

Neuromodulação não invasiva como recurso fisioterapêutico no tratamento das disfunções neurológicas e musculoesqueléticas

Non-invasive neuromodulation as a physiotherapeutic resource in the treatment of neurological and musculoskeletal dysfunctions

Abrahão Fontes Baptista¹, Katia Nunes Sá²

¹Universidade Federal do ABC. Santo André, São Bernardo do Campo, Brasil. ORCID: 0000-0001-7870-3820. abraham.baptista@gmail.com

²Autora para correspondência. Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0002-0255-4379. katia.sa@gmail.com

As técnicas de neuromodulação incluem uma variedade de procedimentos desenvolvidos para modular a atividade do sistema nervoso humano e melhorar diversas condições de saúde. O uso da neuromodulação clínica não invasiva (NNI) se desenvolveu inicialmente através de sua aplicação em casos de doenças psiquiátricas, depois sendo aplicada com outros fins, como no controle da dor crônica, distúrbios do movimento, epilepsia, zumbido e na reabilitação após Acidente Vascular Cerebral (AVC)^{1,2}. Recentemente, estudos vêm demonstrando que o uso da NNI associada a terapias ativas apresenta efeitos potencializados. Evidências são identificadas quando a NNI está associada à terapia ocupacional³, ao treino robótico assistido para o membro superior⁴, à terapia cognitivo-comportamental para depressão⁵, à terapia de linguagem para afasia⁶, entre outros. Iosa e colaboradores⁷ apontam a neuromodulação entre as sete tecnologias mais promissoras para o futuro da reabilitação.

A Fisioterapia é uma profissão que se propõe a tratar as disfunções de movimento com auxílio de recursos físicos. Correntes elétricas e eletromagnéticas compõem, portanto, o arsenal de recursos usados por estes profissionais. Dentre as técnicas mais utilizadas com fins neuromodulatórios estão a Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva

(rTMS - do inglês *repetitive Transcranial Magnetic Stimulation*), a Eletroestimulação Transcraniana com Corrente Constante (tDCS - do inglês *transcranial Direct Current Stimulation*) e as diversas técnicas de Estimulação Elétrica Periférica (PES - do inglês *Peripheral Electrical Stimulation*). Estas técnicas agem em geral aumentando ou diminuindo a excitabilidade dos córtices cerebral ou cerebelar, fazendo com que neurônios e redes neuronais mudem seus estados de funcionamento. Seu uso tem sentido principalmente quando o funcionamento no sistema nervoso central está alterado em termos de excitabilidade e/ou conectividade, caracterizando estados patológicos de funcionamento.

A tDCS consiste em uma técnica de modulação cortical não invasiva indolor que, através da aplicação de corrente contínua de baixa intensidade sobre o escalpo craniano, é capaz de alterar a excitabilidade cortical e assim interferir no desempenho de diferentes funções. Desta forma, pode influenciar funções motoras e sensoriais⁸. Seus efeitos dependem principalmente da polaridade de corrente aplicada, da sua intensidade, do tempo de aplicação, da área estimulada e da densidade da corrente^{8,9}. Sob o eletrodo anódico se observa, na maior parte das vezes, aumento da excitabilidade; enquanto sob o catódico, se observa uma inibição cortical.

A rTMS é baseada no princípio de indução eletromagnética a partir de uma corrente elétrica alternada de alta potência aplicada em uma bobina com fios de cobre enrolados. A mudança constante da orientação da corrente elétrica dentro da bobina é capaz de gerar um campo magnético que atravessa a pele e os ossos. Quando este campo é aplicado sobre o escalpo craniano, ele é capaz de modular a atividade do córtex cerebral¹⁰. Durante a aplicação da rTMS, correntes elétricas são induzidas em áreas corticais que podem despolarizar neurônios e gerar potenciais de ação, promovendo a inibição ou aumento da excitabilidade cortical em áreas específicas. Estas variações induzidas na atividade neuronal podem influenciar redes neurais, promovendo plasticidade no sistema nervoso central^{11,12}. Essas características tornam a TMS uma ferramenta indiscutivelmente útil para a avaliação da atividade do cérebro, da plasticidade, da representação de músculos e de funções facilitatórias ou inibitórias do cérebro¹³. Além disso, é um excelente recurso para ser associado a outras modalidades ativas de exercícios terapêuticos que podem ser aplicados nos intervalos dos trens de pulsos¹⁴.

Recentemente tem sido revelado que também a PES produz efeitos sobre o comportamento e plasticidade cerebral. A aplicação da PES provocando contrações musculares periféricas pode aumentar a excitabilidade cortical, tal como a tDCS anódica ou a rTMS de alta frequência^{15,16}. Com isso é possível promover plasticidade de forma seletiva na representação de músculos no córtex cerebral, inibindo ou facilitando sua atividade.

Outras modalidades de neuromodulação são menos conhecidas, mas também têm demonstrado resultados promissores que nos levam a crer que em futuro breve também serão incorporadas às práticas fisioterapêuticas de rotina. Entre estas, destacam-se a estimulação transcraniana por corrente alternada (tACS do inglês *transcranial Alternating Current Stimulation*), estimulação transcraniana por ruído randômico (tRNS, do inglês *transcranial Random Noise Stimulation*), estimulação transcutânea do nervo vago (tVNS, do inglês *transcutaneous Vagus Nerve Stimulation*), e a estimulação transcutânea por corrente direta da medula espinal (TsDCS do inglês *transcutaneous Spinal Direct Current Stimulation*), entre outras.

A principal preocupação explícita relacionada ao uso da NNI é com os efeitos adversos, porém efeitos adversos graves em função da NNI são muito raros. Entretanto, cuidados com a segurança na aplicação das técnicas devem fazer parte da rotina dos serviços de assistência e pesquisa¹³. Ainda assim, eles são equivalentes ou menores do que quaisquer outras modalidades já consolidadas e usadas pela Fisioterapia. No Brasil, o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO) assegurou através da Resolução N. 434/2013 o uso de ambas as técnicas, rTMS e tDCS, na prática clínica do fisioterapeuta. A aplicação das técnicas só é permitida em condições clínicas em que já haja nível de evidência científica que justifique sua indicação terapêutica, conforme consta no Acórdão N. 378/2014 do COFFITO. É exigido ao fisioterapeuta o credenciamento junto ao Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (CREFITO) de sua jurisdição para uso das técnicas de NNI. Para credenciamento, o profissional deve apresentar comprovação de conhecimento teórico prático de primeiros socorros e comprovação de curso de formação ou treinamento em serviço com carga-horária mínima de 30 horas para tDCS, 60 horas para TMS de avaliação e 60 horas para rTMS, sendo que 60% do conteúdo deve ser de atividades práticas. A certificação deve ser feita por uma instituição de ensino superior ou associação profissional.

Espera-se com este painel que os fisioterapeutas clínicos se interessem cada vez mais por utilizar estes recursos de NNI dentro dos programas terapêuticos para aliviar o sofrimento dos que procuram melhora das disfunções do movimento, razão de ser de nossa profissão.

Referências

1. Lefaucheur JP, Andre-Obadia N, Antal A, Ayache SS, Baeken C, Benninger DH et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). *Clin Neurophysiol* 2014;125(11):2150-206. doi: [10.1016/j.clinph.2014.05.021](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.05.021)
2. Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, Benninger DH, Brunelin J, Di Lazzaro V et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014-2018). *Clin Neurophysiol*. 2020;1-55. doi: [10.1016/j.clinph.2019.11.002](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.11.002)

3. Nair DG, Renga V, Lindenberg R, Zhu L, Schlaug G. Optimizing recovery potential through simultaneous occupational therapy brain-stimulation using tDCS. *Restor Neurol Neurosci*. 2011;29(6):411-20. doi: [10.3222/RNN-2011-0612](https://doi.org/10.3222/RNN-2011-0612)
4. Hesse S, Werner C, Schonhardt EM, Bardeleben A, Jenrich W, Kirker SG. Combined transcranial direct current stimulation and robot-assisted arm training in subacute stroke patients: a pilot study. *Restor Neurol Neurosci*. 2007;25(1):9-15.
5. Donse L, Padberg F, Sack AT, Rush AJ, Arns M. Simultaneous rTMS and psychotherapy in major depressive disorder: Clinical outcomes and predictors from a large naturalistic study. *Brain Stimul* 2018;11(2):337-345. doi: [10.1016/j.brs.2017.11.004](https://doi.org/10.1016/j.brs.2017.11.004)
6. Stahl B, Darkow R, von Podewills V, Meinzer M, Grittner U, Reinhold T et al. Transcranial Direct Current Stimulation to Enhance Training Effectiveness in Chronic Post-Stroke Aphasia: A randomized Controlled Trial Protocol. *Front Neurol*. 2019;10. doi: [10.3389/fneur.2019.01089](https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01089)
7. Iosa M, Morone G, Fusco A, Bragoni M, Coiro P, Multari M et al. Seven capital devices for the future of stroke rehabilitation. *Stroke Res Treat* 2012;2012:187965. doi: [10.1155/2012/187965](https://doi.org/10.1155/2012/187965)
8. Morya E, Monte-Silva K, Bikson M, Esmaeilpour Z, Biazoli CE Jr, Fonseca A et al. Beyond the target area: an integrative view of tDCS-induced motor cortex modulation in patients and athletes. *J Neuroeng Rehabil*. 2019;16(1):141. doi: [10.1186/s12984-019-0581-1](https://doi.org/10.1186/s12984-019-0581-1)
9. Stagg CJ, Antal A, Nitsche MA. Physiology of Transcranial Direct Current Stimulation. *J ECT*. 2018;34(3):144-152. doi: [10.1097/YCT.0000000000000510](https://doi.org/10.1097/YCT.0000000000000510)
10. Soundara Rajan T, Ghilardi MFM, Wang HY, Mazzon E, Bramanti P, Restivo D et al. Mechanism of Action for rTMS: A Working Hypothesis Based on Animal Studies. *Front Physiol*. 2017;8:457. doi: [10.3389/fphys.2017.00457](https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00457)
11. Di Lazzaro V, Rothwell J, Capogna M. Noninvasive Stimulation of the Human Brain: Activation of Multiple Cortical Circuits. *Neuroscientist*. 2018;24(3):246-260. doi: [10.1177/1073858417717660](https://doi.org/10.1177/1073858417717660)
12. He W, Fong PY, Leung TWH, Huang YZ. Protocols of non-invasive brain stimulation for neuroplasticity induction. *Neurosci Lett*. 2018:133437. doi: [10.1016/j.neulet.2018.02.045](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.02.045)
13. Rossini PM, Burke D, Chen R, Cohen LG, Daskalakis Z, Di Iorio R et al. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord, roots and peripheral nerves: Basic principles and procedures for routine clinical and research application. An updated report from an I.F.C.N. Committee. *Clin Neurophysiol*. 2015;126(6):1071-1107. doi: [10.1016/j.clinph.2015.02.001](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.02.001)
14. Hendrikse J, Kandola A, Coxon J, Rogasch N, Yücel M. Combining aerobic exercise and repetitive transcranial magnetic stimulation to improve brain function in health and disease. *Neurosci Biobehav Rev*. 2017;83:11-20. doi: [10.1016/j.neubiorev.2017.09.023](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.09.023)
15. Chipchase LS, Schabrun SM, Hodges PW. Corticospinal excitability is dependent on the parameters of peripheral electric stimulation: a preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(9):1423-30. doi: [10.1016/j.apmr.2011.01.011](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.01.011)
16. Schabrun SM, Chipchase LS. Priming the brain to learn: the future of therapy? *Man Ther*. 2012;17(2):184-6. doi: [10.1016/j.math.2011.12.001](https://doi.org/10.1016/j.math.2011.12.001)