

Zrcadlové neurony, emoční napojení a další podněty pro učení

Mgr. Jan Nehyba

Neurony motorických příkazů

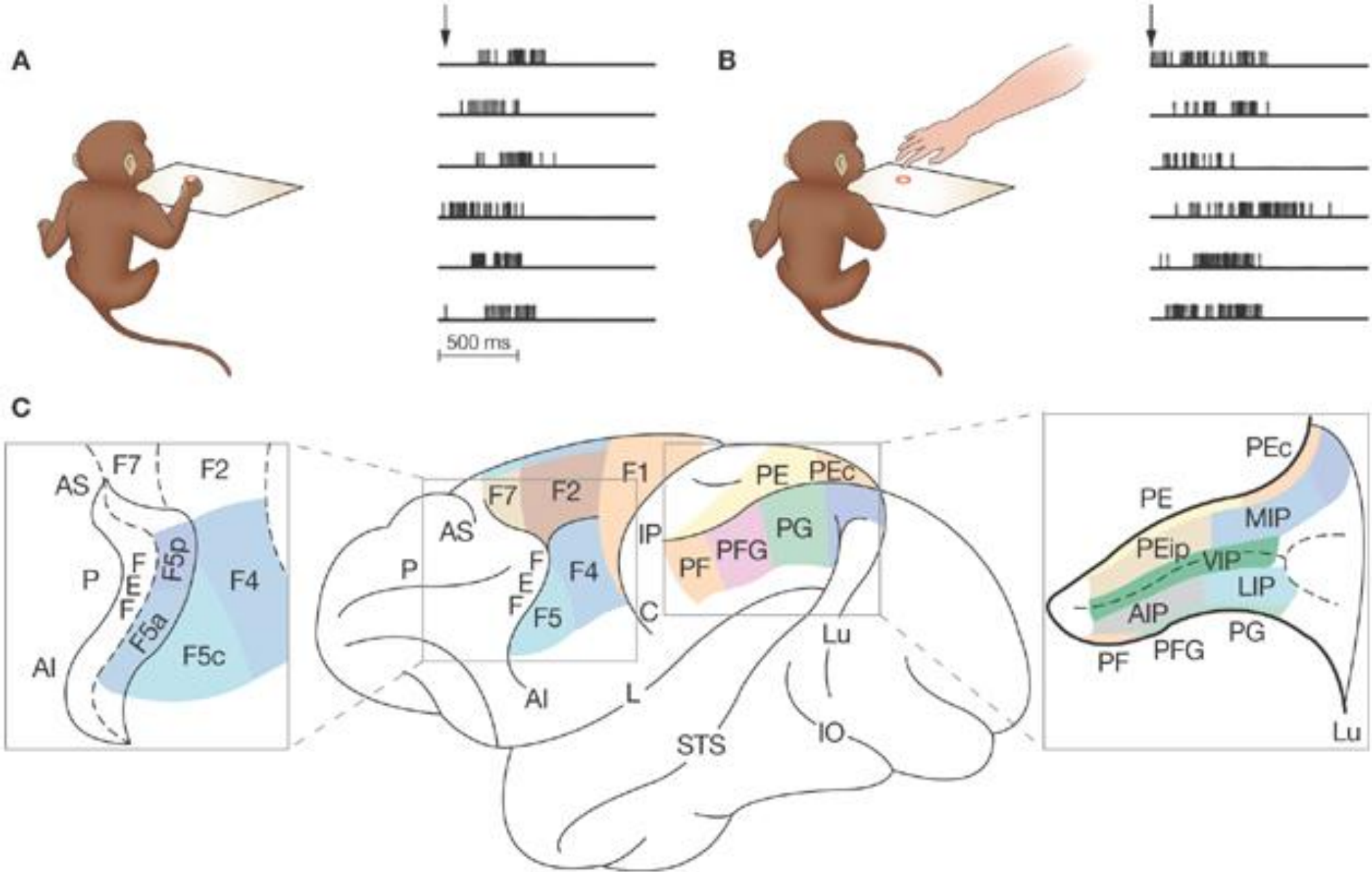
Monkey see, mokey do

- Zrcadlový neuron je neuron, který se aktivuje nejen když zvíře nebo člověk vykoná nějaký úkon, ale i když tento subjekt pozoruje stejný úkon u jiného zvířete nebo člověka.

Jak to začalo?

- Mountcastle et al. (1975) motorické neurony u opic
- Na ně navázal tým vědců z parmské univerzity v Itálii v čele s profesorem G. Rizzolattim a jeho kolegy G. Di Pellegrinem, L. Fadigou a V. Gallesem, který zkoumali motorické neurony u Makaka Nemestrina

- Vědci toho dne zkoumali u makaků motorické neurony, které se aktivují při uchopení potravy.
- Opice měly v kůře prefrontálního laloku zavedenu elektrodu, jež byla připojena ke zvukové signalizaci.
- V momentě, kdy vstoupil do dveří jeden z experimentátorů a držel v ruce kornout se zmrzlinou, který opice spatřila, zaznamenali vědci rapidní nárůst její mozkové aktivity.
- Zjistili, že aktivita nervových buněk byla největší v části mozkové kůry, jež kontroluje pohyby rukou. Činnost nervových buněk se aktivovala, jako by opice sama držela něco v ruce, v tomto případě kornout od zmrzliny (Koukolík, 2007).
- „Ale zrcadlové neurony opic se nerozblíhaly při pohledu na jakýkoli pohyb, který doktorand nebo jiná opice udělali. Rizzolattiův tým dokázal, že zrcadlové neurony reagují na tzv. cílené pohyby – což je působení s nějakým předmětem, například sbírání ořechu nebo přibližování kornoutu se zmrzlinou k ústům – které jsou opakem náhodných pohybů, jako je přecházení místnosti nebo pouhé stání se založenýma rukama“ (Lindström, 2009, 54).



Giacomo Rizzolatti, Maddalena Fabbri-Destro and Luigi Cattaneo. (2009). Mirror neurons and their clinical relevance. *Nature Clinical Practice Neurology*, **5**, 24-34, doi:10.1038/ncpneuro0990

<https://www.youtube.com/watch?v=l7AWnfFRc7g>

- Zrcadlové neurony leží na křižovatce senzorických, motorických, somatických a výkonných sítí a dovolují jim skládat vnitřní a vnější zkušenosti se záměrným jednáním. (Cozolino, 2013, s. 142).

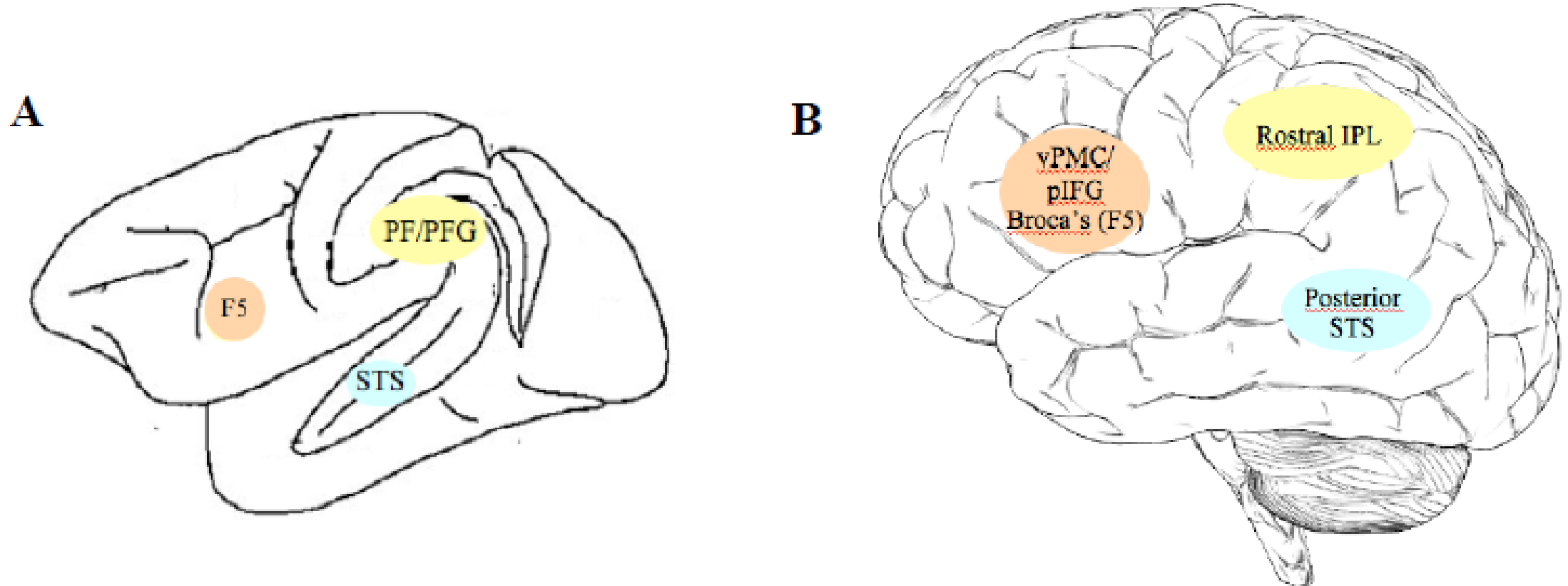


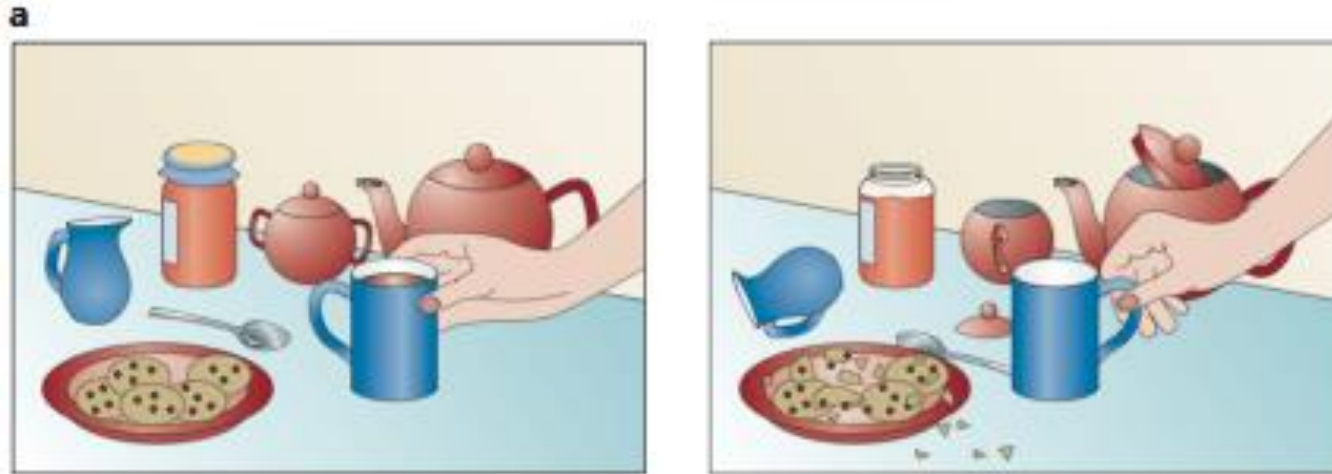
Fig. 2. Lateral view of the left side of the monkey brain (A) and the human brain (B). Areas known to contain neurons with mirror like properties are shown in the colours rose (frontal MNS) and yellow (parietal MNS). In the monkey, the frontal MNS of consists of area F5 in the premotor cortex and the parietal MNS consists of the inferior parietal lobule

Dělení zrcadlových neuronů

- **Motorické zrcadlové neurony** se soustřeďují na vykonávání vlastních pohybů, ale také na pozorování pohybu druhého.
- **Senzorické zrcadlové neurony** se specializují na dotek a bolest. Je pozoruhodné, proč při pozorování druhého, jak vykonává určitý pohyb, nebo zakouší dotek, či bolest skutečně necítíme či nevykonáváme to, co pozorujeme.
- Jednu z teorií, proč to tak je, podává Ramachandran, jež uvádí, že spodní část parietálních laloků nepřetržitě vytváří obrazy mnohonásobných možností akce, které se situaci nabízejí, ale frontální mozková kůra je všechny až na jednu potlačí (Ramachandran, 2013).

- **Skupina kongruentních zrcadlových neuronů** se aktivuje na základě pozorování naprosto stejné akce, která je motoricky kódována.
- **Semikongruentních** se aktivují již během pozorování akce, která vede k dosažení stejného cíle nebo se logicky vztahuje k akci.
- Semikongruentní zrcadlové neurony se zdají být ideální buňky k podpoře kooperativního chování mezi lidmi. Jejich vlastnosti také naznačují, že tyto buňky poskytují flexibilní kódování akcí sebe a druhých. Flexibilita je důležitá vlastnost pro úspěšné sociální interakce. (Newman-Norlund et al., 2007).

Semikongruentní ZN



(a) Different intentions/goals (drinking on the left and cleaning up on the right) with a visually comparable action, elicits different mirror neuron activity in the IFG in humans (b). From Iacoboni & Dapretto, 2006



Vizuální i auditivní spouštěč...

- Autoři studie testovali, zda se zrcadlové neurony u makaků aktivují pouze při poslechu (auditivní prezentaci) loupání arašídů, či trhání kousku papíru bez vizuální prezentace podnětu. Zjistilo se, že jestliže opice zvuk znala a měla s ním předešlou zkušenost, tak i přesto, že jí činnost nebyla vizuálně prezentována, aktivovala se ta samá centra. Stejně jako kdyby pohyb zahlédla nebo jej sama vykonávala (Kohler et al., 2002).
- Předchozí studie tedy dokládají, že činnost zrcadlových neuronů je aktivní, pokud je akci porozuměno a nezáleží na tom, zda se jedná o pochopení prostřednictvím zraku, sluchu, či mentální reprezentace.

Funkce zrcadlových neuronů

- Klíčový objev zrcadlových neuronů může vysvětlit například teorii:
 - napodobování či imitace,
 - teorii empatického vnímání druhých,
 - složité teorie o vzniku a evoluci jazyka.
- Primární funkce spočívá v **umožnění zjistit záměry jiného jedince**. Dovolují nám tedy nahlížet na svět z vizuální perspektivy jiné osoby. Jsou tedy neodmyslitelnou součástí sebeuvědomění i uvědomění si druhých lidí.
- „Zrcadlové neurony se aktivují zpravidla do dvou let věku dítěte“ (Koukolík, 2005, 187).

Empatie

- **Hypotéza:** Čím více mají lidé tendenci napodobovat ostatní, tím více se zabývají pocity druhých.
- Jedincům bylo oznámeno, že se jedná o pomoc při výběru obrázků do nového psychologického testu. V místnosti s nimi byl ještě experimentátorův pomocník, o němž si však dobrovolníci mysleli, že je dalším dobrovolníkem a pouze čeká, až přijde na řadu. Pomocník po celou dobu dobrovolníkovy výběru a řazení obrázků napodoboval jeho chování, např. poklepání nohou, poškrábání se na nose apod. Poté dobrovolníci odpověděli na dotazník měřící empatické sklony. Experiment našel silnou korelaci mezi tendencí vcítit se a množstvím napodobující chování, či být napodobován. Výsledek naznačuje, že prostřednictvím napodobování mimikrů jsme schopni cítit, co cítí ostatní (Chartrand & Bargh, 1999).

Motorické učení

- Učení nápodobou je důležitou součástí lidského motorického chování, což vyžaduje velice komplexní soubor mechanismů:
 - mapování senzoričkých proměnných do odpovídajících motorických proměnných,
 - fyzický rozdíl mezi napodobitelem a demonstrátorem
 - a pochopení záměru (cíle), který způsobuje pozorovaný pohyb.

Jelikož většina zrcadlových neuronů se nachází v motorických oblastech, je jednou z možností, že provádějí vnitřní model řízení pro plánování pohybu, kontroly a učení.

Imitace a učení

- Zrcadlové neurony kódují konkrétní reprezentaci akce, tedy reprezentace, které jsou aktivovány, když pozorovatel jedná. To nám umožňuje simulovat a implicitně pozorovat jednání (opakovaně) a sbírat data pro naše vlastní motorické programy, které jsme schopni využít později. Jde o implicitní trénink. Existují údaje, že pozorování jiného člověka, který se učí nové jednání může zlepšit pozorovatelův výkon a jeho podobné činnosti v budoucnosti. (Kosonogov, 2012, s. 501)
- Rizzolatti však zdůrazňuje, že primární funkcí zrcadlových neuronů nemůže být imitace, jelikož prý veškeré důkazy o neuronovém základě imitace u lidí nejsou spojeny pouze se zrcadlovými neurony (Rizzolatti & Craighero, 2004).

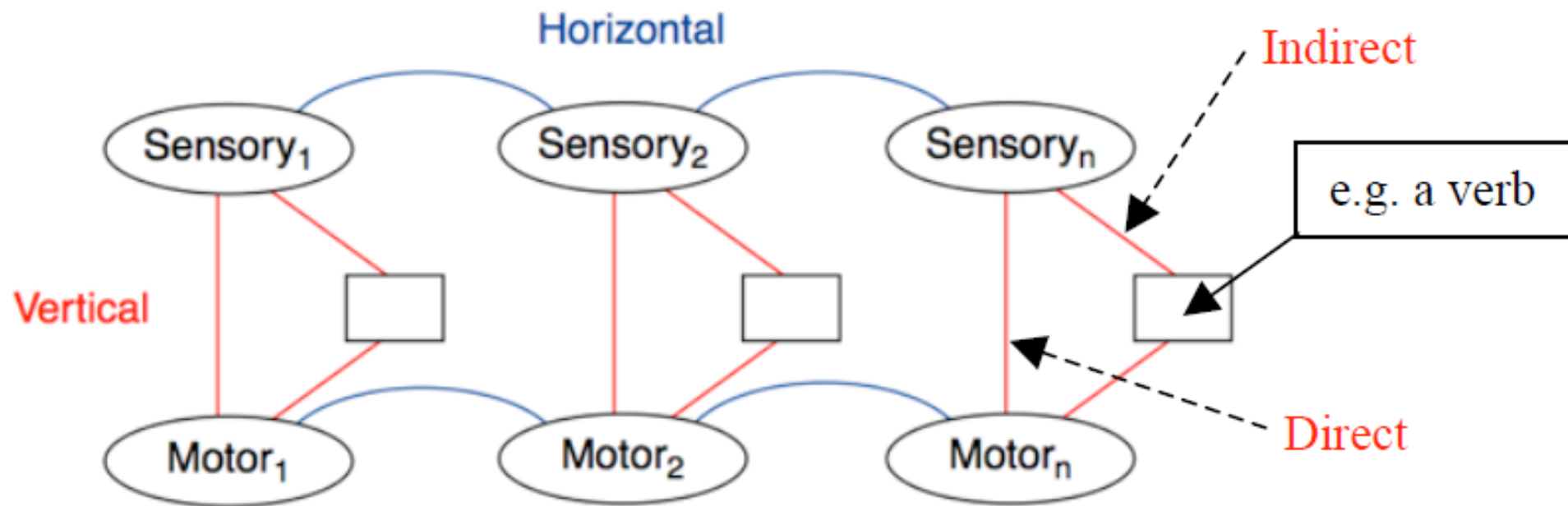
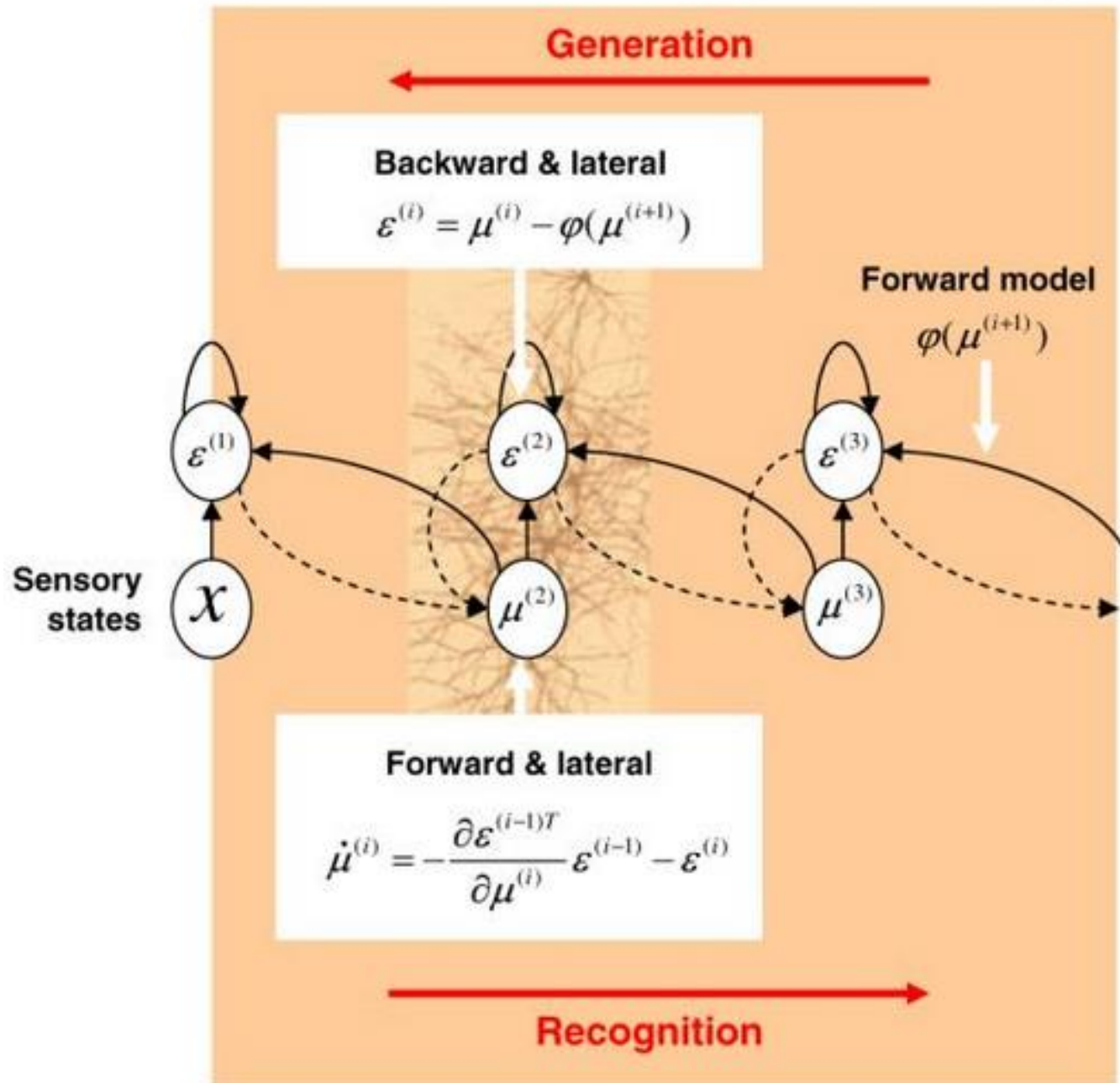


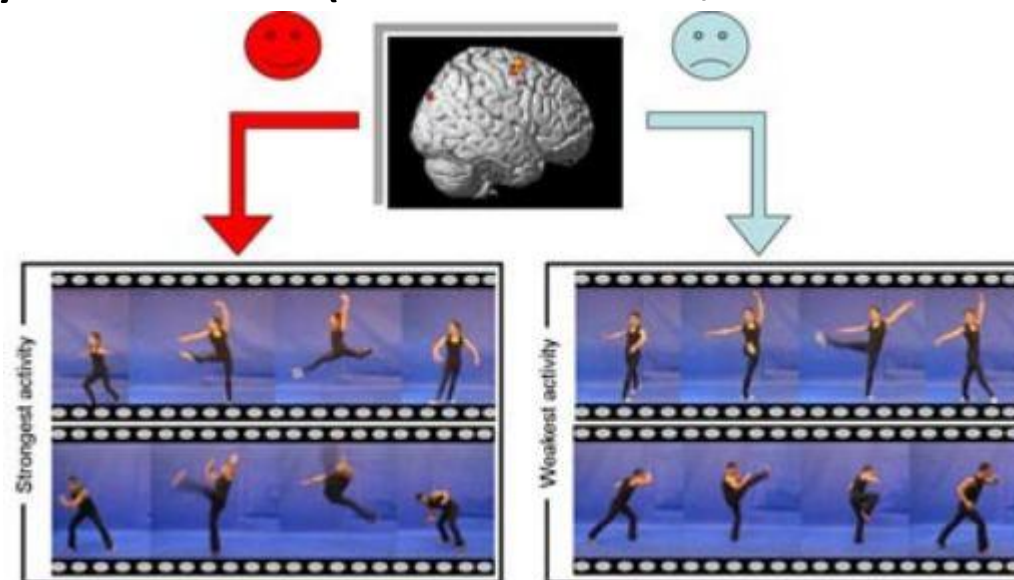
Fig. 8. The associative sequence learning model. Through experience direct and indirect connections form between sensory and motor areas in the brain. Further associations can be made through existing horizontal connections, which could be important for association between different actions or action components. For example, horizontal connections could form between areas coding for different action components, enabling the observer to put observed action components into the right order. This ability, however, is probably not unique to imitation processes (Heyes & Ray, 2000). From Heyes, 2001.

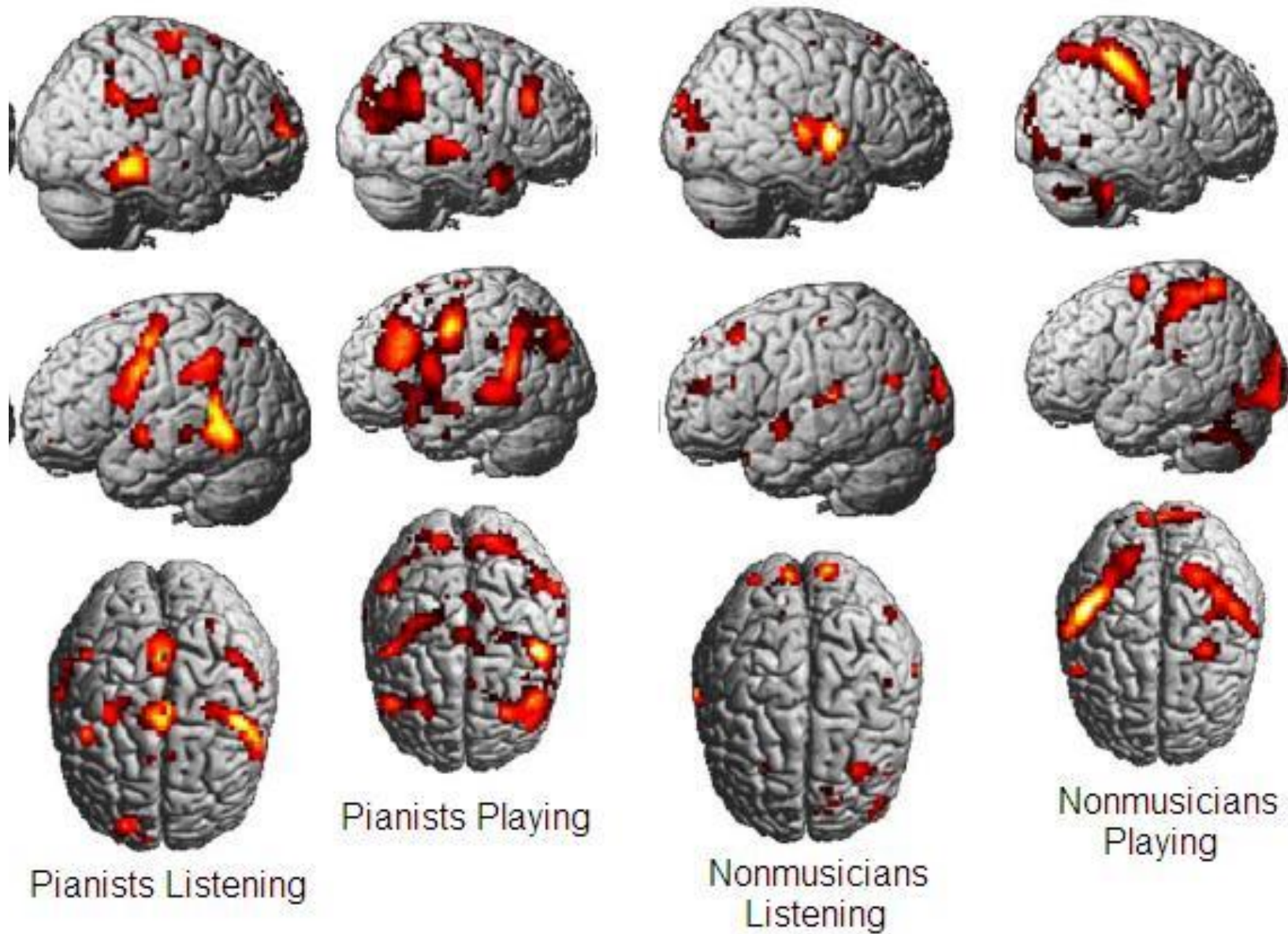
Hierarchical architecture for predictive coding with empirical Bayes



Závislost zrcadlových neuronů na zkušenosti

- Potvrdila se tedy hypotéza, že pro chápání a předvídání pohybů ostatních jedinců, jich musíme být schopni i my sami. Experimentátoři to vysvětlují tím, že pokud se účastníkům experimentu více líbí jejich vlastní taneční styl, rezonují jejich pohyby se zrcadlovými neurony více právě kvůli tomu, že znají a umí každý pohyb. Naopak u odlišného tanečního stylu jejich mozek realizaci pohybů nezná (Glaser et al., 2004).

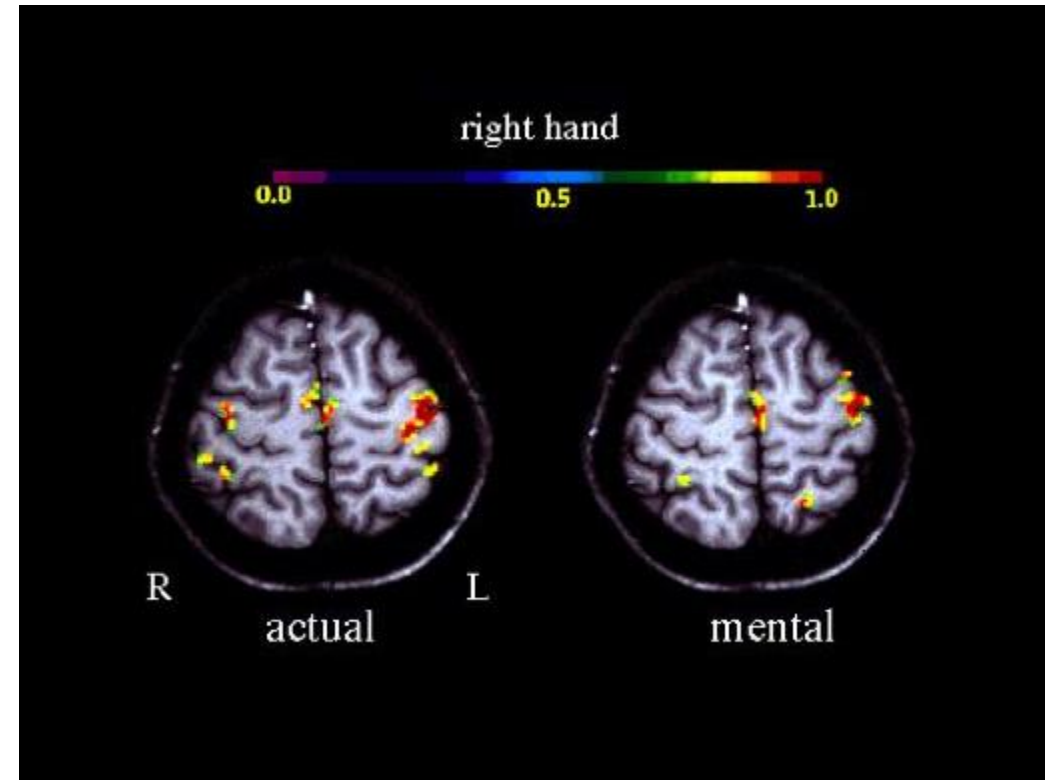




Bangert, M., Peschel, T., Schlaug, G., Rotte, M., Drescher, D., Hinrichs, H, Heinze, H.J., & Altenmüllera, E. (2006). Shared networks for auditory and motor processing in professional pianists: Evidence from fMRI conjunction. *NeuroImage*, 30, 917-926.

Motorická imaginace

- For instance, in his study on everyday people, Guang Yue, an exercise psychologist from Cleveland Clinic Foundation in Ohio, compared “people who went to the gym with people who carried out virtual workouts in their heads”. He found that a **30% muscle increase** in the group who went to the gym. However, the **group of participants who conducted mental exercises of the weight training increased muscle strength by almost half as much (13.5%)**. This average remained for 3 months following the mental training.





J Cogn Neurosci. Author manuscript; available in PMC 2010 Jul 1.

PMCID: PMC2773693

Published in final edited form as:

NIHMSID: NIHMS155522

[J Cogn Neurosci. 2009 Jul; 21\(7\): 1229–1243.](#)

doi: [10.1162/jocn.2009.21189](https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21189)

Eight Problems for the Mirror Neuron Theory of Action Understanding in Monkeys and Humans

[Gregory Hickok](#)

[Author information](#) ► [Copyright and License information](#) ►

The publisher's final edited version of this article is available at [J Cogn Neurosci](#)

See other articles in PMC that [cite](#) the published article.

Abstract

Go to:

The discovery of mirror neurons in macaque frontal cortex has sparked a resurgence of interest in motor/embodied theories of cognition. This critical review examines the evidence in support of one of these theories, namely that the mirror neurons provide the basis of action understanding. It is argued that there is no evidence from monkey data that directly tests this theory, and evidence from humans makes a strong case *against* the position.

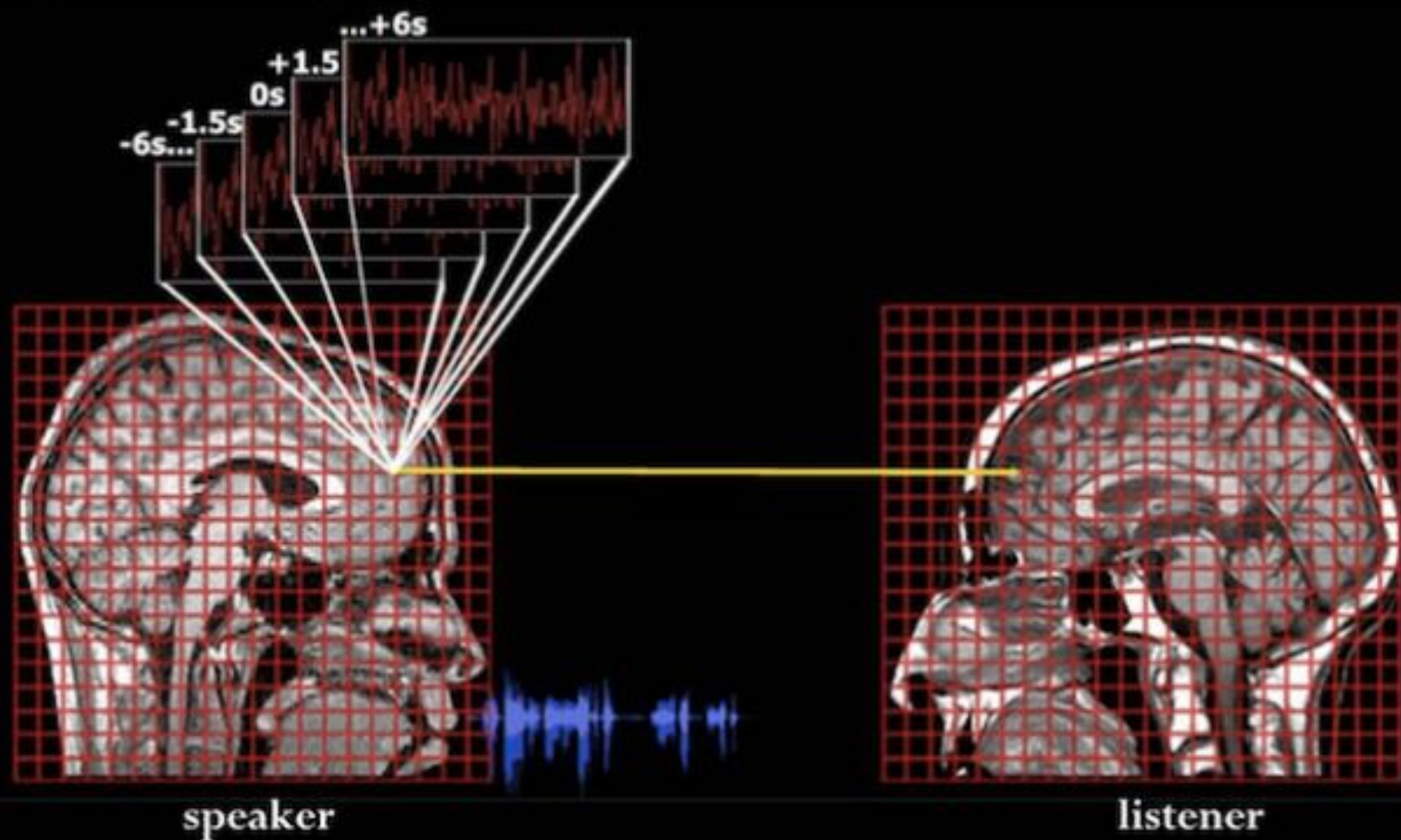
Problémy zrcadlových neuronů

- Neexistuje přímý důkaz u opic, že zrcadlové neurony podporují akční porozumění
- Zrcadlové neurony nejsou potřebné pro akční porozumění
- Zrcadlové neurony makaka a zrcadlové odezvy mozku u lidí jsou odlišné
- Provedení akce a porozumění akce je u lidí oddělené
- Poškození předpokládaných oblastí zrcadlových neuronů nezpůsobí snížení porozumění činnosti u druhých
- Není jednoduché identifikovat jednotlivé zrcadlové neurony, obvykle se mluví o zrcadlové oblasti, systému zrcadlových neuronů či síti zrcadlových neuronů. (Ramachandran, 2013)

Interpersonální synchronizace

- Lidé mají tendenci spontánně synchronizovat své pohyby. I když tento typ synchronního pohybu těla bylo zjištěno, široce, jeho neurologické mechanismus a jeho role v sociálních interakcích zůstávají nejasné.
- V nové studii vědci zjistili, že synchronizace těla pohyb mezi dvěma účastníky se zvyšuje po krátkém proškolení v kooperativním vzdělávání, což naznačuje, že naše schopnost synchronizovat pohyby těla je měřitelný ukazatel sociální interakce.
Kyongsik Yun, Katsumi Watanabe, Shinsuke Shimojo (2012) .

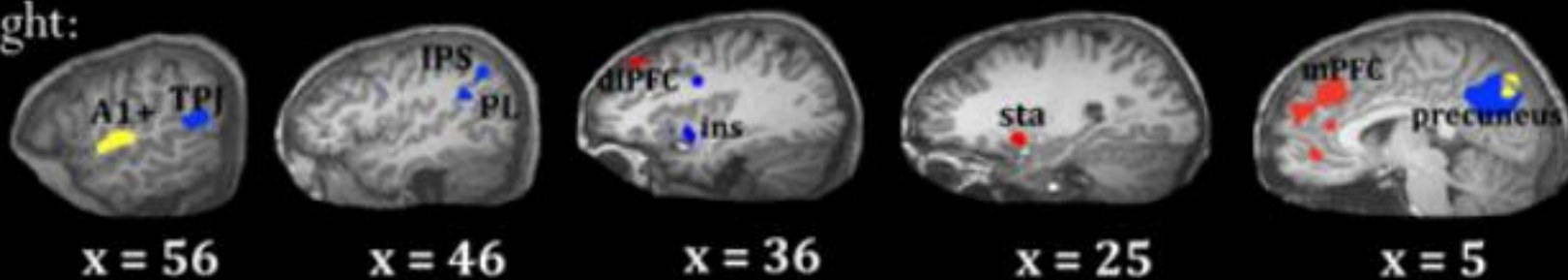
B Neural Coupling Model



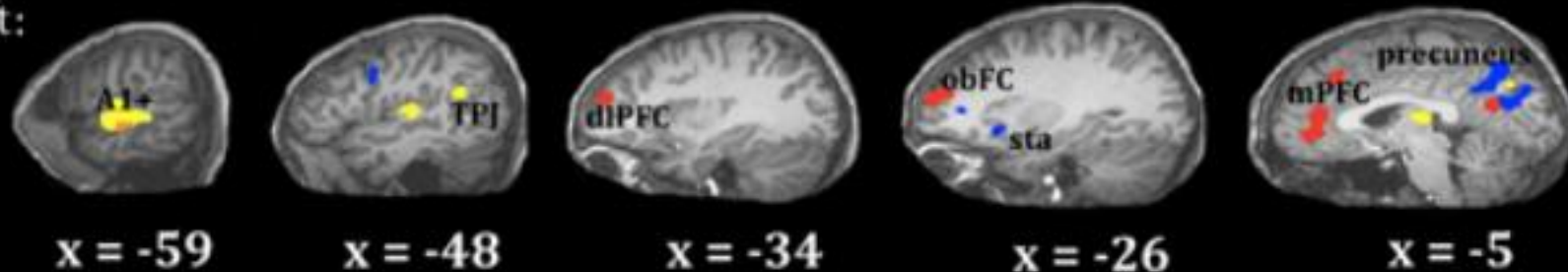
B Speaker-Listener

(Stephen et al., 2010)

right:



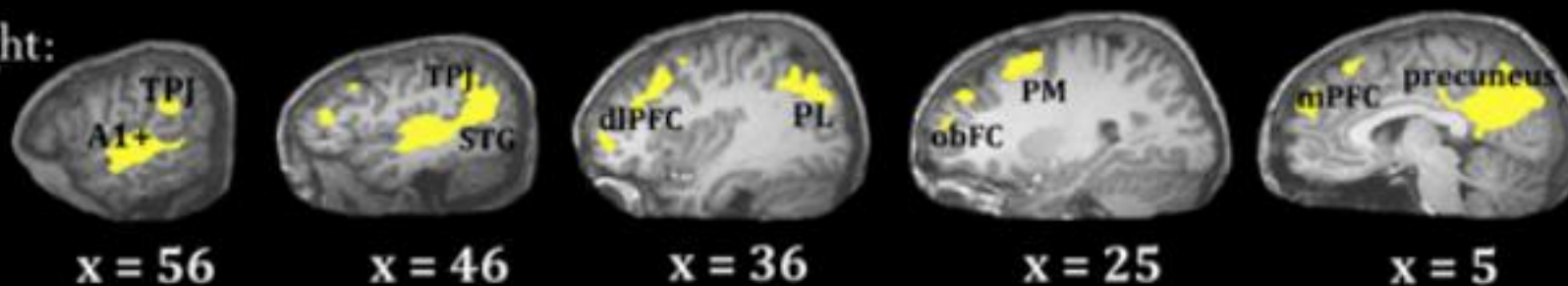
left:



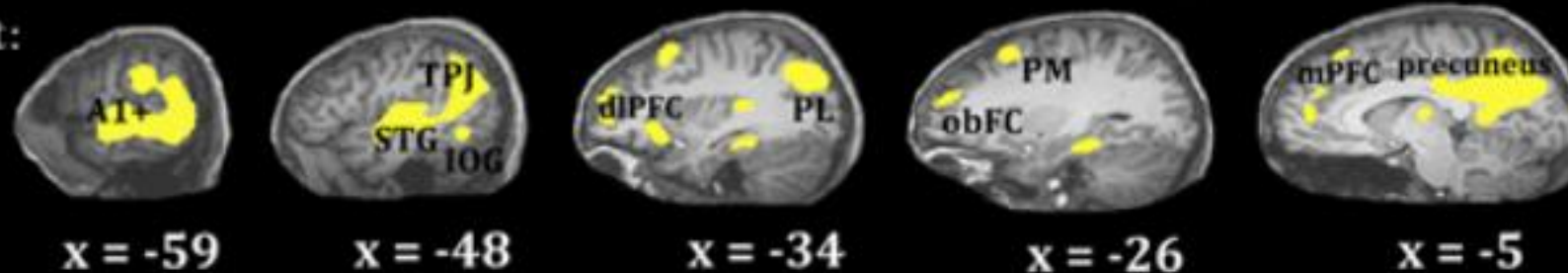
■ synchronous
■ speaker precedes
■ listener precedes

C. Listener-Listener

right:



left:



0.05 FDR corrected