

FRANTIŠEK KOUKOLÍK

SOCIÁLNÍ MOZEK

KAROLINUM



Sociální mozek

František Koukolík

Vydala Univerzita Karlova v Praze
Nakladatelství Karolinum
Redakce Lenka Ščerbaničová
Grafická úprava Jan Šerých
Sazba DTP Nakladatelství Karolinum
Vydání druhé, přepracované

© Univerzita Karlova v Praze, 2016

© František Koukolík, 2016

ISBN 978-80-246-2850-9

ISBN 978-80-246-2867-7 (online : pdf)



Univerzita Karlova v Praze
Nakladatelství Karolinum 2016

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

OBSAH

7	PŘEDMLUVA
9	1 / ÚVOD
31	2 / EVOLUCE SOCIÁLNÍHO MOZKU
57	3 / SÍŤ
83	4 / EMPATIE
101	5 / MENTALIZACE
129	6 / TVÁŘE
153	7 / JAZYK
195	8 / ROZHODOVÁNÍ
221	9 / SKUPINY
245	10 / PATOLOGIE

PŘEDMLUVA

Od chvíle, kdy jsem předal první vydání Sociálního mozku do tisku (Karolinum 2006), ubíhá desátý rok. Počet vědeckých prací zabývajících se sociální neurovědou a uveřejněných v průběhu této doby jen v těch časopisech, které lze považovat za nejkvalitnější, mimořádně vzrostl. Řada poznatků starých jen několik let je zejména díky novým technologiím a velkému počtu vyšetřovaných lidí nepřesná nebo překonaná. Rozsáhlé soubory studií na stejné téma umožňují vytvářet databáze a výsledky metaanalyzovat (např. www.brainmap.org; www.neurosynth.org). Poznanky jsou spolehlivější, nicméně v trvalém vývoji.

Současné vydání je tedy přepracované a doplněné.

Podobně jako vydání předchozí se zabývá evolucí sociálního mozku, empatií, mentalizací, poznáváním tváří, jazykem a rozhodováním. Cíleněji se soustřeďuje na lidské skupiny a patologii sociálního mozku na příkladech onemocnění a poruch z okruhu autismu, demencí, deprese, psychopatie a schizofrenie. Nová kapitola je věnována neuronálním sítím velkého rozsahu – konektomům sociálního mozku. Každá kapitola je uzavřena stručným souhrnem. Užitá literatura není zdaleka vyčerpávající – objem knihy by byl v opačném případě neúnosný. Rozsah vydání neumožnil věnovat se morálnímu, náboženskému a estetickému rozhodování. Bude jim věnována stejnojmenná knížka.

Knih je náročná. Je určena všem zájemcům o neurovědecké aspekty sociálního poznávání, prožívání a chování: lékařům, psychologům, právníkům, sociálním pracovníkům, případně i filosofům.

František Koukolík
Praha, 1. 10. 2015

1.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Leslie Brothersová, v roce 1990 vědecká pracovnice a psychiatrička z Kalifornské univerzity v Los Angeles, měla pořádný kus odvahy. Svou vědeckou pověst riskovala článkem, který pojednal o sociálním mozku (Brothers, 1990 A, B).

V souvislostech její studie to byl nový pojem.

Brothersová mezi prvními na světě dokazovala, že mozek primátů a lidí je nositelem systému specializovaného pro řešení sociálních problémů. Doslovný překlad názvu její průkopnické práce zní *Sociální mozek: projekt sloučení neurofysiologie a chování primátů v nové doméně*. Novou doménou měla na mysli zpracovávání sociálních informací. Ty se na rozdíl od non-sociálních informací týkají jiných členů vlastní skupiny a jiných skupin (Giddens, 2005).

Svým způsobem Brothersová parafrázovala proslulou několikastránkovou studii Sigmunda Freuda *Entwurf einer Psychologie* (Náčrt psychologie). Napsal ji v r. 1895, to ještě nebyl psychoanalytikem. Vyšla pak kupodivu až po jeho smrti. Lze ji považovat za geniální vizi neurobiologických základů budoucí psychologie (Koukolík, 2012). Na rozdíl od Freuda však Brothersová neuveřejnila teoretický pohled do vzdálené budoucnosti, ale věcnou, empiricky podloženou, současnou představu.

Čtvrt století, které od té doby uplynulo, je ve vědě dlouhá doba. S výjimkou pozitronové emisní tomografie, která za sebou měla v 90. letech pouze první krůčky, nebyly funkční zobrazovací metody, o něž se opírá současný výzkum, známy, nebo se rodily. Afektivní neurověda zkoumající

citové procesy lidského mozku v 90. letech minulého století teprve vznikala, stejně jako behaviorální ekonomie vyšetřující ekonomická rozhodnutí lidí i zvířat. Bezpočetná empirická data, která za poslední čtvrtstoletí přinesly primatologie, kulturní a sociální antropologie, evoluční psychologie, neuroekonomie a neuropolitika, čekala na objevení.

Pojem *sociální mozek* se ujal (Adolphs, 2009). Je to obrazný pojem, podobně jako citový nebo ekonomický mozek. Počet vědeckých prací zabývajících se sociální neurovědou rychle rostl (Berkman et al., 2014).

SOCIÁLNÍ, KOGNITIVNÍ A AFEKTIVNÍ NEUROVĚDA

Stavba a funkce mozku jsou líc a rub téže mince, nikoli však hardware a software. Máme-li na mysli molekulární úroveň analýzy, pak platí: Cokoli se mění ve funkci, mění se velmi rychle i ve stavbě, a naopak. V průběhu nějaké doby mohou být tyto proměny rozlišitelné i makroskopicky, například magnetickou resonancí nebo jejími funkčními podobami.

Vždy je nutné mít na zřeteli: Živé systémy jsou vysoce dynamické systémy. Pro mozek platí tento výrok v míře nejvyšší.

Kromě toho není lidský mozek osamělým ostrovem. Je součástí vývojového řetězu. Nese v sobě 3,5–3,8 miliardy let vývoje života, velmi rozsáhlou evoluční genetickou informaci. Stejně v sobě nese přibližně 60 milionů let vývoje primátů, 5–7 milionů let vývoje našich předků od chvíle, kdy se větev směřující k dnešnímu člověku odštěpila od větve směřující k dnešním šimpanzům. Je součástí vývojových dějin našeho druhu za posledních 400–200 tisíc let, včetně interakce genů a kultury za minulých dejme tomu 100–50 tisíc let. Málokdo si uvědomuje, jak rychlým vývojem prochází v posledních 10 000 letech, počínaje „vynálezem“ zemědělství. A nakonec je součástí sítě svých bezprostředních předků, potomků a všech dalších bližních, tedy současné sociální sítě. Odpovídá na její proměny někdy s neobyčejnou rychlostí.

Představte si, že máte životní úspory v bance, která zkrachuje díky událostem, na něž nemáte nejmenší vliv a jež proběhnou během několika hodin na opačné polokouli. Uplyne přibližně půl sekundy od okamžiku, kdy jste se o události dozvěděli, a jak geny, tak neuronální systémy vašeho mozku se začnou chovat zcela odlišným způsobem, než se chovaly doposud.

Stavbu a činnost sociálního mozku popisuje a vysvětluje *sociální, kognitivní a afektivní neurověda*. To je interdisciplinární směr výzkumu, který se snaží vysvětlovat sociální jevy na úrovni

- chování a prožívání
- na všech úrovních studovaných neurovědou, od genů přes neurony po konektomy – totiž neuronální síť velkého rozsahu.

Dále se přesvědčíme, jak je tato klasifikace pouze učebnicová.

Konektomy nejsou kognitivní, afektivní nebo sociální. Konektomy téměř za všech okolností navzájem spolupracují a jejich činnost se různým způsobem a v různé míře překrývá.

Ve zcela obecném slova smyslu je konektom ucelený popis všech neuronálních sítí tvořících lidský mozek. Lze ho chápat jako vícerozměrnou mapu. Užší pojetí říká, že jde o množinu všech vzájemně propojených prvků zkoumané neuronální sítě (Sporns et al., 2005; Strogatz, 2001). Konektom je „natvrdo zadrátovaná síť“ (hardwired) jen do jisté míry. V rozlišení daném soudobými skenery mohou být anatomicky stejné síť využívány u různých lidí v různé míře a s různou efektivitou při zpracovávání stejných informací, a naopak: různé typy informací mohou u různých lidí v různé míře a s různou efektivitou zpracovávat stejné informace (Gong, 2009). Příčinou rozdílů může být například pohlaví (Tian, 2011).

V užším slova smyslu se pojem konektom užívá pro jednotlivé síť.

Takže: oddělování sociálních informací od informací

- a) kognitivních, to jsou informace týkající se vnímání a poznávání,
- b) afektivních, které se týkají emocí a pocitů,
- c) plynoucích z dané kultury a historie

je možné jen didakticky, případně v čase úzce vymezeného experimentu (Koukolík, 2012A, B). Ve skutečnosti jsou všechny tyto informace proměnné veličiny jednoho celku, vzájemně jedna druhou ovlivňující.

Evoluční psychologové jsou naproti tomu přesvědčeni, že lidský mozek je souborem „orgánů“, „nástrojů“, „modulů“ určených k řešení opakovaných adaptivních problémů – tj. těch, na jejichž řešení závisí přežití a rozmnožování –, s nimiž se setkávali už naši paleolitictí předkové. Mozek přirovnávali evoluční psychologové k švýcarskému armádnímu noži. Ten je vybaven různými čepelemi, vrtáčkem, šroubováčkem a podobně. Každý z těchto nástrojů je určen k řešení odlišného problému. Moduly mají být vzájemně oddělené.

Adaptivních problémů byl a je velký počet, přičemž úspěšné řešení jednoho nemusí znamenat úspěšné řešení jiného. Typickými adaptivními problémy byly například

- vyhledávání a složení potravy,
- výběr pohlavních partnerů,

- volba habitatů neboli místa obsahujícího zdroje a možnost úkrytu,
- rodičovské investování do potomků,
- příbuzenské vztahy (čím vyšší míra genetického příbuzenství, tím vyšší míra „investic“),
- vztahy ke členům vlastní skupiny a kooperace (detekce „podrazáků“ a detekce „černých pasažérů“),
- výběrová agrese (spouštěcí mechanismy násilných konfrontací),
- vnitroskupinová hierarchie (eliminace rivalů, zvládnání vztahu nadřazenosti a podřízenosti).

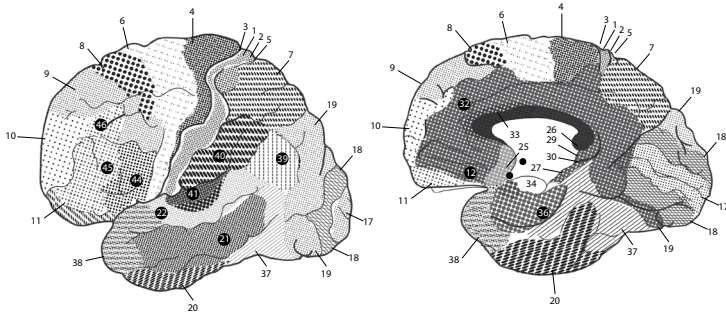
Diskuse o spíše síťové nebo spíše modulární funkční architektuře mozku se vede téměř 200 let.

Myšlenková větev prokazující, že je mozek tvořen „moduly“, specializovanými orgány, vede od frenologů přes Brocu, Chomského, Fodora k rané vyhraněné evoluční psychologii (přehled Koukolík, 2014; 1.1).

Odlišná myšlenková tradice charakterizovaná jmény Flourens, Lashley, McClelland a Rummelhart dokládá, že funkční architekturu mozku tvoří paralelně distribuované sítě velkého rozsahu – konektomy (obr. 1.2).

Tato druhá myšlenková tradice nabývá vrchu, přestože se v mozku dají prokázat korové oblasti specializované nejen na základní senzoricke a motorické procesy, ale i na poznávání tváří, míst, těl, zrakově prezentovaných slov a dokonce i vysoce abstraktních kognitivních funkcí, jejichž příkladem je uvažování o myšlenkách druhého člověka (přehled Kahnwisher, 2010).

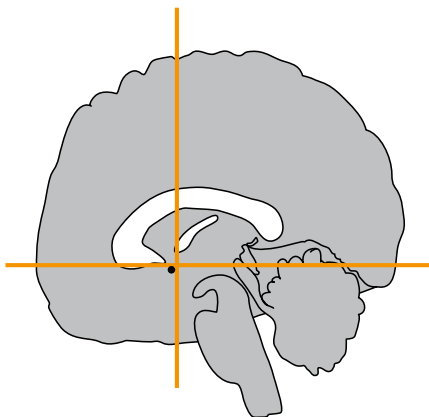
Stručný přehled současných představ o struktuře a funkci sociálního mozku poskytuje obr. 1.3A–C, 1.4).



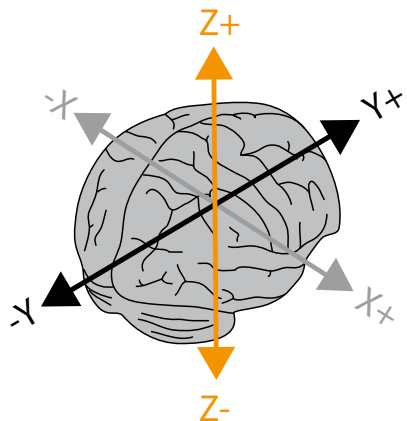
Obr. 1.1A Korbinian Brodman (1868–1908), německý neurolog a anatom, rozdělil kůru lidského mozku (a také mozku některých druhů zvířat) na základě mikroskopického obrazu do několika desítek polí. Jeho mapa je užitečná fikce užívaná dodnes. Pole jsou ostře vymezená jen v primárních smyslových oblastech. Jejich objem kolísá na levé i pravé straně. Lidský mozek je stejně individuální jako otisky prstů.

V současnosti se k přesnému zacílení mozkové struktury užívá trojrozměrný Talairachův prostor, který polohu zkoumané oblasti určí v osách x , y , z . Osa x vede z pravé strany doleva, osa y zepředu dozadu, osa z shora dolů.

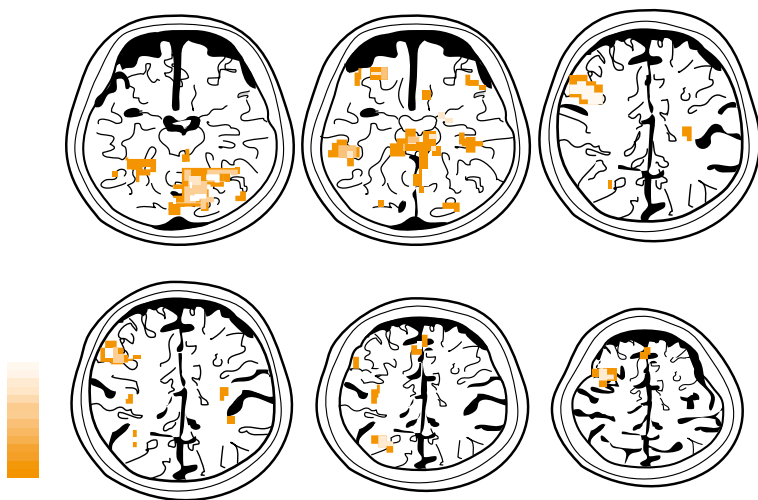
Osy se protínají v dohodnutém bodu 0 (commissura anterior) ve střední čáře mozku. Poloha zkoumaného bodu na ose se udává v milimetrech, a to kladnou nebo zápornou hodnotou, podle vzdálenosti hledaného bodu od bodu 0. Vzdálenosti na ose x od bodu 0 doprava, na ose y bodu 0 dopředu a na ose z od bodu 0 nahoru mají kladnou hodnotu (atlas z r. 1988). Vzdálenosti na dalších částech os mají hodnotu zápornou.



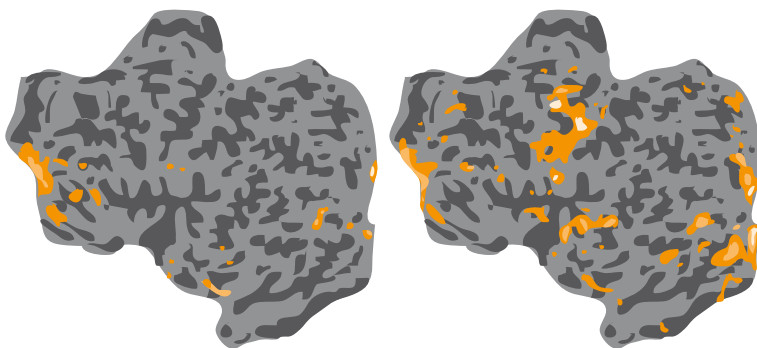
Commissura anterior



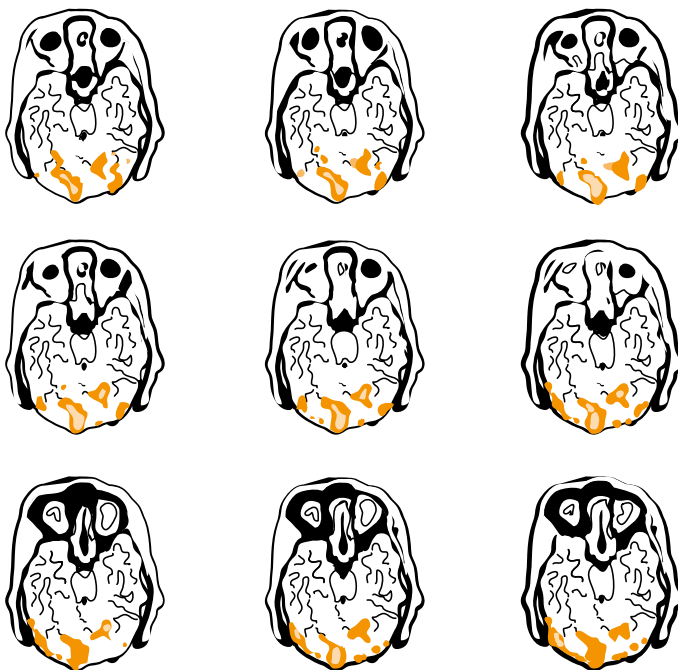
Souřadnice Talairachova prostoru (1988)



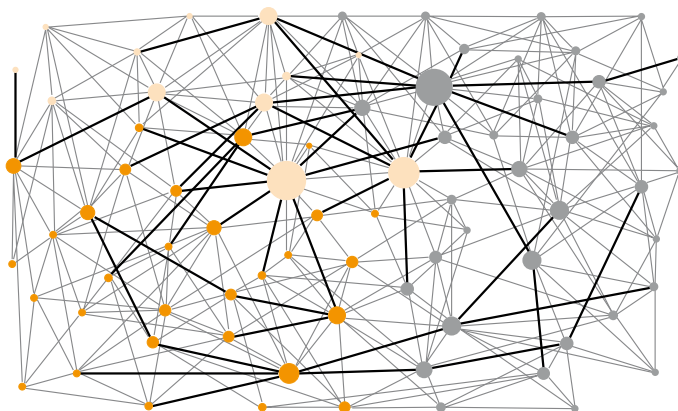
Obr. 1.1B Příklad umístění aktivovaných oblastí na ose z od -20 do $+68$



Obr. 1.1C Aktivované oblasti na modelu mozkové kůry rozepletém do plochy

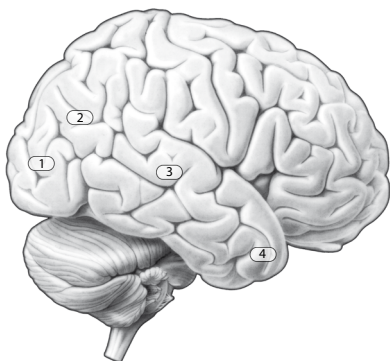


A

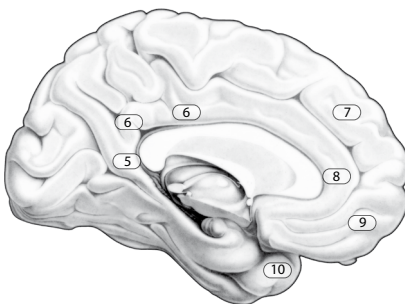


B

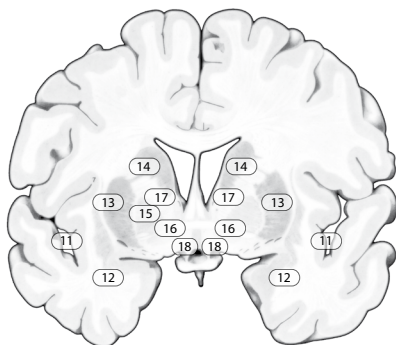
Obr. 1.2 Aktivita mozku zaznamenaná funkční magnetickou resonancí (A), schéma konektomu (B)



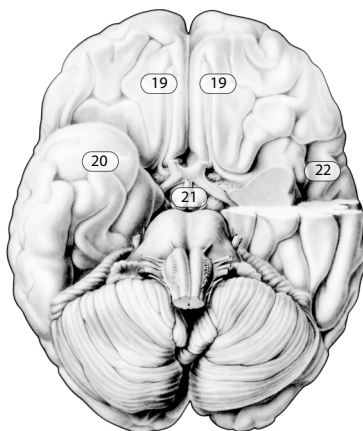
A



B



C



D

Obr. 1.3A Uzly neboli vrcholy konektomů sociálního mozku

A zevní neboli laterální plocha pravé mozkové hemisféry

- 1 extrastriátová oblast pro tělo: aktivována pohledem na trup a končetiny, pohled na hlavu ji neaktivuje, součást zrakové kůry
- 2 temporoparietální junkce: kůra na hranicích spánkového a temenního laloku
- 3 gyrus temporalis superior, pod ním sulcus temporalis superior; horní spánkový závit, rýha mezi ním a středním spánkovým závitem
- 4 pól spánkového laloku

B Vnitřní neboli mediální plocha levé hemisféry

- 5 retrosplenická kůra
- 6 zadní cingulární kůra
- 7 gyrus frontalis superior, horní čelní závit
- 8 přední cingulární kůra
- 9 ventromediální prefrontální kůra
- 10 pól spánkového laloku

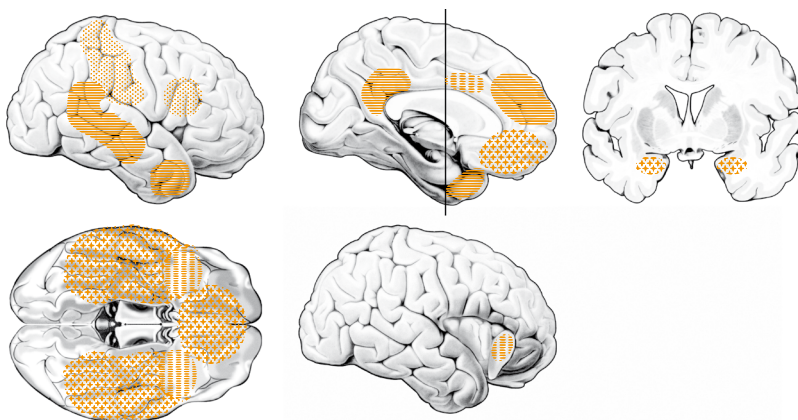
C Řez mozkem v čelní rovině v úrovni předního hypotalamu

- 11 insula: rozsáhlá korová oblast skrytá v Sylviově rýze mezi čelním a spánkovým lalokem
- 12 amygdala
- 13 putamen
- 14 nucleus caudatus, průřez jeho tělem
- 15, 16 zevní a vnitřní část palida
- 17 přední část talamu
- 18 přední část hypotalamu

nucleus caudatus + putamen = striatum, přesněji neostriatum palidum
(globus palidus) = paleostriatum

D *Spodina mozku, přední část levého spánkového laloku je oddělena*

- 19 očníková kůra
- 20 pól spánkového laloku
- 21 hypotalamus levý i pravý se stopkou hypofýzy = podvěšku mozkového
- 22 kůra insuly (jejího „stropu“)

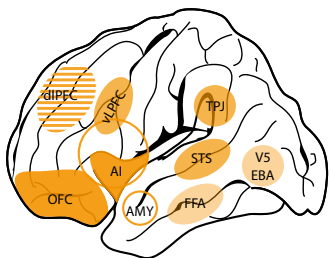


Obr 1.3B Konektomy sociálního mozku

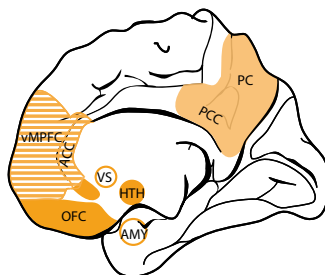
- Křížky: zapojení amygdaly
Čáry: mentalizační síť (má společné uzly s defaultní sítí). Mentalizace umožňuje lidem rozlišit, že druhý člověk, obecně „agent“ (cokoli, co se chová na základě niterných stavů), není věc
Přerušované čáry: některé uzly sítě empatie
uzly sítě zrcadlových neuronů, simulační síť, síť percepce – akce

Jde o schematické obrázky zjednodušené do krajnosti. Všechny tyto sítě mají „podsítě“ a v různých experimentálních situacích mohou aktivovat společně nebo naopak – jestliže jedna aktivuje, jiná aktivitu tlumí.

Dle Kennedy a Adolphs, 2012



Sociální percepce
Adaptivní chování

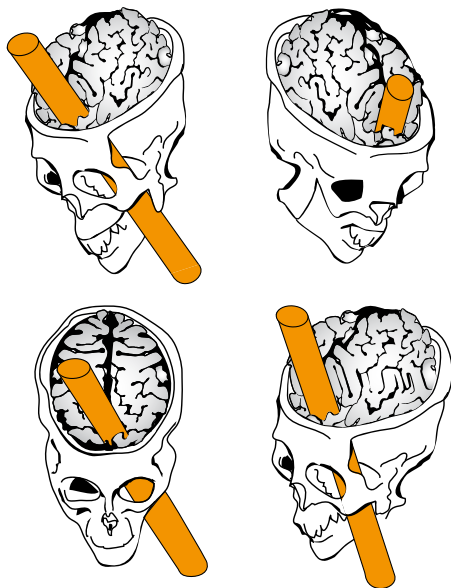


Emoce a motivace
Mentalizace

Obr. 1.3C Uzly konektomů sociálního mozku

dlPFC dorzální prefrontální kůra
vMPFC ventrální premotorická kůra
vLPFC ventrolaterální prefrontální kůra
OFC očníková kůra
AI přední insula
AMY projekce amygdaly na povrch mozku
TPJ temporoparietální junctce
STS sulcus temporalis superior

FFA fusiform face area, oblast gyrus fusiformis rozlišující tváře
V5 oblast aktivovaná zrakovým rozlišováním pohybu
EBA extrastriátová oblast rozlišující těla
ACC přední cingulární kůra
VS ventrální striatum
HTH hypotalamus
PCC zadní cingulární kůra PC precuneus



Obr. 1.4 Phineas Gage

Po explozi mu tyč prolétla hlavou. Rekonstrukce poranění jeho lebky a mozku (Damasio et al., 1994). Gageova lebka i tyč jsou uchovány v Bostonském lékařském muzeu.

1.2 STRUČNÝ PŘEHLED VÝVOJE POZNÁNÍ

Některé historické milníky ve vývoji sociální kognitivní a afektivní neurovědy poskytuje následující stručný a nutně výběrový přehled. Se všemi pojmy z tohoto přehledu se potkáme v dalších kapitolách knihy.

Jednou z prvních studií zabývajících se sociální kognitivní a afektivní neurovědou může být Harlowův popis změny chování, resp. osobnosti pacienta Phinease Gage z poloviny 19. století. Změna nastala v důsledku úrazového poškození prefrontálních oblastí mozku. Gageovi prolétla čelistí, okem a převážně levou přední částí lebky železná tyč sloužící k utěšňování nálože užívané při budování železniční trati. Nálož explodovala. Gage kupodivu přežil, jeho chování se však zcela změnilo.

Jeho fyzické zdraví je dobré, řekl bych, že se zotavil. Ekvilíbrio neboli rovnováha mezi jeho intelektovými a animálními vlastnostmi se však zdá zničená. Je vrtkavý, neuctivý, někdy si libuje v nejhorsích sprostotách, což dříve jeho zvykem nebylo ... je bez jakýchkoli ohledů ke svým bližním, nesnáší korekci nebo radu, jestliže jsou v konfliktu s jeho tužbami. Někdy je tvrdšíjny a zatvrzelý, přesto rozmarný a nerozhodný, vytváří mnoho plánů budoucí činnosti, které stejně rychle, jako je vytvořil, opět opouští ve prospěch plánů dalších, jež se mu zdají vhodnější. Ve své intelektové kapacitě je dětinský, a přitom má animální vášně silného muže. Před svým poraněním, i když neměl školy, byl vyzážené mysli a lidé, kteří ho znali, ho považovali za chytrého a obratného obchodníka, velmi vytrvalého při výkonu všech činností, které si naplánoval. V tomto smyslu se jeho mysl zásadně změnila, takže všichni jeho přátelé a známí říkají zcela jednoznačně, že tento muž již není Gage (Koukolík, 2012 C).

V Allportově *Sociální psychologii* (1924), první učebnici svého druhu, je obsažena kapitola o vztahu mozku a sociálně psychologických jevů. Allport píše:

Hlavní příspěvek mozkové kůry k sociálnímu chování lze shrnout následujícím způsobem: je podkladem řešení všech lidských problémů, které jsou rovněž problémy sociálními. Umožňuje jejich uchování v jazyce, zvycích, institucích a vynálezech. Každé nové generaci umožňuje čerpat ze zkušeností dalších tím, že se naučí této přenášené civilizační tradici. Tvoří zvyklé odpovědi jedince jak na individuální, tak na sociální podněty. Proměňuje primitivní egocentrické reflexy do činností, které jedince přizpůsobují jak sociálnímu, tak non-sociálnímu prostředí. Socializované chování je tedy vrcholným výkonem mozkové kůry (cit. Ochsner, 2007).

A první experiment svého druhu:

Klüver a Bucy (1939) dokázali, že poškození spodní části spánkových laloků u opic těžce poškozuje sociální, mateřské i sexuální chování, jakož

i příjem potravy. Následný výzkum však doložil, že desinhibice chování, nebo naopak strach ve vztahu k příslušníkům vlastního druhu závisí zejména na povaze a rozsahu poškození amygdaly (Bauman et al., 2004A, B), tj. mandlového jádra, asi 16 neuronálních skupin pod kůrou přední části spánkového laloku. Mají objem kolem 3–5 krychlových centimetrů, podle velikosti mozku. Opice bývají nápadně krotké, mohou se začít chovat homosexuálně, pojídají objekty, které nejsou potravou. Vzácně se objeví podobný stav u lidí s těžkým poškozením stejné části mozku, například úrazovým.

Experimenty *Harlowovy skupiny* s deprivací makaků (Harlow a Harlow, 1962) byly experimentálním dokladem *teorie vazby* (attachment theory, Bowlby, 1973, 1982; Bretherton, 1992), popisující a vysvětlující jeden z nejfundamentálnějších sociálních vztahů (Koukolík, 2015).

Až do 80. let minulého století výzkum vztahu lidského sociálního chování a emotivity k mozku stagnoval. *Příčinami stagnace* byly:

1. radikální behaviorismus, který chápal mozek jako černou skříňku, sociální a emoční aspekty chování byly mimo jeho zorné pole,
2. sociální a emoční chování bylo, patrně díky západní filosofické tradici, považováno za „nižší“, „animálnější“, než byly lidské „vyšší“ poznávací funkce, například morální rozhodování nebo abstraktní myšlení,
3. behaviorální a kognitivní neurověda hledala obecné principy kontroly lidské chování. Sociální a emoční proměnné jsou naproti tomu individuální a závisí na kontextu,
4. neexistovaly dobré výzkumné nástroje: zobrazovací metody se rozšířily později. Kazuistiky se omezovaly na důsledky ložiskových změn mozku podmíněných nejčastěji cévní mozkovou příhodou nebo úrazem.

Přesto v 80. letech vznikly podnětné studie zabývající se vztahem jazyka, humoru a metafor v pravé mozkové hemisféře, poruchami rozlišování tváří (prosopagnózie), amnéziemi i poruchami rozhodování a sociálního chování po poškození očníkové kůry (Koukolík, 2012).

V polovině 80. let však nastupuje pozitronová emisní tomografie, v 90. letech se objevuje funkční magnetická resonance, která se prudce vyvíjí, takže má i své modifikace. Jedna z nich, zobrazování tenzorů difuze (DTI diffuse tensor imaging), umožňuje vyšetřování svazků nervových vláken – tím zdokonalila mapování mozku. Rozšiřují se nové druhy statistické analýzy výsledků těchto experimentů. Rozvíjí se magnetoencefalografie, zdokonaluje se elektrofyziologické vyšetřování a čtené další doplňující metody.

Pojem *Sociální mozek* (The Social Brain) coby název knihy užil v r. 1985 Gazzaniga. V práci se však soustředil na laterální, funkční rozdíly mezi