuronální mechanismus začne reprezentovat barvy, reprezentace barev uvede do vztahu s příslušnými podněty ze zevního světa. Lidská schopnost porozumět myšlenkám a pocitům jiných lidí, mentalizace, se nezačíná vyvíjet jako teorie, ale jako mechanismus označovaný zkratkou ToMM (theory of mind mechanism, mechanismus mentalizace). Lze ji považovat za součást základní funkční architektury lidského mozku, modulů specializovaný na rozlišování duševních stavů. Poškození mechanismu mentalizace poškozuje sociální učení, což je nejvíc patrné u dětí postižených omezením ze spektra autismu (Leslie et al., 2004).

Anekdotická pozorování dokládají mentalizaci u delfínů a slonů.

Dvě teorie vysvětlující mentalizaci

V současnosti vysvětlují mentalizaci dvě teorie:

teorie-teorie (TT), *simulační teorie* (ST, přehled Apperly, 2008) a jejich integrace (Keyers a Gazzola, 2007). TT předpokládá, že mentalizace je množina pojmů, tužeb, přesvědčení a pravidel, na jejichž základě jsou tyto pojmy v interakci. Příklad: lidé jednají tak, aby nasýtili své potřeby vznikající na základě jejich představ. Různí autoři vysvětlují tyto pojmy a pravidla velmi různě, od symbolů a pravidel operací se symboly až k domněnkám, k nimž máme vědomý přístup. Všechna vysvětlení však sdílejí předpoklad, že uvedené pojmy a pravidla tvoří kauzální teorii, na jejímž základě vzniká chování, a že tato teorie je nástroj vysvětlující a předpovídající duševní stavy a chování »agentů«.

ST má za to, že TT dobře mentalizaci nevysvětluje. ST má za to, že jsme nositelé duševních stavů, které se podobají duševním stavům druhých lidí. Jestliže tedy uvažujeme o duševních stavech druhých lidí, pak v sobě jejich duševní stavy modelujeme, což je možné »off-line«. K vysvětlení a předpovědi chování druhých jedinců, obecně »agentů«, tedy není teorie nutná. Podobně jako v případě TT i teoretici ST se v popisu toho, co se vlastně simuluje, odlišují.

Jak TT, tak ST vyžadují, aby »agent« měl nějaké počáteční informace o »cíli«.

Schematický přehled TT:

Obecné principy mentalizace:

- lidé vyhledávají věci, po kterých touží;
- lidé se chovají podle svých přesvědčení, nikoli podle objektivní reality;
- lidé jsou nešťastní, jestliže své potřeby nenasytí.

Počáteční informace o »cíli«:

- pivo je ve studeném pultu;
- cíl je přesvědčen, že pivo je v lednici;
- cíl chce pivo.

Předpověď:

- cíl půjde k lednici;
- cíl bude zklamán.

Podle ST subjekt nejprve svůj systém rozhodování, který ho ve stavu on-line vede do akcí, uvede do stavu off-line. Rozhodovací systém subjektu ve stavu off-line zná počáteční informace o potřebách, touze a přesvědčení cíle.

Rozhodovací systém subjektu pak vytvoří předpověď rozhodování a chování cíle.

Platnost obou teorií ani modelu, jenž vznikl jejich sloučením, nebyla doložena (Apperly, 2008).

Funkční neuroanatomie mentalizace

Mentalizace aktivuje neuronální síť velkého rozsahu (Abu-Akel, 2003; Saxe et al., 2004; Gallese, 2006; Lissek, 2008) tvořenou:

- mediální prefrontální kůrou;
- kůrou přední části gyrus cinguli;
- kůrou precuneu;
- kůrou na hranicích temenního a spánkového laloku, některé studie chápou kůru zadní části sulcus temporalis superior a zevní části středního spánkového závitu jako její součást;
- póly spánkových laloků.

Korová oblast rozkládající se od přední cingulární kůry a pólu čelního laloku, zvláště pak paracingulární kůra, zpracovává informace při sebe-reflexi, Jáství, vnímání druhých osob a úsudků týkajících se myšlení druhých lidí. Uvažování o obsahu vědomí druhých lidí, odlišování sebe od druhých lidí a odhad toho, co si právě druhý člověk myslí a co ví, namáhá kůru na hranicích spojení spánkových a temenních laloků.

Mediální prefrontální kůra a přední cingulární kůra se rovněž podílejí na odlišování sebe od druhých lidí, monitorují chyby a odlišují významné podněty od podnětů nevýznamných.

Do jaké míry jsou tyto funkce lateralizované, není zcela jasné. Výsledky studií jsou rozporné. V průběhu této zátěže byla zjištěna levostranná i pravostranná aktivace kůry spojení na hranicích spánkového a temenního laloku.

Předpokládá se, že činnost kůry precuneu se podílí na sebe-uvědomování a poznávání aktivně jednajících činitelů (>agency«, viz^[P11]).

Korové oblasti kolem sulcus temporalis superior obsahují zrcadlové neurony, o nichž je víc v kapitole Jazyk a praxe. Jejich funkce je klíčová pro imitaci a poznávání záměrných pohybů.

Jakmile dítě sahá pro sušenku, přihlížející rodič ví okamžitě, co dítě chce. A naopak: šestiměsíční děti odpovídají, jakmile vidí dospělého člověka sahat po něčem novém. (Koukolík, 2008) Jakmile však akce proběhne opakovaně, dojde u dětí k habituaci. Tyto zkušenosti byly užity v experimentu s dospělými lidmi. Pokud si kladl otázku, které mozkové oblasti jsou činné při odhadování cíle pohybu druhé osoby. Dospělým lidem byla proto předváděna série filmových záběrů ukazujících cílené pohybové akce. Sekvence byly kontrolovány tak, že některé cíle byly nové, jiné byly vzhledem k předchozím filmovým záběrům opakované. Opakovaná prezentace přitlumila aktivitu dvou korových oblastí levého sulcus intraparietalis. Aktivita obou oblastí přitom nebyla citlivá na trajektorii pohybu. Cíl pozorované akce zpracovává kůra přední části levého sulcus intraparietalis. V této oblasti jsou zrcadlové neurony (Hamilton a Grafton, 2006).

Předpokládá se, že aktivita amygdal, orbitofrontální a insulární kůry přispívají k afektivnímu zbarvení doprovázejícímu vyhodnocování myšlenek a záměrů. Insulární kůru vysoce aktivuje poznání, že se druhá strana dopustila vůči nám podrazu.

Některé přehledy funkčních neuroanatomických prací zkoumajících mentalizaci vycházejí z jejich vývojových stupňů počínaje batolecím věkem.

Poznávací rejstřík batolat týkající se duševních stavů druhých lidí je omezený. Je nutné odlišovat pouhou citlivost na podněty, jejichž zdrojem může být druhý člověk, která se může týkat i pohybů lidského těla, směru pohledu a emočních projevů, od složitějšího, mentalistického přisuzování vjemů, emocí, niterných prožitků druhé osobě. Za klíčové znaky schopnosti mentalizovat se považují *reference*, přisuzované duševní stavy se týkají předmětů a situací, a *koherence*, výsledky přisuzování mentálních stavů jsou v systematických a kauzálních interakcích.

Klíčovým testem dosažené mentalizace je test mylného přesvědčení (*false belief*). Úspěch při řešení testu se vykládá dvěma způsoby: jednou možností je, že děti ve věku 3–4 let »vyzrají«, takže jsou schopny reprezentace pojmu »přesvědčení« druhé osoby; jde tedy o nově získanou schopnost. Druhou možností je, že malé děti nositeli tohoto pojmu již jsou, test však nezvládají proto, že jsou »nezralé« další nutné funkce.

Ve stejné době, kdy děti zvládnou test mylného přesvědčení, zvládají i kontrolu inhibice a některé aspekty syntaxe.

U dospělých lidí je tato problematika řešena funkčními zobrazovacími metodami. Úkolem vyšetřovaných zdravých lidí je pochopit motivaci, pocity a činy postav z příběhů, které vyslechli; nebo se lidé dívali na obrázky rozmanitých předmětů a otázka zněla, zda by jejich funkci rozuměl Kryštof Kolumbus.

Úvaha říká, že oblast, které by se dala přičítat mentalizace:

- by měla zvyšovat aktivitu při všech podnětech, které znamenají přisuzování přesvědčení druhé osobě, bez ohledu na to, zda je pravdivé, nebo mylné;
- odpověď oblasti by měla být specifická;
- další otázka zní, zda se uvažovaná oblast odlišuje od oblastí, které reprezentují jiné duševní procesy, například emoce.

Behaviorální experimenty s kojenci a batolaty dokazují, že se v prvních dvou letech života začne projevovat činnost systému, který je schopen uvažovat o vnímání, emocích a cílech druhých lidí. Kolem čtvrtého roku věku se objevuje systém reprezentující přesvědčení druhých lidí (Koukolík, 2008).

Při výkladu experimentů s dospělými lidmi, které užívají funkční zobrazovací metody a jsou cílené na pochopení mentalizace, jinak řečeno při studiu funkční anatomie mentalizace, je nutné odlišit systémy, které reprezentují vlastní duševní stavy, od systémů, které reprezentují duševní stavy druhých osob.

Reprezentace vlastních duševních stavů je podrobně popsána v části nazvané Sebeuvědomování.

Zde stručně připomenou, že se na reprezentaci vlastních duševních stavů podílejí zejména pravostranná zadní temenní oblast, zejména lobulus parietalis inferior (některé práce užívají pro označení této oblasti pojmy parietální operculum a temporo-parietální junkce).

Reprezentace mentálních stavů druhých jedinců aktivuje kůru sulcus temporalis superior, a to jak u non-humánních primátů, tak u lidí. U non-humánních primátů tato korová oblast výběrově odpovídá na zvuky druhých jedinců, dále na pohyby jejich rukou a tváří. Na pohyby neživých předmětů neodpovídá, rovněž neodpovídá na vlastní zvuky a pohyby.

Zadní část kůry sulcus temporalis superior, podobně jako přilehlou kůru horního spánkového závitu, aktivuje vnímání směru pohledu očí a pohyby úst druhého jedince u non-humánních primátů stejně jako u lidí. Kůru sulcus

temporalis superior výběrově aktivuje pozorování cílených akcí, například sledování záměrných pohybů, jakými jsou sahání po nějakém předmětu, uchopení předmětu, jeho držení nebo trhání. Na pohyby, z nichž záměr neplyne, zmíněná korová oblast neodpovídá.

Vyšetření 12 pacientů s ložiskovým poškozením mozku testováním cíleným na mylné přesvědčení prokázalo, že se dopouštějí chyb. U čtyř pacientů byly chyby vyloženy poškozením řídicích funkcí v důsledku poškození prefrontálních systémů. U tří nemocných byly chyby vyloženy poškozením levostranné kůry lobulus parietalis inferior (hranic spánkové a temenní kůry, Apperly et al., 2008.)

Některé oblasti mozku reprezentují jak vlastní duševní stavy, tak duševní stavy druhých jedinců

Patří mezi ně inferolaterální čelní kůra, ventrální a dorzální mediální prefrontální kůra, kůry přední části gyrus cinguli, orbitofrontální kůra a amygdala.

Tyto systémy tvoří dvě skupiny, přičemž oblasti za sulcus centralis Rolandi jsou obousměrně propojeny s oblastmi, které jsou před ním.

1. *skupina*: limbický a paralimbický systém odpovídá obvodu amygdala-orbitofrontální kůra-ventrální mediální prefrontální kůra a kůra přední části gyrus cinguli. Poškození amygdaly funkci systému poškodí. Oboustranné odstranění amygdaly vede u opic k těžkému poškození sociálního chování a efektivitě. U lidí odpovídá amygdala na směr pohledu a emoční expresi. Lidé s oboustranně poškozenou amygdalou nerozlišují důvěryhodné a nedůvěryhodné tváře. Pacienti s Aspergerovým syndromem neaktivují amygdalu, jestliže mají soudit z výrazu očí druhé osoby. Rané poškození levé amygdaly, zvláště bazálních jader, poškozuje reprezentaci mentální stavů.

Přední části cingulární kůry se podílejí na mechanismu orientované pozornosti, na zpracovávání emocí, aktivují je úkoly týkající se jáství – sebeprožívání. Mentalizace tyto korové oblasti aktivuje, a naopak pacienti s onemocněním z okruhu autismu mají v této korové oblasti poškozený metabolický obrat.

2. *skupina*: dorzální mediální prefrontální kůra a inferolaterální prefrontální kůra. Pravostranná orbitofrontální kůra se aktivuje při poznávání men-

tálních stavů druhých lidí. Pacienti s oboustranně poškozenou orbitofrontální kůrou nechápou prohrěšky proti společenskému chování. Poškození ventromediální prefrontální kůry oboustranně poškozuje schopnost zjistit, že jsme podváděni, poškození pravé strany je významnější než poškození levostranné. Rozsáhlejší poškození ventromediální prefrontální kůry je příčinou pseudopsychopatického chování. Tito pacienti mají narušené rozhodování týkající se sociálních vztahů a zvyklostí, chovají se asociálně bez ohledu na nepříznivé důsledky pro svou osobu, neodpovídají na trest ani na odměnu, ztrácejí pocit úzkosti.

Experimenty testující mentalizaci v průběhu interakce s roboty

Mladí muži a ženy hráli ekonomické hry Konec smlouvání (Ultimatum game) a Věžňovo dilema (Prisoner's dilemma), a to jak s lidmi, tak s počítačem (Rilling et al., 2004).

V průběhu jednokolové hry Konec smlouvání jsou dva hráči požádáni, aby si rozdělili finanční částku. Jeden hráč navrhne výši podílu, která případně každému z nich, druhý hráč nabídku přijme, nebo odmítne. Jestliže druhý hráč nabídku přijme, dostane každý hráč navržený podíl. Jestliže odmítne, nedostane nikdo nic. Předpověď říká, že by racionální hráč měl přijmout jakkoli nízkou nabídku. Testování předpovědi ve velkém počtu různých kulturních okruhů ukázalo: jakmile se nabídka začne blížit k 25 % celkové částky, roste pravděpodobnost odmítnutí.

Vícekolové Věžňovo dilema je ekonomická hra pro dva hráče. Oba mají dvě možnosti, a to s protihráčem spolupracovat, nebo ho podrazit. Individuální zisk je podmíněn podrazem, při spolupráci získávají oba hráči.

Experimentu, který užil obě hry, se účastnilo 11 žen a 8 mužů, kteří byli nejprve seznámeni s pravidly hry. Při hře Věžňovo dilema vznikají čtyři možnosti: oba hráči, A i B, spolupracují (CC), A spolupracuje, B podráží (CD), A podráží, B spolupracuje (DC), oba hráči podrážejí (DD). Výplata byla uspořádána tak, aby DC byla větší než CC, ta byla větší než DD a ta byla větší než CD. Kromě toho byla výplata při $CC > (CD + DC)/2$.

Protihráčem byl jednak člověk, jednak počítačový program.

Lidští partneři u hráčů aktivovali v průběhu obou her oblasti, které aktivuje mentalizace a sebeuvědomování, a to: pravostrannou střední a zadní část sulcus temporalis superior s přilehlými korovými oblastmi (BA 21, BA 39), pravostranný gyrus frontalis superior (BA 8), dorzomediální prefrontální kůru a přední část kůry g. cinguli (BA 9, BA 32), precuneus a okolní kůru (BA 7, 31), kromě toho hypothalamus, thalamus, střední mozek, levý hipokampus a levé putamen. V případě Vězňova dilematu nezáleželo na tom, zda partner spolupracuje nebo podráží. Míra aktivace jednotlivých oblastí byla v průběhu obou her odlišná.

Jestliže byl partnerem počítačový program, aktivovaly se v mozcích lidských hráčů na pravé straně lobulus parietalis inferior (BA 40), střední čelní závit (BA 10, BA 8), precentrální závit (BA 4), postcentrální závit (BA 2), kromě toho levý lobulus parietalis inferior (BA 40).

Odpověď na lidského partnera byla v oblastech, které rovněž odpovídaly na počítačový program, vydatnější.

V dalším experimentu (Krach et al., 2008) hrálo 20 lidí Vězňovo dilema s počítačem, funkčním robotem, s antropomorfním robotem a s člověkem. Počítač byl notebook bez lidské podoby, jeho klávesnice byla v průběhu hry němá. Funkční robot také neměl lidský tvar, ale bylo vidět klávesnici, na které pracovaly mechanické ruce. Antropomorfní robot měl lidský tvar, klávesnici mačkaly ruce podobné rukám lidským. Lidský partner byl člověk. Míra antropomorfní podoby tedy rostla. Hra lidí těšila tím více a lidé byli tím více soutěživí, čím víc se jejich protihráč měnil od notebooku k člověku. Úměrně tomu se lidem zvyšovala činnost těch oblastí mozkové kůry, které se namáhají v průběhu mentalizace: kůra vnitřní plochy čelních laloků a kůra na hranici spánkové a temenního laloku vpravo. Míra jejich aktivace rostla rovněž úměrně míře antropomorfizace, od pouhého počítače k člověku.

Spolupráce a podraz aktivují odlišné části mentalizační sítě

Specializaci jednotlivých částí mentalizační sítě zkoumal experiment, jenž řešil otázku, zda pochopení duševních stavů druhého člověka, týkající se spolupráce nebo podrazu zamýšlených třetí stranou, aktivuje vymezené oblasti mentalizační neuronální sítě.

Zdraví lidé se proto dívali na obrázky znázorňující scénáře spolupráce, podrazu nebo obojího. Úkolem pozorovatelů bylo určit záměry a přesvědčení protagonistů příběhu na obrázcích, jinak řečeno mentalizovat. Příběhy ukazovaly:

- situaci, v níž jeden člověk na druhém požadoval spolupráci, která vyústila do oboustranné výhody, příběh zdůrazňoval reciprocitu a poctivost;
- situaci, v níž jeden člověk druhého podvedl, příběh zvýrazňoval podraz.

Pozorovatelé tedy vyústění příběhu znali, jejich úkolem bylo určit správné nebo mylné přesvědčení postav příběhu. V průběhu rozhodování byla činnost jejich mozku snímána funkční magnetickou rezonancí (fMR).

Jak podraz, tak spolupráce aktivovaly kůru na hranicích spánkových a temenních laloků oboustranně, dále byla zřejmá aktivace cingulární a parietální kůry. Podraz nadto aktivoval mediální prefrontální a orbitofrontální korové oblasti. Z toho plyne, že prefrontální kůra zpracovává rozdíl mezi záměrem pozorované postavy a očekáváním, které ve vztahu k tomuto záměru má další jedinec, což je pro složité sociální situace klíčové.

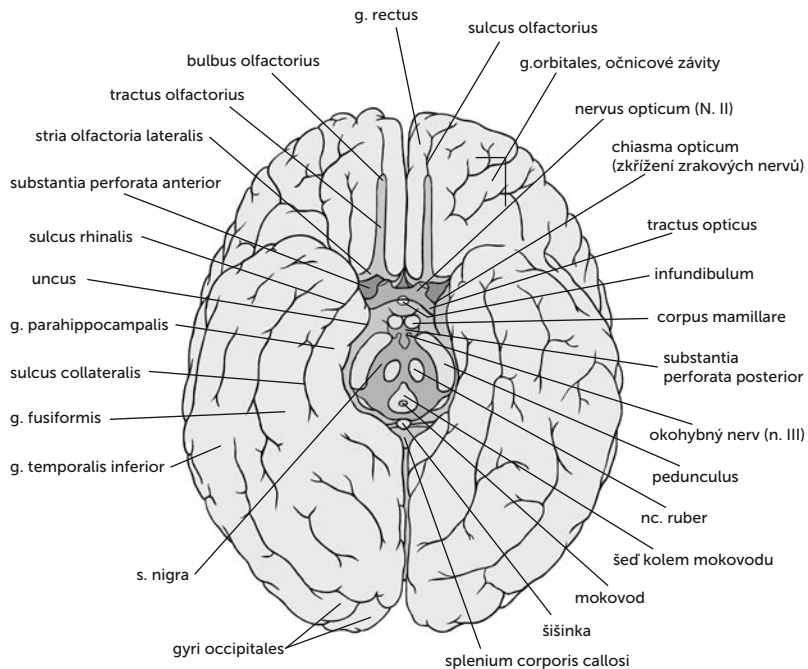
Děti a dospělí, verbální a neverbální mentalizace

Existuje zřejmá »obecná síť« mentalizace tvořená mediální prefrontální kůrou, kůrou přední části gyrus cinguli, kůrou precuneu, kůrou na hranicích temenního a spánkového laloku a póly spánkových laloků. Jednotlivé části této sítě se aktivují úměrně druhu mentalizační zátěže. Kromě toho v její funkci existují rozdíly mezi dětmi a dospělými lidmi, což prokázal experiment s 16 dospělými ve věku 18–40 let a 12 dětmi ve věku 8–12 let. Obě skupiny byly zatíženy slovními a neslovními mentalizačními úlohami. Neslovní úlohy byly kreslené příběhy. Rozdíly mezi zátěží slovní a neslovní mentalizací se projevovaly rozdílem v činnosti kůry na hranicích spánkového a temenního laloku oboustranně a kůry lobulus parietalis inferior vpravo jak u dětí, tak u dospělých lidí. Rozdíl mezi dětmi a dospělými v obou typech úloh byl zřejmý v aktivitě levého dolního čelního závitu a levostranné kůry na hranicích spánkového a temenního laloku (Kobayashi et. al., 2007A)

Kulturní rozdíly

Významný experiment porovnával vliv kultury a jazyka na mentalizaci u monolingválních amerických dětí a bilingválních dětí japonských. V průběhu mentalizace odlišovala skupiny aktivita dolního čelního závitu a kůry na hranicích spánkového a temenního laloku. Jinak řečeno: kulturní a jazykové rozdíly ovlivňují zpracovávání informací v průběhu mentalizace (Kobayashi et al., 2007B).

Obr 3C. Závity a rýhy mozkové kůry





MUDr. František Koukolík, DrSc. (*1941)

Absolvent lékařské fakulty v Praze, specializace patologická anatomie a neuropatologie, člen Newyorské akademie věd, se věnuje především vztahu mezi mozkem a chováním. Vydal několik desítek odborných publikací u nás i v zahraničí. V současné době přednáší na 3. lékařské fakultě UK v Praze, kde

je rovněž členem vědecké rady. Zabývá se popularizací výsledků věd o mozku (publikuje např. v časopise *Vesmír*, v *Lidových novinách* a v *Medical-Tribune*). Je autorem námětů pro televizní seriály *Mých sedm divů* (1989), *Mozek a jeho duše* (1992), *Vysílá Britannica* (1993), *Hádala se duše s tělem* (1998).

Knižní publikace: *Odlíšné dítě* (s Janou Drtilovou, 1994), *Housata a svatý Augustin* (1994), *Mozek a jeho duše* (1995, 1997, 2005), *Vybrané přednášky o vztahu mozku a chování* (1995), *Lenochod a vesmír* (1995), *Vzpoura deprivantů* (s Janou Drtilovou, 1996, 2006), *Mravenec a vesmír* (1997), *Knih o Evě a Adamovi* (1997), *O vztahu lidského mozku a chování* (1997), *Šimpanz a vesmír* (s Pavlem Koubským, 1998), *Alzheimerova nemoc a další demence* (s Romanem Jirákem, 1998), *Machiaveliánská inteligence* (1999), *Sova a vesmír* (s Pavlem Koubským, 1999), *Lidský mozek* (2000, 2002), *Život s deprivanty I – Zlo na každý den* (s Janou Drtilovou, 2001), *Život s deprivanty II – Základy stupidologie* (s Janou Drtilovou, 2002), *Josefu Švejkovi je 30 milionů let* (2002), *Homo sapiens stupidus* (2003), *Já: o vztahu mozku, vědomí a sebeuvědomování* (2003), *Demence* (s Romanem Jirákem, 2004), *Schizofrenie* (s Lucií Motlovou, 2004), *Sociální mozek* (2006), *Citový mozek* (s Lucií Motlovou, 2007), *Před úsvitem, po ránu* (2008), *Proč se Dostojevskij mylil?* (2008), *Jak si lidé hrají?* (2009), *Lidství* (2010) a *Jádro* (2010).

Za popularizaci vědy získal cenu ČSAV (1992), cenu nakladatelství Vyšehrad (1994), v roce 1995 cenu rozhlasového vysílání Meteor za publikaci *Mozek a jeho duše* a v roce 2001 cenu Nadačního fondu Dr. Paula Janssena za přínos v oblasti popularizace vědy.

Obsah

Předmluva / 7

(1) Mentalizace / 9

Mentalizace u zvířat / 10

Dvě teorie vysvětlující mentalizaci / 12

Funkční neuroanatomie mentalizace / 13

Některé oblasti mozku reprezentují jak vlastní duševní stavy,
tak duševní stavy druhých jedinců / 16

Experimenty testující mentalizaci v průběhu interakce s roboty / 17

Spolupráce a podraz aktivují odlišné části mentalizační sítě / 18

Děti a dospělí, verbální a neverbální mentalizace / 19

Kulturní rozdíly / 20

(2) Sebeuvědomování / 25

Intrinsická síť lidského mozku / 27

Vyzrávání implicitní sítě / 28

Činnost implicitní sítě ve změněných stavech vědomí
a při volném rozhodování kolísá / 29

Sebeuvědomování a pohyb / 29

Libetův experiment / 30

Extrastriátová oblast pro tělo / 31

Rozlišování vlastních a cizích pohybů / 31

Parietální kůra a reprezentace mentálního jáství / 33

Experiment s tvářovými morfami / 34

Pocit vlastnictví těla / 35

Jáství, mediální korové oblasti a zrcadlové neurony / 36

Mozek a sebe-projekce / 36

Neuronální podklad sebekontroly / 37

(3) Empatie / 45

Vývoj pojmu / 46

Základní příčiny empatie / 47

Co tvoří empatii? / 48

Neuronální koreláty empatie / 51

Pohlavní rozdíly / 53

(4) Jazyk a praxie / 55

Bipedalismus / 57

Nástroje a imitace / 57

Sociální soudržnost neboli koheze / 60

Mimesis / 62

Neuronální adaptace / 63

Problematika afrických »cvakavých« a »mlaskavých« jazyků / 64

Jak se dívají na vývoj jazyka saltacionisté? / 65

(5) Osobnost a inteligence / 71

Osobnost / 72

Neuronální korelace extraverte a neuroticismu / 73

Neuronální koreláty modelu Cloningerovy skupiny / 74

Vztah mezi extravertí a neuronální odpovědí je ovlivňován pozorností a emocemi / 75

Extraverte a neuroticismus odpovídají koncentraci šedé hmoty v amygdale / 75

Neuroticismus a psychopatické rysy osobnosti odpovídají

neuronálním korelátům emoční regulace / 76

Inteligence / 76

Testování Spearmanovy a Thomsonovy teorie / 78

Neuroanatomické koreláty inteligence / 78

Vztah mezi IQ, objemem celého mozku a jednotlivých mozkových oblastí / 79

Vztah IQ a tloušťky mozkové kůry / 80

Vztah mezi IQ a závitů mozkové kůry / 81

Vztah mezi IQ a corpus callosum / 81

Vztah IQ a spontánního funkčního zapojení / 82

Parietofrontální integrační teorie inteligence / 82

(6) Hudba / 89

Hudební schopnosti v lidské populaci / 91

Hudba jako kulturní univerzálie / 91

Do jaké míry je zpracovávání hudební informace v mozku jedinečné? / 92

Neuronální podklady hudební percepce / 93

Doménová specifita / 96

Lokalizace v mozku / 97

Do jaké míry je hudba vrozená schopnost? / 98

Hudební predispozice a vývoj »hudebního mozku« u dětí / 99

Ukolébavky / 102

Citová stránka hudby / 103

Fylogeneze hudby / 104

Vztah mezi instrumentální hudbou a »zpěvem« zvířat / 104

Porovnání hudby a jazyka / 105

(7) Smích a humor / 111

Smích / 111

Neuroanatomie smíchu / 112

Humor / 113

Neuronální podklady a dvoustupňový model humoru / 113

Afektivní stránka humoru je regulována sociálně / 115

Pohlavní rozdíly / 116

Smysl pro humor / 116

Vliv osobnosti / 117

(8) Ženy a muži / 119

Anatomické a funkční rozdíly mezi ženskými a mužskými mozky / 119

Hipokampus / 121

Amygdala / 122

Vztah anatomických pohlavních rozdílů mozku k inteligenci / 122

Analýza gyrifikace a její porovnání s výší inteligence / 123

Zpracovávání sociálních informací a ventromediální prefrontální kůra / 124

Rozdíly funkční organizace jazykových systémů mozku / 124

Funkční anatomii vybavování sémantického obsahu ovlivňuje kromě

pohlaví i koncentrace pohlavních hormonů a u žen fáze menstruačního cyklu / 126

Zrakové zvládnání prostoru – mentální rotace / 127

Zraková navigace / 128

Ekonomické hry / 128

Empatie / 128

Percepce bolesti / 129

Emočně významné podněty / 130

Humor / 130

Gender a sexuální orientace / 131

Sycení / 131

Sexuální nabuzení / 132

Žárlivost / 133

Kooperace / 133

(9) Láska a krása / 137

Láska / 137

Pohlavní pud, romantická láska a vazba žena–muž / 140

Mateřská láska / 144

Nenávist / 145

Krása / 145

Neuronální koreláty prožitku krásy při sledování obrazů a geometrických tvarů / 146

Vliv předchozí zkušenosti a kontextu / 147

Krása lidských tváří / 148

(10) Morální rozhodování / 153

Tři morální teorie / 154

Morální empirismus, nativismus a racionalismus / 155

Sociálně-intuicionistický model / 157

Sociálně-intuicionistický model se opírá čtyři skutečnosti / 158

Existují čtyři důvody pro pochybnosti o kauzálním význam »rozumu« v průběhu morálně-racionálních rozhodnutí / 160

Morální emoce / 163

Původ morálních intuicí / 163

Mechanismy morální intuice / 164

Kulturní formování morálních intuicí / 166

Neuronální podklady morálního rozhodování / 168

Osobní a neosobní morální soudy / 168

Dva systémy zpracovávání morální informace / 169

Funkční anatomie »morálního mozku« / 169

Lidské tváře v průběhu následných kol hry Věžňovo dilema / 173

Snadné a nesnadné osobní morální rozhodování / 174

Ovlivnění morálního rozhodování negativními emocemi / 176

Testování tří současných teorií morální filosofie / 177

Automatické, nevědomé morální reakce / 179

Internetový test morálního cítění / 180

Morální rozhodování a dvojí disociace / 180

Morální senzitivita / 182

Morální kompetence / 182

Antisociální chování a psychopatie / 183

(11) Právní rozhodování / 197

Pacient Pineas Gage / 198

Některé základní pojmy / 199

Konsekvencialistické a retributivistické zdůvodnění legálního trestu / 200

Inkompatibilismus a kompatibilismus / 200

Svobodná vůle / 201

Neuronální podklady motorické volní akce / 201

Model lidského volního rozhodnutí / 202

Znaky vědomého záměru / 204

Volní akce mají dvě vědomé složky / 204

Otázka odpovědnosti za akci / 205

Nicholsův a Knobeho experiment / 206
Podvádění / 207
Neuronální koreláty trestání třetí strany / 207
Nutná opatrnost / 208

(12) Ekonomické rozhodování / 217

Neuronální podklady ekonomické volby / 219
Kooperace / 221
Model silné reciprocity / 222
Neuronální podklady kooperace / 222
Hra Konec smlouvání / 224
Ekonomické interakce aktivují mentalizaci / 225
Altruistické trestání / 226
Důvěra / 227
Finanční rozhodování / 228
Neuronální odpověď při rizikovém finančním rozhodování / 229
Vědomá a nevědomá motivace při finančním rozhodování / 230
Volba mezi různými druhy zboží / 232
Rozhodování o charitativním daru / 233
Vliv reklamy / 233

(13) Náboženství a spiritualita / 239

Náboženství jako vedlejší výtvar evoluce / 241
Tři kognitivní složky náboženství / 241
Náboženství jako adaptace / 246
Mystická zkušenost / 247

Obrazová příloha / 250
Zkratky / 255

FRANTIŠEK KOUKOLÍK

LIDSTVÍ / neuronální koreláty

Vydalo nakladatelství Galén, Na Bělidle 34, 150 00 Praha 5

Obrazová dokumentace z archivu autora

Editor Lubomír Houdek

Šéfredaktorka Soňa Dernerová

Odpovědná redaktorka Dina Válková

Grafická úprava Bedřich Vémola

Sazba z písma Charter a Museo zhotovil Galén

G 271020

První vydání v elektronické verzi

www.galen.cz