

CO NA TO VĚDA: TRANSKRANIÁLNÍ MAGNETICKÁ STIMULACE (TMS) A DEPRESE

Transkraniální magnetická stimulace (TMS) je všestranná metoda, která neinvazivně moduluje nervové zpracování v mozku indukci krátkého výboje elektrického proudu v kondenzátoru do stimulované cívky a následně generuje magnetické pole, které indukuje depolarizaci membránových potenciálů nervových buněk v kortikální tkáni pod cívkou a ovlivňuje aktivitu související nervové smyčky. Kontextově závislé faktory, včetně celkového počtu pulzů, frekvence a intenzity stimulace magnetické stimulace, doby trvání mezi jednotlivými řetězci a cílových oblastí v kortexu, souvisejí s biologickými účinky TMS. Různé typy a kombinace stimulace a cílové oblasti mozku mohou vyvolat různé biologické účinky a mnoho určitých modelů stimulů může vyvolat prodloužené účinky na nervovou aktivitu a může přetrvávat i po skončení samotné léčby [1, 2].

FDA schválila transkraniální magnetickou stimulaci (TMS) pro léčbu deprese odolné vůči léčbě v roce 2008 [3].

rTMS (repetitivní transkraniální magnetická stimulace) je typ TMS, který může být využit jako potenciální strategie léčby psychosociálních onemocnění a nervové rehabilitace. Standardní rTMS používá cívku ve tvaru osmičky (figure-of-8), která má velmi úzké a přesné zacílení a proniká do hloubky cca 0,7–1,5 cm.

Výzkumy zjistily, že vysokofrekvenční (HF) stimulace (>5 Hz) vyvolává excitační účinky, zatímco nízkofrekvenční (LF) stimulace (<1 Hz) vytváří inhibiční účinky v mozku. Nejrozšířenějším mechanismem dlouhodobých nervových účinků rTMS je, že rTMS může změnit synaptickou plasticitu, zejména dlouhodobou potenciaci/depresi (LTP/LTD) excitačního synaptického přenosu [4]. Zjištění z farmakologických a zvířecích studií skutečně ukázala, že rTMS ovlivňuje nervové procesy, které souvisejí se zahájením a udržením synaptické plasticity, včetně genu a exprese proteinu, která je základem funkce N-methyl-D-aspartátu (NMDA) [5,6]. Navíc v závislosti na vnitřních vlastnostech a geometrické orientaci vláken uvnitř stimulované kortikální oblasti, magnetickým stimulem indukovaný proud nejen reguluje aktivitu lokálních interneuronálních obvodů, ale také ovlivňuje ta vlákna, která se antidromicky nebo ortodromicky promítají do jeho vzdálených mozkových struktur. Nedávná studie navrhla doplňující tezi, že kromě změn synaptické plasticity podobné LTP/LTD v excitačním přenosu (např. souhrn účinků v excitačním nervovém přenosu v závislosti na množství a rychlosti postsynaptického přítohu vápníku) [7], modulací inhibiční interneuronové aktivity a membránových potenciálů se vyskytují současně s excitačními změnami, přičemž rovnováha těchto účinků je základem konečného účinku [8]. Zejména rTMS aktivuje kortikální obvody a interaguje se spontánními oscilačními rytmy indukovanými stimulací. To může přinést modulaci závislou na aktivitě podle synchronizace fázového uzamčení mezi vzorem stimulace a kortikálními oscilacemi [9].

dTMS (deep transcranial magnetic stimulation) používá speciální H-cívku (H-coil), která je zabudovaná v helmě. Tato cívka generuje magnetické pole, které efektivně stimuluje mozek do hloubky 3–4 cm (někdy i více podle typu cívky). Standardní TMS cílí na velmi malý bod (cca 1 cm²). dTMS stimuluje širší oblast kůry. Dochází k aktivaci nejen neuronů v šedé hmotě na povrchu, ale i hlubších vláken bílé hmoty, která propojují prefrontální kůru s emočními centry.

Dvojitě zaslepená placebem kontrolovaná multicentrická studie, publikovaná v roce 2015 prokázala účinnost a bezpečnost dTMS u pacientů se závažnou depresivní poruchou. Výsledky studie naznačují, že dTMS představuje nový zásah v léčbě deprese, který je účinný a bezpečný u pacientů, kteří nereagují na antidepresivní léky [10].

Zacílení TMS při léčbě deprese

Nejčastějším cílem stimulace je dorsolaterální prefrontální kortex (DLPFC), což se objevilo v raných neurovizuálních studiích deprese. V poslední době přísnější metody odhalily cílové sítě a anti-sítě v celém mozku založené na účincích fokálních mozkových lézí a fokální mozkové stimulace na symptomy deprese. Zdá se, že zlepšení symptomů během terapeutické DLPFC-TMS zahrnuje směrové změny v signalizaci mezi DLPFC, subgenuální a dorzální přední cingulární kůrou a oblastmi tzv. salience-network. Do terapeutických mechanismů pro jiné cíle TMS při depresi však mohou být zapojeny různé sítě, jako je dorsomediální prefrontální kortex nebo orbitofrontální kortex. Trvání terapeutických účinků TMS zahrnuje synaptickou neuroplasticitu a může konkrétně záviset na dopaminu působícím na rodinu receptorů D1, stejně jako na mechanismech synaptické plasticity závislých na NMDA receptoru. Ačkoli jsou protokoly TMS klasicky považovány za „excitační“ nebo „inhibiční“, skutečné účinky u jednotlivců se zdají být značně variabilní a mohly by být lépe pochopeny na úrovni populací synapsí spíše než jednotlivých synapsí. Synaptická metaplasticita může poskytovat vestavěný ochranný mechanismus, který zabraňuje nekontrolované facilitaci nebo inhibici

během léčby, a může vysvětlovat relativně malý počet pacientů, jejichž stav se s TMS spíše zhorší nežlepší. Z etologického hlediska mohou antidepresivní účinky TMS zahrnovat podporu atraktorového stavu celého mozku spojeného s chováním při hledání potravy/lovu, soustředěného na rostrolaterální periakveduktální šedou a salience network, a potlačení atraktorového stavu spojeného s pasivní obranou proti hrozbě, soustředěného na ventrolaterální periakveduktální šedou a defaultní síť [11].

Biochemické mechanismy vzniku deprese:

1. Nerovnováha neurotransmiterů (monoaminová hypotéza)

- Serotonin (5-HT): Reguluje náladu, spánek a chuť k jídlu; nízké hladiny jsou spojeny s depresí.
- Dopamin (DA): Ovlivňuje motivaci, potěšení a odměnu; deficity pozorované u deprese.
- Noradrenalin (NE): Ovlivňuje pozornost, energii a bdělost; nízké hladiny přispívají k nedostatku motivace. [12].

2. Dysfunkce struktury a mozkové sítě

- Limbický systém/Amygdala: Nadměrná aktivita v centrech strachu/emocí, snížená kontrola shora dolů z prefrontální kůry (PFC).
- Prefrontální kortex (PFC) a hipokampus: Snížená aktivita, objem a neurogeneze (tvorba nových neuronů), což ovlivňuje regulaci emocí a paměť. [13,14,15].

3. Systém stresové reakce (osa HPA)

Chronický stres nadměrně aktivuje osu hypotalamus-hypofýza-nadledviny (HPA), což vede ke zvýšené hladině kortizolu, který může poškozovat neurony v hipokampu a měnit mozkové funkce [16,17].

4. Neurozáněť a imunitní systém

Deprese je spojena se zvýšenými zánětlivými markery (cytokiny), aktivací imunitních buněk a problémy s hematoencefalickou bariérou, což vytváří začarovaný kruh v kombinaci se stresem [18,19].

5. Neuroplasticita a neurogeneze

Stres a deprese snižují schopnost mozku adaptovat se (neuroplasticita) a tvořit nové neurony (neurogeneze), zejména v hipokampu, což lze do určité míry zvrátit antidepresivy [20,21].

6. Genetické a environmentální faktory

Genetické variace mohou zvýšit zranitelnost, zejména při interakci se stresujícími životními událostmi (např. trauma, ztráta), a ovlivňují tak reakci mozku [22,23].

Je důležité si uvědomit, že se jedná o komplexní syndrom, při kterém se geny, stres, záněť a neurotransmitterové systémy prolínají a narušují důležité mozkové okruhy zodpovědné za emoce, motivaci a myšlení [24,25]. Při pochopení těchto souvislostí a uvedení do klinické praxe se výrazně zvyšuje účinnost léčby, ale také oblast prevence.

Biochemické účinky transkraniální magnetické stimulace (TMS) při léčbě deprese:

1. Modulace neurotransmiterových systémů

TMS přímo ovlivňuje hladiny klíčových látek v mozku, které regulují náladu:

- **Dopamin:** Stimulace prefrontální kůry vede k uvolňování dopaminu v hlubších strukturách (např. v nucleus caudatus), což zlepšuje prožívání radosti a motivaci [26].
- **Glutamát a GABA:** TMS upravuje rovnováhu mezi hlavním budivým (glutamát) a tlumivým (GABA) systémem, což pomáhá stabilizovat mozkovou aktivitu [27].
- **Serotonin:** Opakované sezení zvyšuje citlivost a hustotu serotoninových receptorů [28].

2. Zvýšení hladiny neurotrofických faktorů (BDNF)

Jedním z nejdůležitějších biochemických procesů je zvýšení hladiny **BDNF** (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*). BDNF působí jako „hnojivo pro mozek“ – podporuje přežití stávajících neuronů a tvorbu nových spojení (synapsí). Deprese je často spojena s nízkou hladinou BDNF a TMS tento deficit dokáže zvrátit [29].

3. Normalizace osy HPA (Stresová osa)

U pacientů s depresí bývá často chronicky aktivovaná osa hypotalamus-hypofýza-nadledviny (HPA), což vede k vysokým hladinám kortizolu (stresového hormonu). rTMS pomáhá tuto osu „přenastavit“, čímž snižuje biochemické projevy chronického stresu v organismu [30].

4. Změny v metabolismu glukózy a kyslíku

Biochemicky se účinek projevuje také zvýšením metabolické aktivity v cílových oblastech (DLPFC). Buňky v těchto místech začnou po stimulaci efektivněji spalovat glukózu a využívat kyslík, čímž se vrací k normálnímu fungování [31].

Biochemické účinky transkraniální magnetické stimulace (TMS) při léčbě deprese jsou komplexní a zahrnují změny na úrovni neurotransmiterů, receptorů i buněčných procesů.

Proč je TMS vhodnou volbou pro léčbu deprese?

TMS je vhodná pro depresi, jelikož neinvazivně stimuluje nedostatečně aktivní oblasti mozku regulující náladu (jako je prefrontální kortex) pomocí magnetických pulzů, čímž účinně

„resetuje“ nervové obvody, nabízí alternativu bez léků s menším počtem systémových vedlejších účinků než léky a je vysoce účinná v případech rezistentních na léčbu, kde jiné terapie selhávají. Přímou cílí na biologický základ deprese tím, že zvyšuje aktivitu nervových buněk, což vede ke zlepšení nálady a funkčnosti.

Klíčové výhody TMS:

- **Cílí na mozkovou aktivitu:** Deprese často zahrnuje sníženou aktivitu v dorsolaterálním prefrontálním kortexu (DLPFC), klíčovém centru pro regulaci nálady.
- **Magnetické pulzy:** Elektromagnetická cívka umístěná na pokožce hlavy vysílá pulzy, které stimulují nervové buňky v této nedostatečně aktivní oblasti a zvyšují jejich aktivitu.
- **Obnovuje funkci:** Tato zvýšená nervová aktivita pomáhá regulovat náladu a zmírňovat depresivní příznaky, jako je přemítání.
- **Neinvazivní a bez léků:** Je to bezpečná alternativa k lékům, která se vyhýbá systémovým vedlejším účinkům, jako je přibývání na váze, únava nebo nespavost.
- **Pro depresi rezistentní na léčbu:** Je schválena FDA a je vysoce účinná u pacientů, kteří nereagovali na antidepresiva ani jinou terapii.
- **Méně vedlejších účinků:** Nejčastější vedlejší účinky jsou mírné, jako je diskomfort v pokožce hlavy nebo bolesti hlavy, a často dočasné.
- **Ambulantní zákrok:** Sezení jsou krátká (10–30 minut), provádějí se ambulantně a pacienti zůstávají vzhůru.

TMS představuje precizní neinvazivní metodu, která normalizuje neurofyziologickou aktivitu mozku bez systémové zátěže organismu typické pro farmakoterapii, což nabízí efektivní řešení pro pacienty trpící depresivní poruchou.

Závěrem:

Transkraniální magnetická stimulace (TMS) je neinvazivní terapie mozkové stimulace schválená americkým Úřadem pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) využívající magnetické pulzy k aktivaci nervových buněk, primárně u léčebně rezistentní deprese, když léky selhávají. Cílením na oblasti mozku regulující náladu nabízí úlevu bez anestezie nebo významných vedlejších účinků, jako jsou problémy s pamětí, únava, nespavost, přičemž typické kúry zahrnují denní sezení po dobu několika týdnů.

Krátce po schválení FDA potvrzují mnohé klinické studie účinnost TMS v léčbě deprese. Tato zjištění upevnila TMS jako životaschopnou a slibnou možnost léčby pro ty, kteří bojují s depresí. Jedna z nejvýznamnějších klinických studií publikovala výsledky o dosažení až 90% remise během pouhých 5 dnů intenzivní stimulace u těžkých depresí. Studie ze Stanfordu byla publikovaná roku 2021 v odborném časopise American Journal of Psychiatry. [32].

Transkraniální magnetická stimulace TMS se tedy prokazuje jako účinná a šetrná léčba deprese.

Zdroje:

1. Reithler J, Peters JC, Sack AT. Multimodal transcranial magnetic stimulation: using concurrent neuroimaging to reveal the neural network dynamics of noninvasive brain stimulation. *Prog Neurobiol.* 2011; 94(2): 149-165. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21527312/>
2. Pascual-Leone A, Rubio B, Pallardó F, Catalá MD. Rychlá transkraniální magnetická stimulace levé dorsolaterální prefrontální kůry při depresi rezistentní na léky. *Lancetová.* 1996 Červenec 27;348(9022):233-7. doi: 10.1016/s0140-6736(96)01219-6. PMID: 8684201. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8684201/>
3. DEPARTMENTOFHEALTH&HUMANSERVICES.Zdroj:https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf8/k083538.pdf
4. Ma J, Zhang Z, Kang L, Geng D, Wang Y, Wang M, Cui H. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) influences spatial cognition and modulates hippocampal structural synaptic plasticity in aging mice. *Exp Gerontol.* 2014; 58: 256-268. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25172625/>
5. Lefaucheur JP. Neurophysiology of cortical stimulation. *Int Rev Neurobiol.* 2012; 107: 57-85. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23206678/>
6. Cheeran B, Koch G, Stagg CJ, Baig F, Teo J. Transcranial magnetic stimulation: from neurophysiology to pharmacology, molecular biology and genomics. *Neuroscientist.* 2010; 16(3): 210-221. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20103503/>
7. Huang YZ, Rothwell JC, Chen RS, Lu CS, Chuang WL. The theoretical model of theta burst form of repetitive transcranial magnetic stimulation. *Clin Neurophysiol.* 2011; 122(5): 1011- 1018. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20869307/>
8. Muller PA, Dhamne SC, Vahabzadeh-Hagh AM, Pascual-Leone A, Jensen FE, Rotenberg A. Suppression of motor cortical excitability in anesthetized rats by low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation. *PLoS One.* 2014; 9(3): e91065. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24646791/>
9. Alagapan S, Schmidt SL, Lefebvre J, Hadar E, Shin HW, Frhlich F. Modulation of Cortical Oscillations by Low-Frequency Direct Cortical Stimulation Is State-Dependent. *PLoS Biol.* 2016; 14(3): e1002424. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27023427/>
10. Zdroj: Levkovitz, et. al. Efficacy and safety of deep transcranial magnetic stimulation for major depression: a prospective multicenter randomized controlled trial. *World Psychiatry.* 2015 Feb;14(1):64-73. doi: 10.1002/wps.20199. PMID: 25655160; PMCID: PMC4329899. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25655160/>
11. Downar, J., Siddiqi, S.H., Mitra, A., Williams, N., Liston, C. (2024). Mechanisms of Action of TMS in the Treatment of Depression. In: Browning, M., Cowen, P.J., Sharp, T. (eds) *Emerging Neurobiology of Antidepressant Treatments. Current Topics in Behavioral Neurosciences*, vol 66. Springer, Cham. Zdroj: https://link.springer.com/chapter/10.1007/7854_2024_483
12. Delgado PL. Depression: the case for a monoamine deficiency. *J Clin Psychiatry.* 2000;61 Suppl 6:7-11. PMID: 10775018. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10775018/>
13. Kaiser RH, Andrews-Hanna JR, Wager TD, Pizzagalli DA. Large-Scale Network Dysfunction in Major Depressive Disorder: A Meta-analysis of Resting-State Functional Connectivity. *JAMA Psychiatry.* 2015

Jun;72(6):603-11. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2015.0071. PMID: 25785575; PMCID: PMC4456260. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4456260/>

14. Tadayonnejad R, Ajilore O. Brain Network Dysfunction in Late-Life Depression: A Literature Review: A Literature Review. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*. 2014;27(1):5-12. Zdroj: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0891988713516539>
15. How to cite this article: Zhang F-F, Peng W, Sweeney JA, Jia Z-Y, Gong Q-Y. Brain structure alterations in depression: Psychoradiological evidence. *CNS Neurosci Ther*. 2018;24:994–1003. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6489983/pdf/CNS-24-994.pdf>
16. Keller J, Gomez R, Williams G, Lembke A, Lazzeroni L, Murphy GM Jr, Schatzberg AF. HPA axis in major depression: cortisol, clinical symptomatology and genetic variation predict cognition. *Mol Psychiatry*. 2017 Apr;22(4):527-536. doi: 10.1038/mp.2016.120. Epub 2016 Aug
17. PMID:27528460;PMCID:PMC5313380.Zdroj:<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5313380/>
18. Menke A. The HPA Axis as Target for Depression. *Curr Neuropharmacol*. 2024;22(5):904- 915. doi: 10.2174/1570159X21666230811141557. PMID: 37581323; PMCID: PMC10845091. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10845091/pdf/CN-22-904.pdf>
19. Sălcudean A, Popovici RA, Pitic DE, Sârbu D, Boroghina A, Jomaa M, Salehi MA, Kher AAM, Lica MM, Bodo CR, Enatescu VR. Unraveling the Complex Interplay Between Neuroinflammation and Depression: A Comprehensive Review. *Int J Mol Sci*. 2025 Feb 14;26(4):1645. doi: 10.3390/ijms26041645. PMID: 40004109; PMCID: PMC11855341. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11855341/>
20. Hassamal S. Chronic stress, neuroinflammation, and depression: an overview of pathophysiological mechanisms and emerging anti-inflammatories. *Front Psychiatry*. 2023 May 11;14:1130989. doi: 10.3389/fpsy.2023.1130989. PMID: 37252156; PMCID: PMC10213648.Zdroj:<https://www.frontiersin.org/journals/psychiatry/articles/10.3389/fpsy.2023.1130989/full>
21. Bourin, M. Neurogenesis and Neuroplasticity in Major Depression: Its Therapeutic Implication. In: Kim, YK. (eds) *Major Depressive Disorder. Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 1305. Springer, Singapore. 2021.Zdroj: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-33-6044-0_10#citeas
22. Serafini G. Neuroplasticity and major depression, the role of modern antidepressant drugs. *World J Psychiatry*. 2012 Jun 22;2(3):49-57. doi: 10.5498/wjp.v2.i3.49. PMID: 24175168; PMCID: PMC3782176. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3782176/>
23. Levinson DF., Nichols WE. **Major Depression and Genetics**. Department of Psychiatry and Behavioral Sciences. *Genetic of Brain Function*. Stanford medicine. Zdroj: <https://med.stanford.edu/depressiongenetics/mddandgenes.html>
24. Nabeshima T, Kim HC. Involvement of genetic and environmental factors in the onset of depression. *Exp Neurol*. 2013 Dec;22(4):235-43. doi: 10.5607/en.2013.22.4.235. Epub 2013 Dec31.PMID:24465138;PMCID:PMC3897684.Zdroj:<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3897684/>
25. World Health Organization (WHO). Depressive disorder (depression). 2025. Zdroj: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>
26. Marsh, K., Weary, G. Depression and Attributional Complexity. *Personality and Social Psychology Bulletin*.15.1989.Zdroj: https://www.researchgate.net/publication/236833790_Depression_and_Attributional_Complexity
https://www.researchgate.net/publication/236833790_Depression_and_Attributional_Complexity
27. Strafella, A. P., et al. (2001). Striatal dopamine release induced by repetitive transcranial magnetic stimulation of the human motor cortex. *The Journal of Neuroscience*. Zdroj:

<https://www.jneurosci.org/content/jneuro/21/15/RC157.full.pdf>

28. Godfrey KEM, Muthukumaraswamy SD, Stinear CM, Hoeh N. Effect of rTMS on GABA and glutamate levels in treatment-resistant depression: An MR spectroscopy study. *Psychiatry Res Neuroimaging*. 2021 Nov 30;317:111377. doi: 10.1016/j.psychres.2021.111377. Epub 2021 Aug 27. PMID: 34479176. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34479176/>
29. Baeken CH., De Raedt R., Bossuyt A., Van Hove CH., Mertens J., Dobbeleir A., Blanckaert P., Goethals I. The impact of HF-rTMS treatment on serotonin2A receptors in unipolar melancholic depression. *Brain Stimulation*, Volume 4, Issue 2, 2011, Pages 104-111, ISSN 1935- 861X. Zdroj: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1935861X10001142>
30. Zanardini R., Gazzoli A., Ventriglia M., Perez J., Bignotti S., Maria Rossini P., Gennarelli M., Bocchio-Chiavetto L. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on serum brain derived neurotrophic factor in drug resistant depressed patients, *Journal of Affective Disorders*, Volume 91, Issue 1, 2006, Pages 83-86, ISSN 0165-0327. Zdroj: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165032705004167>
31. Baeken C., De Raedt R., Leyman L., Schietecatte J., Kaufman L., Poppe K., Vanderhasselt M.A., Anckaert E., Bossuyt A. The impact of one HF-rTMS session on mood and salivary cortisol in treatment resistant unipolar melancholic depressed patients, *Journal of Affective Disorders*, Volume 113, Issues 1–2, 2009, Pages 100-108, ISSN 0165-0327. Zdroj: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165032708002231>
32. George MS, et.al. Daily left prefrontal transcranial magnetic stimulation therapy for major depressive disorder: a sham-controlled randomized trial. *Arch Gen Psychiatry*. 2010 May;67(5):507-16. doi: 10.1001/archgenpsychiatry.2010.46. PMID: 20439832. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20439832/>
33. Cole EJ, et. al. Stanford Neuromodulation Therapy (SNT): A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *Am J Psychiatry*. 2022 Feb;179(2):132-141. doi: 10.1176/appi.ajp.2021.20101429. Epub 2021 Oct 29. PMID: 34711062. Zdroj: <https://psychiatryonline.org/doi/10.1176/appi.ajp.2021.20101429>

bloominds®

Rybná 1066/15, Staré Město, 110 00 Praha 1

lounge@bloominds.cz

www.bloominds.cz