

# Zkoumání Sense of Agency metodami neinvazivní mozkové stimulace

Bečev, O.<sup>1,\*</sup>, Laskov, O.<sup>1,2</sup>, Bakštejn E.<sup>1</sup>, Biačková, N.<sup>1,2</sup>, Novák, T.<sup>1,2</sup>, Mohr, P.<sup>1,2</sup>, Klírová, M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Národní ústav duševního zdraví, Klecany, Česko  
<sup>2</sup> 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova, Praha, Česko

\*Korespondenční autor: [ondrej.becev@nudz.cz](mailto:ondrej.becev@nudz.cz)

## Abstrakt

Sense of agency je pocit, že jsem tím, kdo způsobil danou akci. V této studii jsme zkoumali efekt nízkofrekvenční (1 Hz) a vysokofrekvenční (10 Hz, 20 Hz) rTMS stimulace pravého dolního parietálního laloku na sense of agency a potenciální roli gamma oscilací v tomto procesu. Participanti (N=16) podstoupili rTMS stimulaci, po které následoval úkol na sense of agency zahrnující pohybování kurzorem a externí manipulaci zpětné vazby.

Aplikace 20 Hz rTMS stimulace vedla ke snížení přesnosti rozpoznání vlastních a cizích akcí. Tento efekt byl způsoben poklesem kapacity rozpoznat externí manipulaci pohybu.

## Úvod

*Sense of agency* je pocit, že jsem tím, kdo generuje akci: tedy, že způsobuji, že se něco pohne, nebo způsobím myšlenku v mém proudu vědomí (Gallagher, 2000), kromě inicování akce zahrnuje i pocit kontroly akce a skrze to i událostí ve vnějším světě (Haggard & Tsakiris, 2009). Za prožitkem sense of agency patrně leží multifaktoriální systém, který podle kontextu dynamicky mění váhy jednotlivých vstupních signálů (Synofzik et al., 2008, 2013), mezi které patří např. motorické intence (Vosgerau & Synofzik, 2012), senzorické signály a časové predikce (Gentsch et al., 2012; SanMiguel et al., 2013), afektivní valence (Gentsch & Synofzik, 2014; Majchrowicz & Wierzchoń, 2021), nebo interocepce (Bečev et al., 2022; Marshall et al., 2018; Seth et al., 2012).

Neurovizuální studie nasvědčují, že sense of agency je spojené s parieto-frontálním okruhem (Zito, Wiest, et al., 2020). Zejména oblast identifikovaná jako rIPL nebo TPJ<sup>1</sup> bývá spojována s reprezentací motorických akcí (Bečev et al., 2021; Gallese et al., 2002) a s komparací motorického plánu vůči výsledkům akce (Gallese, 2005). Pozitivní sense of agency byl spojen se zvýšeným gamma coupling mezi rIPL a preSMA<sup>2</sup> (Ritterband-Rosenbaum, Nielsen, et

al., 2014), což koresponduje s teoriemi o klíčové funkci gamma oscilací v parietálním laloku pro sense of agency (Guggisberg et al., 2011; Guggisberg & Mottaz, 2013).

Provázanost rIPL se sense of agency potvrdila také řada neurostimulačních studií, jejich nálezy jsou však do jisté míry rozporuplné. Aplikace *excitatorní* 10 Hz rTMS stimulace zvýšila reportování vlastních akcí jako externě manipulovaných (Ritterband-Rosenbaum, Karabanov, et al., 2014), stejný efekt mělo ale také aplikování jediného pulzu během self/other úlohy (Preston & Newport, 2008) nebo dokonce aplikace *inhibitorní* stimulace na stejnou oblast (Zito, Anderegg, et al., 2020). Intenzivní přímá elektrická stimulace vedla k iluzornímu pocitu provedení akce bez faktického pohybu (Desmurget et al., 2009).

V této studii jsme zkoumali úlohu pravého IPL na sense of agency prostřednictvím aplikace rTMS stimulace a sledování změn výkonu v behaviorální úloze s on-line reportováním agence. Kromě placebo byly aplikovány jak nízkofrekvenční (1 Hz), tak vysokofrekvenční (10 Hz) protokoly vycházející ze starší literatury (Preston & Newport, 2008; Ritterband-Rosenbaum, Karabanov, et al., 2014). Kromě toho byla aplikována také vysokofrekvenční 20 Hz stimulace, u které se předpokládá indukce gamma oscilací v cílové oblasti (Honda et al., 2021; Liu et al., 2022; Noda et al., 2017), a doposud nebyl její efekt na sense of agency zkoumán.

## Materiály a metody

### 1.1 Participanti a experimentální design

Zdraví participanti, praváci (N=16, 10 žen, průměrný věk 31.3 let; SD =10.1) se účastnili experimentu, ve kterém byla aplikována repetitivní transkraniální stimulace (rTMS) a následně participanti plnili senzomotorickou úlohu založenou na ovládní kurzoru po hrací ploše s občasnou externí manipulací pohybu. Efekt stimulace a úlohy byl měřen pomocí encefalografie (EEG). Experiment byl navržen jako zaslepená, placebem kontrolovaná, vnitrosjektová (within-subject) studie s designem 2x4x4 a faktory *typ úlohy* (sense of agency úloha, kontrolní úloha), *externí manipulace* (ano, ne) a *rTMS podmínka* (placebo, 1 Hz,

<sup>1</sup> TPJ - temporo-parietální junkce; rIPL – dolní parietální lalok, pravostranný.

<sup>2</sup> preSMA – presuplementární motorická oblast.

10 Hz, 20 Hz). Každý subjekt se účastnil 4 návštěv s nejméně týdenním odstupem, přiřazení podmínek k pořadí návštěvy bylo kontrabalancované.

## 1.2 Procedura

Každá návštěva zahrnovala zjišťování aktuálního emočního naladění na začátku a na konci session zkrácenou škálou POMS (Shacham, 1983; Stuchlíková et al., 2005), nahrávku baseline klidové EEG aktivity a dva sety zahrnující: aplikaci rTMS stimulace, behaviorální úlohu (sense of agency úloha, kontrolní úloha) a nahrávku post-intervenční klidové EEG aktivity při zavřených očích.

## 1.3 Sense of agency úloha a kontrolní úloha

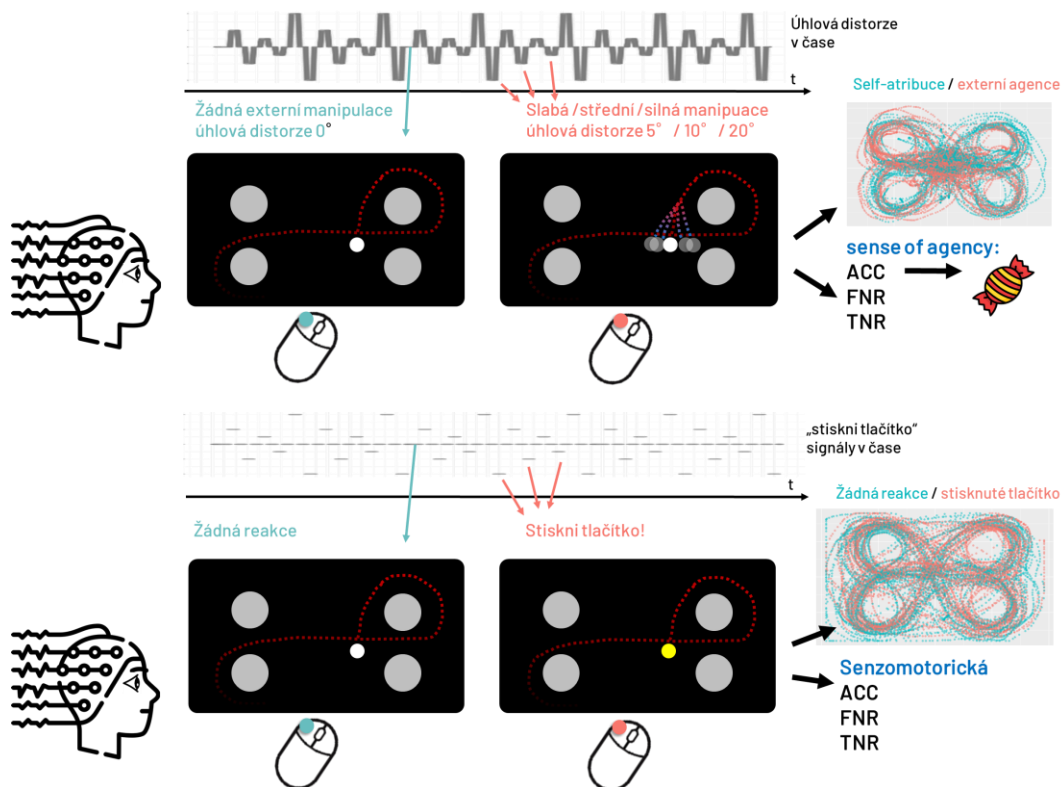
Sense of agency úloha je adaptací úlohy dle (Kozáková et al., 2020) a zapojuje jak agentní, tak senzomotorické procesy. Subjekt kontroloval plynulý pohyb kurzoru na obrazovce a snažil se vyhybat rozestaveným překážkám. Participanti byli instruováni, že výzkumníci jim mohou vzdáleně čas od času do pohybu zasahovat, což mají poznačit podržením tlačítka na myši.

Hlavním úkolem participantů bylo snažit se dávat pozor a co nejpřesněji rozeznávat, kdy mají kurzor plně pod kontrolou a kdy je jim do pohybu zasahováno. Zásahy však byly ve skutečnosti řízeny počítačem podle specifického rozvrhu úhlových výchylek. Rozvrh střídal bloky bez zásahu ( $0^\circ$  deviace) a bloky s různou měrou deviace ( $5^\circ, 10^\circ$  a  $20^\circ$ ) – viz Obr. 1. Kromě peněžní odměny po absolvování všech 4 návštěv byli účastníci motivováni sladkou odměnou podle jejich výkonu v absolvované sense of agency úloze.

**Kontrolní senzomotorická úloha** byla navržena jako co nejpodobnější k sense of agency úloze, ovšem bez manipulace agence. Participanti také ovládali kurzor mezi překážkami, vnější zásahy však nebyly přítomné a místo nich bylo úkolem participantů reagovat co nejrychleji na změnu barvy kurzoru.

## 1.4 Aparát

Obě úlohy byly prováděny na 15" laptopu, ovládaném pomocí myši. Experimentální úlohy byly implementovány v prostředí Processing (Reas & Fry, 2006). rTMS stimulace byla prováděna prostřednictvím systému MagPro R30 (Magventure®, Inc., Denmark) s cívkou Cool D-B80 A/P (dvojitý kužel). rTMS bylo aplikováno na oblast dolního parietálního laloku (IPL) pravostranně (na místo elektrody 173 dle pozic 256 kanálové čepice Magstim



**Obr. 1:** Schéma experimentální procedury. Sense of agency úloha (nahore) a kontrolní senzomotorická úloha (dole). Vpravo je ukázka trajektorie pohybu participanta kolem překážek.

EGI HCGSN 100), s intenzitou 100% individuálního motorického prahu. EEG bylo pořizováno přístrojem Magstim EGI Net Amps 400 Geodesic EEG (Magstim EGI, Eugene, OR, USA) s 256 kanálovou čepicí. EEG data a výsledky v tomto textu dále nejsou reportována.

## 2 Výsledky

### 2.1 Sledované proměnné

Analýza sledovala tři hlavní závislé proměnné v sense of agency úloze:

- False negative rate (FNR)** je míra nesprávného reportování vlastních akcí jakožto externích.
- True negative rate (TNR)**: správné reportování externích zásahů, non-agency
- Accuracy (ACC)** – celková přesnost klasifikace určení self- vs non-self událostí.

### 2.2 20 Hz rTMS na rIPL snižuje přesnost self-other distinkce

Hlavním zjištěním je, že po aplikaci 20 Hz rTMS stimulační subjekty vykazovaly vůči placebo výrazně sníženou přesnost (ACC) v rozeznávání self/other,  $t(16)=-4,275$ ,  $p=0,001$  (viz Obr. 2.). Tento pokles v přesnosti čerpal zejména ze signifikantního poklesu správného rozpoznání vnějších intruzí (TNR),  $t(16)=-2,461$ ,  $p=0,026$  a patrně částečně také ze simultánního nárůstu chybných označení vlastních akcí za cizí (FNR),  $t(16)=1,314$ ,  $p=0,209$ . Tyto nálezy přitom není možné vysvětlit pouhým efektem senzomotorických schopností - párové srovnání efektu 20 Hz stimulační a placebo na přesnost u kontrolní úlohy není signifikantní  $t(16)=0,531$ ,  $p=0,603$ .

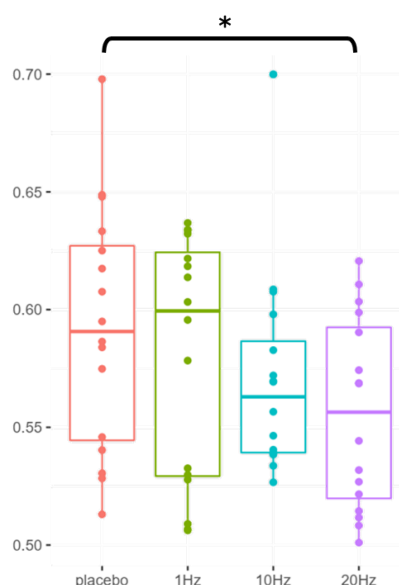
### 2.3 Slabé zásahy jsou příliš náročné na postřehnutí

Efekt 20 Hz rTMS na TNR se projevuje nejvýrazněji na silných perturbacích (viz Obr. 3). Nejpravděpodobnějším důvodem je podlahový efekt: pro většinu participantů je příliš náročné zaregistrovat 5° deviaci a jejich reporty byly na míře náhody.

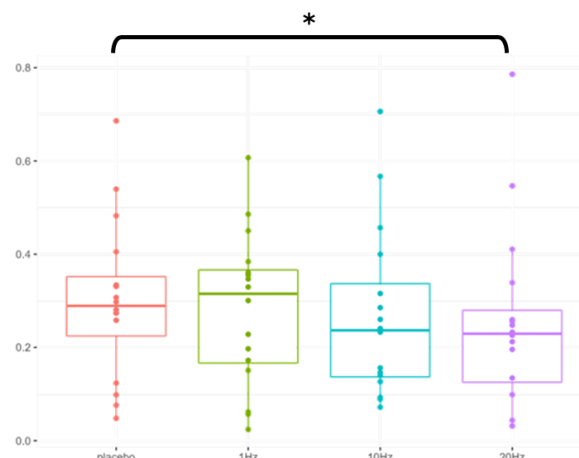
### 2.4 Data se rozcházejí s předchozími studiemi

Naše behaviorální výsledky, získané doposud na největším vzorku participantů, nereplikovaly po aplikaci vysokofrekvenční rTMS (tj. 10 Hz či 20 Hz) zvýšení FNR pozorované Ritterband-Rosenbaum et al. (2014) po vysokofrekvenční 10 Hz rTMS stimulační. Kromě toho jsme nepozorovali ani efekt inhibiční stimulační (1 Hz) na přesnost (ACC), reportovaný MacDonald & Paus (2003).

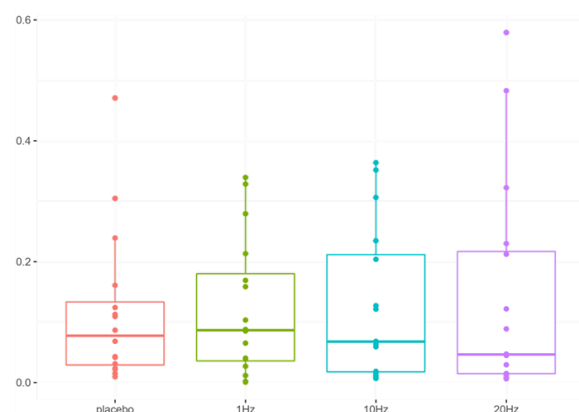
Celková přesnost rozeznání self/non-self (ACC)



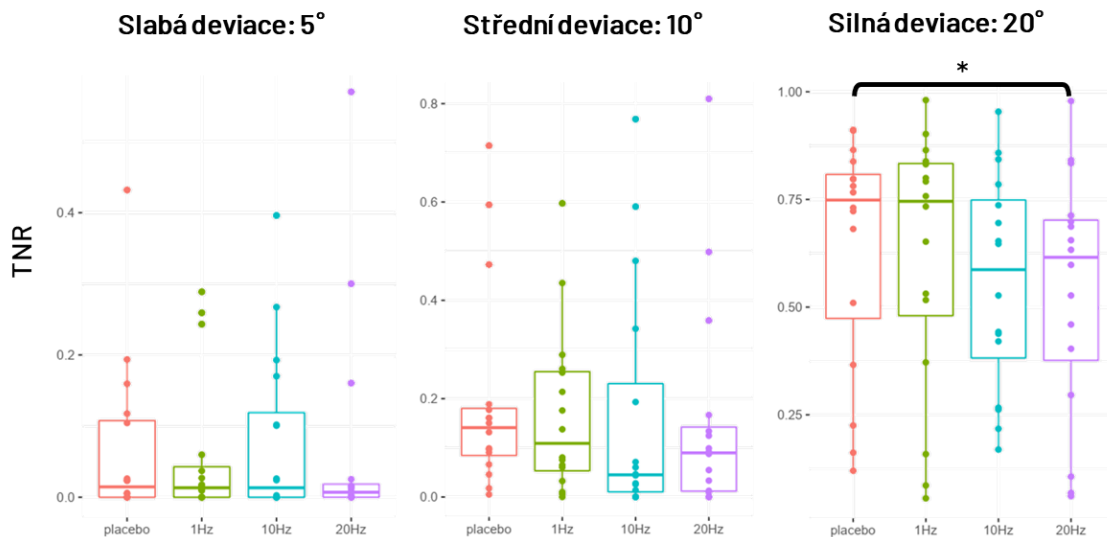
Správné rozpoznání externích zásahů (TNR)



Přisuzování vlastních akcí vnějším zásahům (FNR)



**Obr. 2:** Nahoře: srovnání ACC u Sense of Agency task mezi čtyřmi rTMS podmínkami. Uprostřed a dole: srovnání správného rozpoznání externích zásahů (TNR) a přisuzování vlastních akcí vnějším zásahům (FNR) mezi jednotlivými rTMS podmínkami.



**Obř. 3:** Porovnání ACC u Sense of Agency task mezi čtyřmi rTMS podmínkami. Podlahový efekt u 5° a 10° deviace je zřetelný.

## 2.5 Diskuse

Naše nálezy podporují hypotézu, že pravostranný IPL je klíčovou oblastí zapojenou do zpracování *sense of agency* a senzomotorické integrace.

Excitatorní 20 Hz rTMS na rIPL narušuje sense of agency, nicméně faktory, které k tomu vedou, jsou výrazně odlišné od starší studie Ritterband-Rosenbaum, Karabanov, et al. (2014) – dalo by se dokonce říci, že přímo opačné. V našich výsledcích je efekt saturovaný především narušením schopnosti detekovat cizí akce a je spojený s poklesem TNR - true negative rate, zatímco Ritterband-Rosenbaum, Karabanov, et al. (2014) po podobné stimulaci pozorovali častější označování vlastních akcí jako cizí (FNR). V naší studii 10 Hz ani 20 Hz stimulace stejné oblasti tento efekt nenavozuje.

První otázka se týká tohoto rozporu. Příčinou může být jiný časový rámec reportu agence: zatímco v naší studii participant reportovali agenci kontinuálně, ve studii Ritterband-Rosenbaum participant provádějí reporty po dokončení pohybu. V naší studii jsme také aplikovali stimulaci off-line (před úlohou), zatímco Ritterband-Rosenbaum et al. ji aplikovali on-line (během pohybu).

Další otázkou je, zda použitá intervence narušila přímo proces *sense of agency*, nebo spíše jeho *klíčový vstupní faktor* – senzomotorickou komparaci. Miele et al. (2011) přichází s experimentálně podloženým tvrzením, že IPL je spíše zodpovědná za nízkoúrovňové, automatické zpracování „příznaků“ agence a aktivuje se, když dojde k diskrepanci mezi vizuálními, proprioceptivními a motorickými vstupy. Podle nich IPL nejspíše není zapojená do vyšších kognitivních procesů zakládajících *sense of agency*, jako je vědomá reflexe, zda byla akce způsobena někým jiným, nebo mnou.

Pokud přijmeme, že funkce rIPL je spojená spíše se senzomotorickou komparací, nabízí se otázka, zda je výstupní informace z komparátoru spojená s detekcí *diskrepance* (mismatch), nebo naopak s detekcí senzomotorické *kořespondence/kongruence*. Starší fMRI studie spojují aktivitu v rIPL s *diskrepancí* mezi zamýšlenou akcí a konsekvencemi pohybu (Farrer et al., 2008), s čímž souhlasí také nedávná metastudie Zito, Wiest, et al. (2020) připravená na neurovizuálních datech. Konstatování spojitosti aktivity rIPL s diskrepancí však může být důsledkem nízkého temporálního rozlišení neurovizuálních metod a z toho plynoucích problémů se zachycením rychlé dynamiky meziregionální komunikace. Ritterband-Rosenbaum, Nielsen, et al. (2014) kritizují reduktivní pohled na neurální podklady *sense of agency*, spočívající v hledání změn na úrovni jednotlivých míst v mozku (typické pro fMRI studie) a argumentují, že neurální signatury *sense of agency* mají spíše povahu změn síťového spárování. S použitím EEG a dynamického kauzálního modelování ukázali, že preSMA vytváří predikci předpokládaného výstupu akce, která je poté předávána do IPL, který následně komparuje tento předpokládaný stav s průběžnou vizuální a proprioceptivní zpětnou vazbou během provádění akce. Teprve v pozdní fázi zpracování dojde v případě senzomotorické kořespondence v IPL k mezifrekvenčnímu spárování (coupling) v pásmu vysoké gammy, iniciovaného z IPL do preSMA. Prožitek *sense of agency* tedy patrně vzniká až v tomto kroku, když IPL indikuje do preSMA kongruenci a to formou přechodné modulace síly gamma aktivity v preSMA gamma aktivitou v rIPL.

Aktuálních poznatky tedy potvrzují dřívější předpoklad Synofzik et al., (2008), že rIPL komplexně vyhodnocuje kořespondenci sensorických vstupů (reaferece) se stavem predikovaným na základě eferentní kopie.

## Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory grantové agentury GA ČR, v rámci projektu č. 20-24782S. Díky patří také Nicol Schlezingerové a Lucii Krejčové, které se podílely na sběru dat a Janu Rydlovi a Janu Hubenému za technické zajištění.

## Literatura

- Bečev, O., Kozáková, E., Sakálošová, L., Mareček, R., Majchrowicz, B., Roman, R., & Brázdil, M. (2022). Actions of a Shaken Heart: Interoception Interacts with Action Processing. *Biological Psychology*, *169*(December 2021), 108288. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2022.108288>
- Bečev, O., Mareček, R., Lamoš, M., Majchrowicz, B., Roman, R., & Brázdil, M. (2021). Inferior parietal lobule involved in representation of “what” in a delayed-action Libet task. *Consciousness and Cognition*, *93*(July 2020), 103149. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2021.103149>
- Desmurget, M., Reilly, K. T., Richard, N., Szathmari, A., Mottolese, C., & Sirigu, A. (2009). Movement intention after parietal cortex stimulation in humans. *Science (New York, N.Y.)*, *324*(5928), 811–813. <https://doi.org/10.1126/science.1169896>
- Farrer, C., Frey, S. H., Van Horn, J. D., Tunik, E., Turk, D., Inati, S., & Grafton, S. T. (2008). The angular gyrus computes action awareness representations. *Cerebral Cortex (New York, N.Y. : 1991)*, *18*(2), 254–261. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhm050>
- Gallagher, S. (2000). Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(1), 14–21.
- Gallese, V. (2005). The ‘Shared Manifold’ Hypothesis. *Journal of Consciousness Studies*, *8*, 33–50.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (2002). Action Representation and the inferior parietal lobule. In W. Prinz & B. Hommel (Eds.), *Common Mechanisms in Perception and Action: Attention and Performance XIX* (pp. 334–355). Oxford University Press.
- Gentsch, A., Kathmann, N., & Schütz-Bosbach, S. (2012). Reliability of sensory predictions determines the experience of self-agency. *Behavioural Brain Research*, *228*(2), 415–422. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.12.029>
- Gentsch, A., & Synofzik, M. (2014). Affective coding: the emotional dimension of agency. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*(August), 608. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00608>
- Guggisberg, A. G., Dalal, S. S., Schnider, A., & Nagarajan, S. S. (2011). The neural basis of event-time introspection. *Consciousness and Cognition*, *20*(4), 1899–1915. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2011.03.008>
- Guggisberg, A. G., & Mottaz, A. (2013). Timing and awareness of movement decisions: does consciousness really come too late? *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*(July), 385. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00385>
- Haggard, P., & Tsakiris, M. (2009). The Experience of Agency. *Current Directions in Psychological Science*, *18*(4), 242–246.
- Honda, Y., Nakamura, S., Ogawa, K., Yoshino, R., Tobler, P. N., Nishimura, Y., & Tsutsui, K. I. (2021). Changes in beta and high-gamma power in resting-state electrocorticogram induced by repetitive transcranial magnetic stimulation of primary motor cortex in unanesthetized macaque monkeys. *Neuroscience Research*, *171*, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2021.02.002>
- Kozáková, E., Bakštejn, E., Havlíček, O., Bečev, O., Knytl, P., Zaytseva, Y., & Španiel, F. (2020). Disrupted Sense of Agency as a State Marker of First-Episode Schizophrenia: A Large-Scale Follow-Up Study. *Frontiers in Psychiatry*, *11*(December), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.570570>
- Liu, C., Han, T., Xu, Z., Liu, J., Zhang, M., Du, J., Zhou, Q., Duan, Y., Li, Y., Wang, J., Cui, D., & Wang, Y. (2022). Modulating Gamma Oscillations Promotes Brain Connectivity to Improve Cognitive Impairment. *Cerebral Cortex*, *32*(12), 2644–2656. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhab371>
- MacDonald, P. A., & Paus, T. (2003). The role of parietal cortex in awareness of self-generated movements: A transcranial magnetic stimulation study. *Cerebral Cortex*, *13*(9), 962–967. <https://doi.org/10.1093/cercor/13.9.962>
- Majchrowicz, B., & Wierzchoń, M. (2021). Sensory attenuation of action outcomes of varying amplitude and valence. *Consciousness and Cognition*, *87*(May 2020), 2020. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2020.103058>
- Marshall, A. C., Gentsch, A., & Schütz-Bosbach, S. (2018). The interaction between interoceptive

- and action states within a framework of predictive coding. *Frontiers in Psychology*, 9(FEB), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00180>
- Miele, D. B., Wager, T. D., Mitchell, J. P., & Metcalfe, J. (2011). Dissociating neural correlates of action monitoring and metacognition of agency. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(11), 3620–3636. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00052](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00052)
- Noda, Y., Zomorodi, R., Saeki, T., Rajji, T. K., Blumberger, D. M., Daskalakis, Z. J., & Nakamura, M. (2017). Resting-state EEG gamma power and theta–gamma coupling enhancement following high-frequency left dorsolateral prefrontal rTMS in patients with depression. *Clinical Neurophysiology*, 128(3), 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2016.12.023>
- Preston, C., & Newport, R. (2008). Misattribution of movement agency following right parietal TMS. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(1), 26–32. <https://doi.org/10.1093/scan/nsm036>
- Reas, C., & Fry, B. (2006). Processing: programming for the media arts. *Ai & Society*, 20(4), 526–538.
- Ritterband-Rosenbaum, A., Karabanov, A. N., Christensen, M. S., & Nielsen, J. B. (2014). 10 Hz rTMS over right parietal cortex alters sense of agency during self-controlled movements. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(June), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00471>
- Ritterband-Rosenbaum, A., Nielsen, J. B., & Christensen, M. S. (2014). Sense of agency is related to gamma band coupling in an inferior parietal-preSMA circuitry. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(July), 510. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00510>
- SanMiguel, I., Todd, J., & Schröger, E. (2013). Sensory suppression effects to self-initiated sounds reflect the attenuation of the unspecific N1 component of the auditory ERP. *Psychophysiology*, 50(4), 334–343. <https://doi.org/10.1111/psyp.12024>
- Seth, A. K., Suzuki, K., & Critchley, H. D. (2012). An interoceptive predictive coding model of conscious presence. *Frontiers in Psychology*, 3(JAN), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00395>
- Shacham, S. (1983). A Shortened Version of the Profile of Mood States. *Journal of Personality Assessment*, 47(3), 305–306. [https://doi.org/10.1207/s15327752jpa4703\\_14](https://doi.org/10.1207/s15327752jpa4703_14)
- Stuchlíková, I., Mana, F., & Hagtvet, K. (2005). Dotazník k měření afektivních stavů: konfirmačně faktorová analýza krátké české verze. *Československá Psychologie*, 49(5), 459–467.
- Synofzik, M., Vosgerau, G., & Newen, A. (2008). Beyond the comparator model: a multifactorial two-step account of agency. *Consciousness and Cognition*, 17(1), 219–239. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.03.010>
- Synofzik, M., Vosgerau, G., & Voss, M. (2013). The experience of agency: an interplay between prediction and postdiction. *Frontiers in Psychology*, 4(March), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00127>
- Vosgerau, G., & Synofzik, M. (2012). Weighting models and weighting factors. *Consciousness and Cognition*, 21(1), 55–58. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2011.09.016>
- Zito, G. A., Anderegg, L. B., Apazoglou, K., Müri, R. M., Wiest, R., Holtforth, M. G., & Aybek, S. (2020). Transcranial magnetic stimulation over the right temporoparietal junction influences the sense of agency in healthy humans. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 45(4), 271–278. <https://doi.org/10.1503/jpn.190099>
- Zito, G. A., Wiest, R., & Aybek, S. (2020). Neural correlates of sense of agency in motor control: A neuroimaging meta-analysis. *PLoS ONE*, 15(6), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234321>