

# Bölüm 50

## TRANSKRANİYAL MANYETİK STİMÜLASYONUN PSİKİYATRİ ALANINDA KULLANIMI



Sertaç ZENGİL<sup>1</sup>  
Nilifer GÜRBÜZER<sup>2</sup>

### GİRİŞ

Transkraniyal Manyetik Stimülasyon (TMS), beyinde bir alanının elektromanyetik olarak uyarılması prensibine dayanan bir nörostimülasyon ve nöromodülasyon tekniğidir.

TMS saçlı deri üzerine konumlandırılan, elektrik akımının içinden geçtiği bir bobin vasıtasıyla ortaya çıkan kuvvetli manyetik alanın, serebral kortekste meydana getirdiği elektriksel uyarılma aracılığı ile presinaptik kortikospinal hücreleri harekete geçiren, intrakraniyal bir akım meydana getirmek sureti ile de farklı beyin bölgelerinde nörofizyolojik değişim sağlayan bir inceleme ve müdahale aracıdır (1).

Bu yöntemin avantajları arasında en önemlileri non invaziv olması, uygulama öncesinde herhangi bir ön hazırlığa gerek duyulmaması ve ağrısız olmasıdır (2).

TMS ilk olarak 1980 yılında Merton ve Morton tarafından kullanılmıştır. Merton ve Morton 2000 voltluk kısa süreli elektriksel uyarı veren kapasitör ile transdermal olarak serebral korteksi uyararak sureti ile eş zamanlı olarak ekstremite kaslarından elektromiyografi (EMG) kaydı almışlardır fakat ağrılı olduğu için kullanılamamıştır (3).

1985 yılında Barker tek atımlı manyetik alan uyarısını elektrot aracılığı ile saçlı deriye uygulamış ve ekstremite kaslarından motor uyandırılmış potansiyel (MUP) kaydı almıştır. Bu başarılı uygulama sonrasında TMS multipl skleroz ve motor nöron hastalıklarında serebral korteks fizyolojisinin araştırılmasında kullanılmaya başlanmıştır (4). Başlangıçta TMS uzun süre multipl skleroz ve motor nöron hastalıklarının tanısı gibi sınırlı alanda kullanıldı. 1993 yılında Hoflich ve arkadaşları verteks boyunca uygulanan TMS'nun antidepresan etkileri olduğunu savundular. TMS tedavisinin klinik kullanımı ilk kez 2002 yılında Kanada'da Health Canada tarafından onaylandı. TMS'nin depresyon tedavisindeki etkinliğini ortaya koyan çalışmalar sonucunda FDA 2008 yılında tıbbi tedaviye dirençli olan depresif bozukluk olgularının tedavisinde TMS kullanımına onay verdi (5).

Günümüzde TMS 20 yılı aşkın süredir birçok psikiyatrik ve nörolojik hastalıkta tanı ve tedavi aracı olarak dünyanın pek çok ülkesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

<sup>1</sup> Uzm. Dr., SBÜ Erzurum Bölge EAH. Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Bölümü sertaczenkil@hotmail.com

<sup>2</sup> Uzm. Dr., SBÜ Erzurum Bölge EAH. fatih.2325@hotmail.com

Klinikte yapılan çalışmalarda uzun süreli nikotin kullanımı olan hastalarda rTMS tedavisi sonrası beklenen kortikal uyarılabilirliğin nikotin kullanmayan gruba göre daha düşük olduğu ortaya konmuştur (69).

## KONTRENDİKASYON VE YAN ETKİLERİ

TMS temel olarak invaziv olmaması ve genellikle iyi tolere edilmesi nedeniyle oldukça güvenilir bir tedavi yöntemidir. Depresif bozukluk tedavi çalışmalarında tedaviyi terketme oranları, ilaç kullanan gruba göre daha düşük bulunmuştur.

Lefaucheur ve arkadaşları depresif bozukluk tedavisinde 2014 ve 2018 arası yapılan çalışmaları tüm inceleyerek rTMS'nin artmış hipomanik değişim riski ile ilişkili olduğunu gösteren hiçbir kanıt olmadığını ortaya koymuştur.

TMS uygulamalarında en sık görülen yan etki uygulanan bölgede lokal ağrı ve baş ağrısıdır. Ağrı görülme durumu ve ağrının şiddeti bobin tipi, uyarım parametreleri ve kişinin ağrı eşiği ile ilişkilidir. Yapılan bir meta-analizde TMS uygulaması sonrası kişilerin %28'inin baş ağrısı, %39'unun TMS uygulama alanında rahatsızlık hissi ve ağrı bildirdiği ortaya konmuştur. Bu yakınmalar taklit (sham) uygulama ile sırası ile %16 ve %15 oranında bildirilmiştir. Ağrı nedeni ile TMS'yi bırakma oranı %2'den düşük olarak bildirilmiştir (70,71).

TMS uygulaması sırasında ya da sonrasında az sayıda epileptik nöbet bildirilmiştir. Bildirilen nöbetlerin oldukça büyük bir kısmının ya TMS uygulanması esnasında ya da uygulamanın hemen ardından geliştiği belirtilmiştir. Uyarım HF-RTMS ve kısa aralıklarla uygulandığında, nöbet ihtimali artmaktadır (71). TMS uygulaması sırasında epileptik nöbet görülmesi durumunda uygulama sonlandırılır, hastaya gerekli müdahale yapılır ve sonraki seanslara devam edilmez.

TMS uygulaması esnasında bazen senkop gelişebilmekte ve bu epileptik nöbetle karışabilmektedir. Gelişen senkop genellikle anksiyeteye bağlı olarak ortaya çıkan nörokardiyojenik senkoptur.

Senkop görülmesi durumunda TMS seansı sonlandırılır ve hastanın gerekli müdahalesi yapılır. Tablonun senkop olduğuna kanaat getirilir ise hasta bilgilendirilir ve TMS seanslarına devam edilebilir (72).

TMS cihazı çalışma esnasında yüksek düzeyde ses üretir, bu ses zaman içinde bobinin deformasyonu ile 140 dB'e kadar ulaşabilir. TMS uygulaması sonrasında oldukça nadiren geçici işitme eşliğinde yükselme bildirilmiştir (73).

TMS uygulanması sonrasında konsantrasyon güçlüğü ve bellek kusurları rapor edilmişse de bunlar hem nadir görülür hem de geçici ve hafiftir (70).

TMS uygulanması epilepsi, diğer nöbet bozuklukları, yakın zamanda geçirilmiş serebral vasküler olay, alkol, uyuşturucu madde veya ben-zodiazepin yoksunluğu gibi nöbet eşliğini düşüren durumlar ve manyetik alan ile etkileşim gösterebilecek implant ve benzeri materyal varlığı durumlarında kontrendikedir (71).

## KAYNAKLAR

1. Cocchi L, Zalesky A. Personalized Transcranial Magnetic Stimulation in Psychiatry. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging*. 2018;3(9):731-741. doi: 10.1016/j.bpsc.2018.01.008.
2. Toleikis JR, Sloan TB, Ronai AK. Optimal transcranial magnetic stimulation sites for the assessment of motor function. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1991;81(6):443-9. doi: 10.1016/0013-4694(91)90006-p.
3. Cracco RQ. Evaluation of conduction in central motor pathways: techniques, pathophysiology, and clinical interpretation. *Neurosurgery* 1987; 20:199-203. doi: 10.1097/00006123-198701000-00041.
4. Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet* 1985; 1(8437):1106-1107. doi: 10.1016/s0140-6736(85)92413-4.
5. Horvath JC, Mathews J, Demitrack MA, et al. The NeuroStar TMS Device: Conducting the FDA Approved Protocol for Treatment of Depression. *J Vis Exp*. 2010;(45):6-8. doi: 10.3791/2345.
6. Stagg CJ, Nitsche MA. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *The Neuroscientist*. 2011;17(1):37-53. doi: 10.1177/1073858410386614.
7. Ilmoniemi RJ, Virtanen J, Ruohonen J, et al. Neuronal responses to magnetic stimulation reveal cortical reactivity and connectivity. *Neuroreport*. 1997;8(16):3537-40. doi: 10.1097/00001756-199711100-00024.

8. Nardone R, De Blasi P, Höller Y, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation transiently reduces punning in Parkinson's disease: a preliminary study. *J Neural Transm (Vienna)*. 2014;121(3):267-74. doi: 10.1007/s00702-013-1100-3.
9. Rossi S, Hallett M, Rossini PM, et al. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clin Neurophysiol*. 2009;120(12):2008-2039. doi: 10.1016/j.clinph.2009.08.016.
10. Maeda F, Keenan JP, Tormos JM, et al. Interindividual variability of the modulatory effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on cortical excitability. *Exp Brain Res*. 2000;133(4):425-30. doi: 10.1007/s002210000432.
11. Kobayashi M, Pascual-Leone A. Transcranial magnetic stimulation in neurology. *The Lancet Neurology*. 2003;2(3):145-56. doi: 10.1016/s1474-4422(03)00321-1.
12. Pell GS, Roth Y, Zangen A. Modulation of cortical excitability induced by repetitive transcranial magnetic stimulation: influence of timing and geometrical parameters and underlying mechanisms. *Prog Neurobiol*. 2011;93(1):59-98. doi: 10.1016/j.pneurobio.2010.10.003.
13. Lenz M, Platschek S, Priesemann V, et al. Repetitive magnetic stimulation induces plasticity of excitatory postsynapses on proximal dendrites of cultured mouse CA1 pyramidal neurons. *Brain Struct Funct*. 2015;220(6):3323-37. doi: 10.1007/s00429-014-0859-9.
14. Baek A, Park EJ, Kim SY, et al. High-Frequency Repetitive Magnetic Stimulation Enhances the Expression of Brain-Derived Neurotrophic Factor Through Activation of Ca<sup>2+</sup>-Calmodulin-Dependent Protein Kinase II-cAMP-Response Element-Binding Protein Pathway. *Front Neurol*. 2018;9:285. doi: 10.3389/fneur.2018.00285.
15. Pashut T, Magidov D, Ben-Porat H, et al. Patch-clamp recordings of rat neurons from acute brain slices of the somatosensory cortex during magnetic stimulation. *Front Cell Neurosci*. 2014;8:145. doi: 10.3389/fnecel.2014.00145.
16. Ridding MC, Rothwell JC. Is there a future for therapeutic use of transcranial magnetic stimulation? *Nat Rev Neurosci*. 2007;8(7):559-567. doi: 10.1038/nrn2169.
17. Fleming MK, Sorinola IO, Newham DJ, Roberts-Lewis SF, Bergmann JH. The effect of coil type and navigation on the reliability of transcranial magnetic stimulation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2012;20(5):617-25. doi: 10.1109/TNSRE.2012.2202692.
18. Wassermann EM, Lisanby SH. Therapeutic application of repetitive transcranial magnetic stimulation: a review. *Clin Neurophysiol*. 2001;112(8):1367-77. doi: 10.1016/s1388-2457(01)00585-5.
19. Baeken C, De Raedt R, Bossuyt A, et al. The impact of HF-rTMS treatment on serotonin(2A) receptors in unipolar melancholic depression. *Brain Stimul*. 2011;4(2):104-11. doi: 10.1016/j.brs.2010.09.002.
20. Pascual-Leone A, Houser CM, Reese K, et al. Safety of rapid-rate transcranial magnetic stimulation in normal volunteers. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1993;89(2):120-30. doi: 10.1016/0168-5597(93)90094-6.
21. Baeken C, De Raedt R, Leyman L, et al. The impact of one HF-rTMS session on mood and salivary cortisol in treatment resistant unipolar melancholic depressed patients. *J Affect Disord*. 2009;113(1-2):100-8. doi: 10.1016/j.jad.2008.05.008.
22. Rothwell JC. Techniques and mechanisms of action of transcranial stimulation of the human motor cortex. *J Neurosci Methods*. 1997 Jun 27;74(2):113-22. doi: 10.1016/s0165-0270(97)02242-5.
23. Pascual-Leone A, Catalá MD, Pascual-Leone Pascual A. Lateralized effect of rapid-rate transcranial magnetic stimulation of the prefrontal cortex on mood. *Neurology*. 1996;46(2):499-502. doi: 10.1212/wnl.46.2.499.
24. Juckel G, Mendlin A, Jacobs BL. Electrical stimulation of rat medial prefrontal cortex enhances forebrain serotonin output: implications for electroconvulsive therapy and transcranial magnetic stimulation in depression. *Neuropsychopharmacology*. 1999;21(3):391-8. doi: 10.1016/S0893-133X(98)00097-9.
25. Avery DH, Holtzheimer PE 3rd, Fawaz W, et al. A controlled study of repetitive transcranial magnetic stimulation in medication-resistant major depression. *Biol Psychiatry*. 2006;59(2):187-94. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.07.003.
26. Teng S, Guo Z, Peng H, et al. High-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation over the left DLPFC for major depression: Session-dependent efficacy: A meta-analysis. *Eur Psychiatry*. 2017;41:75-84. doi: 10.1016/j.eurpsy.2016.11.002.
27. Brunoni AR, Chaimani A, Moffa AH, et al. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for the Acute Treatment of Major Depressive Episodes: A Systematic Review With Network Meta-analysis. *JAMA Psychiatry*. 2017;74(2):143-152. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2016.3644.
28. Theleritis C, Sakkas P, Paparrigopoulos T, et al. Two Versus One High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Session per Day for Treatment-Resistant Depression: A Randomized Sham-Controlled Trial. *J ECT*. 2017;33(3):190-197. doi: 10.1097/YCT.0000000000000387.
29. Brunelin J, Jalenques I, Trojak B, et al. The efficacy and safety of low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment-resistant depression: the results from a large multicenter French RCT. *Brain Stimul*. 2014;7(6):855-63. doi: 10.1016/j.brs.2014.07.040.
30. Kullakçı H, Sonkaya AR. Depresyon Tanısı Almış Hastalarda Tekrarlayıcı Transkraniyal Manyetik Uyarım Tedavisinin Tat ve Koku Duyuları Üzerine Etkisinin Araştırılması. *Arch Neuropsychiatry* 2021;58:26–33.
31. Dolberg OT, Dannon PN, Schreiber S, et al. Transcranial magnetic stimulation in patients with bipolar depression: a double blind, controlled study. *Bipolar Disord*. 2002;4 Suppl 1:94-5. doi: 10.1034/j.1399-5618.4.s1.41.x.
32. Nahas Z, Kozel FA, Li X, et al. Left prefrontal transcranial magnetic stimulation (TMS) treatment of depression in bipolar affective disorder: a pilot study of acute safety and efficacy. *Bipolar Disord*. 2003;5(1):40-7. doi:

- 10.1034/j.1399-5618.2003.00011.x.
33. Tamas RL, Menkes D, El-Mallakh RS. Stimulating research: a prospective, randomized, double-blind, sham-controlled study of slow transcranial magnetic stimulation in depressed bipolar patients. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 2007;19(2):198-9. doi: 10.1176/jnp.2007.19.2.198.
  34. Dell'Osso B, Oldani L, Camuri G, et al. Augmentative repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) in the acute treatment of poor responder depressed patients: a comparison study between high and low frequency stimulation. *Eur Psychiatry.* 2015;30(2):271-6. doi: 10.1016/j.eurpsy.2014.12.001.
  35. Chen L, Hudaib AR, Hoy KE, et al. Is rTMS effective for anxiety symptoms in major depressive disorder? An efficacy analysis comparing left-sided high-frequency, right-sided low-frequency, and sequential bilateral rTMS protocols. *Depress Anxiety.* 2019;36(8):723-731. doi: 10.1002/da.22894.
  36. Akpınar K. (2019). Tedaviye Dirençli Depresyonda Transkraniyal Manyetik Stimülasyonun Etkinliği. (Tıpta Uzmanlık Tezi.). Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
  37. Greenberg BD, Mccann UD, Benjamin J, et al. Repetitive TMS as a probe in anxiety disorders: Theoretical considerations and case reports. *CNS Spectr.* 1997;2(1):47-52.
  38. Brys M, Fox MD, Agarwal S, et al. Multifocal repetitive TMS for motor and mood symptoms of Parkinson disease: A randomized trial. *Neurology.* 2016;87(18):1907-1915. doi: 10.1212/WNL.0000000000003279.
  39. Koops S, Slotema CW, Kos C, et al. Predicting response to rTMS for auditory hallucinations: Younger patients and females do better. *Schizophr Res.* 2018;195:583-584. doi: 10.1016/j.schres.2017.08.060.
  40. Wobrock T, Guse B, Cordes J, et al. Left prefrontal high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for the treatment of schizophrenia with predominant negative symptoms: a sham-controlled, randomized multicenter trial. *Biol Psychiatry.* 2015;77(11):979-88. doi: 10.1016/j.biopsych.2014.10.009.
  41. Mishra BR, Prahara SK, Katshu MZ, et al. Comparison of anticraving efficacy of right and left repetitive transcranial magnetic stimulation in alcohol dependence: a randomized double-blind study. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 2015;27(1):e54-9. doi: 10.1176/appi.neuropsych.13010013.
  42. Addolorato G, Antonelli M, Cocciolillo F, et al. Deep Transcranial Magnetic Stimulation of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Alcohol Use Disorder Patients: Effects on Dopamine Transporter Availability and Alcohol Intake. *Eur Neuropsychopharmacol.* 2017;27(5):450-461. doi: 10.1016/j.euroneuro.2017.03.008.
  43. Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014-2018). *Clin Neurophysiol.* 2020;131(2):474-528. doi: 10.1016/j.clinph.2019.11.002.
  44. Li X, Malcolm RJ, Huebner K, et al. Low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation of the left dorsolateral prefrontal cortex transiently increases cue-induced craving for methamphetamine: a preliminary study. *Drug Alcohol Depend.* 2013;133(2):641-6. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2013.08.012.
  45. Liu Q, Shen Y, Cao X, et al. Either at left or right, both high and low frequency rTMS of dorsolateral prefrontal cortex decreases cue induced craving for methamphetamine. *Am J Addict.* 2017;26(8):776-779. doi: 10.1111/ajad.12638.
  46. Martinez D, Urban N, Grasseti A, et al. Transcranial Magnetic Stimulation of Medial Prefrontal and Cingulate Cortices Reduces Cocaine Self-Administration: A Pilot Study. *Front Psychiatry.* 2018;16;9:80. doi: 10.3389/fpsy.2018.00080.
  47. Maranhão MF, Estella NM, Cury ME, et al. The effects of repetitive transcranial magnetic stimulation in obese females with binge eating disorder: a protocol for a double-blinded, randomized, sham-controlled trial. *BMC Psychiatry.* 2015;15:194. doi: 10.1186/s12888-015-0569-8.
  48. Rachid F. Repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of eating disorders: A review of safety and efficacy. *Psychiatry Res.* 2018;269:145-156. doi: 10.1016/j.psychres.2018.08.013.
  49. Van den Eynde F, Guillaume S, Broadbent H, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation in anorexia nervosa: a pilot study. *Eur Psychiatry.* 2013;28(2):98-101. doi: 10.1016/j.eurpsy.2011.06.002.
  50. Diefenbach GJ, Bragdon LB, Zertuche L, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for generalised anxiety disorder: a pilot randomised, double-blind, sham-controlled trial. *Br J Psychiatry.* 2016;209(3):222-8. doi: 10.1192/bjp.bp.115.168203.
  51. Diefenbach GJ, Rabany L, Hallion LS, et al. Sleep improvements and associations with default mode network functional connectivity following rTMS for generalized anxiety disorder. *Brain Stimul.* 2019;12(1):184-186. doi: 10.1016/j.brs.2018.09.004.
  52. Ahmadizadeh MJ, Rezaei M. Unilateral right and bilateral dorsolateral prefrontal cortex transcranial magnetic stimulation in treatment post-traumatic stress disorder: A randomized controlled study. *Brain Res Bull.* 2018;140:334-340. doi: 10.1016/j.brainresbull.2018.06.001.
  53. Berlim MT, Neufeld NH, Van den Eynde F. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for obsessive-compulsive disorder (OCD): An exploratory meta-analysis of randomized and sham-controlled trials. *J Psychiatr Res.* 2013;47(8):999-1006. doi: 10.1016/j.jpsy.2013.03.022.
  54. Ma ZR, Shi LJ. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) augmentation of selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) for SSRI-resistant obsessive-compulsive disorder (OCD): a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Clin Exp Med.* 2014;7(12):4897-905.
  55. Barahona-Corrêa JB, Velosa A, Chainho A, et al. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Treatment of Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Integr Neurosci.* 2018;12:27. doi: 10.3389/fnint.2018.00027.

56. Paz Y, Friedwald K, Levkovitz Y, et al. Randomised sham-controlled study of high-frequency bilateral deep transcranial magnetic stimulation (dTMS) to treat adult attention hyperactive disorder (ADHD): Negative results. *World J Biol Psychiatry*. 2018;19(7):561-566. doi: 10.1080/15622975.2017.1282170.
57. Gonsalvez I, Baror R, Fried P, et al. Therapeutic Noninvasive Brain Stimulation in Alzheimer's Disease. *Curr Alzheimer Res*. 2017;14(4):362-376. doi: 10.2174/1567205013666160930113907.
58. Rutherford G, Lithgow B, Moussavi Z. Short and Long-term Effects of rTMS Treatment on Alzheimer's Disease at Different Stages: A Pilot Study. *J Exp Neurosci*. 2015;9:43-51. doi: 10.4137/JEN.S24004.
59. Şahin, B. (2020). Tekrarlı TMS tedavisinin alzheimer hastalığı tanımlı bireylerde bilişsel fonksiyonlar üzerindeki uzun dönem sonuçları. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
60. Korkmaz ND. (2019). Repetatif manyetik stimülasyon (rtms) frekans ve uygulama bölge farklılıklarının sağlıklı farelerin kilo değişimi ve mikrobiyotası üzerine etkiler. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
61. Kurada HZ. (2020). Deyim işlemlerinde serebral lateralizasyonun transkraniyal manyetik stimülasyon ile incelenmesi. (Yayınlanmamış doktora tezi). Türkiye Cumhuriyeti Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dilbilim Bölümü, Ankara.
62. Yang NY, Fong KN, Li-Tsang CW, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with sensory cueing on unilateral neglect in subacute patients with right hemispheric stroke: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 2017;31(9):1154-1163. doi: 10.1177/0269215516679712.
63. Watts B V., Landon B, Groft A, et al. A sham controlled study of repetitive transcranial magnetic stimulation for posttraumatic stress disorder. *Brain Stimul*. 2012;5(1):38-43. doi: 10.1016/j.brs.2011.02.002.
64. Bellamoli E, Manganotti P, Schwartz RP, et al. RTMS in the treatment of drug addiction: An update about human studies. *Behav Neurol*. 2014;2014:815215. doi: 10.1155/2014/815215.
65. Ma SM, Ni JX, Li XY, et al. High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Reduces Pain in Postherpetic Neuralgia. *Pain Med*. 2015;16(11):2162-70. doi: 10.1111/pme.12832.
66. Isserles M, Rosenberg O, Dannon P, et al. Cognitive-emotional reactivation during deep transcranial magnetic stimulation over the prefrontal cortex of depressive patients affects antidepressant outcome. *J Affect Disord*. 2011;128(3):235-42. doi: 10.1016/j.jad.2010.06.038.
67. Cheeran B, Talelli P, Mori F, et al. A common polymorphism in the brain-derived neurotrophic factor gene (BDNF) modulates human cortical plasticity and the response to rTMS. *J Physiol*. 2008;586(23):5717-25. doi: 10.1113/jphysiol.2008.159905.
68. Pearson-Fuhrhop KM, Minton B, Acevedo D, et al. Genetic variation in the human brain dopamine system influences motor learning and its modulation by L-Dopa. *PLoS One*. 2013;8(4):e61197. doi: 10.1371/journal.pone.0061197.
69. Lang N, Hasan A, Sueske E, et al. Cortical hypoexcitability in chronic smokers? A transcranial magnetic stimulation study. *Neuropsychopharmacology*. 2008;33(10):2517-23. doi: 10.1038/sj.npp.1301645.
70. Loo CK, McFarquhar TF, Mitchell PB. A review of the safety of repetitive transcranial magnetic stimulation as a clinical treatment for depression. *Int J Neuropsychopharmacol*. 2008;11(1):131-47. doi: 10.1017/S1461145707007717.
71. Rossi S, Hallett M, Rossini PM, et al. Safety of TMS Consensus Group. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clin Neurophysiol*. 2009;120(12):2008-2039. doi: 10.1016/j.clinph.2009.08.016.
72. Oberman L, Edwards D, Eldaief M, et al. Safety of theta burst transcranial magnetic stimulation: a systematic review of the literature. *J Clin Neurophysiol*. 2011;28(1):67-74. doi: 10.1097/WNP.0b013e318205135f.
73. Loo C, Sachdev P, Elsayed H, et al. Effects of a 2- to 4-week course of repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) on neuropsychologic functioning, electroencephalogram, and auditory threshold in depressed patients. *Biol Psychiatry*. 2001;49(7):615-623. doi: 10.1016/s0006-3223(00)00996-3.