

Uzaktan bilişsel rehabilitasyon

Prof. Dr. Lütfü Hanoğlu



1962'de Manisa'da doğdu. 1985'te Ege Üniversitesi Tıp Fakültesinden mezun oldu. Nöroloji ihtisası yaptığı Bakırköy Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesinde Nöropsikoloji Laboratuvarı ve Davranış Nörolojisi Konsültasyon Polikliniğini kurdu ve yönetti. 2000 yılından itibaren devlet hizmetinden ayrılarak özel sektörde çalışmaya başladı. Hanoğlu halen Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Ana Bilim Dalında öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

Dr.Öğr.Üye. Özden Erkan



1976 yılında İstanbul, Kadıköy'de doğdu. İstanbul Üniversitesinde Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümünü bitirdi (1997). Aynı yerde yüksek lisansını (2000), Hacettepe Üniversitesi Ergoterapi Bölümünde doktorasını tamamladı (2014). Halen Medipol Üniversitesi Ergoterapi Bölümünde akademik çalışmalarını, Medipol Mega Üniversite Hastanesi Nöroloji Kliniğinde bilişsel rehabilitasyon üzerine klinik çalışmalarını sürdürmektedir.

Bilişsel bozukluklar, beyni etkileyen çeşitli durumlar ile ilişkili olarak genç yaştan ileri yaşa kadar toplumun tüm kesimlerinde görülebilmektedir. Bu bozulmalar çeşitli nedenlerle ortaya çıkmakta ve özellikle her yaştan nüfusu etkilemektedir. Örneğin, trafik kazası, kafa travması vb. neticesinde travmatik beyin hasarı, beyin çeşitli nedenlerle oksijensiz kalması (kalp krizi, boğulma vb.) demek olan hipoksik ensefalopati ve inme, Parkinson hastalığı, Multiple Skleroz, epilepsi, vb. gibi her türlü travma ve nörolojik hastalığın sonucunda ortaya çıkmaktadır. Ayrıca son yıllarda başta Alzheimer hastalığı olmak üzere nörodejeneratif hastalıklara bağlı bunama durumları, özellikle bilişsel işlevlerin ilerleyici yıkımı ile seyretmektedir. Bilişsel işlevlerdeki bu bozulmalar engelliliği, sosyal durumu ve toplumsal maliyeti en fazla etkileyen faktörlerdir. Bu şekilde etkilenen kişileri tekrar topluma kazandırarak üretkenliği artırmak en azından kendilerine yetebilir hale getirerek hayat kalitelerini artırmak ve yol açtığı engelliliğin sosyal ve toplumsal maliyetlerini azaltmak için bilişsel rehabilitasyona ihtiyaç vardır.

Bilişsel rehabilitasyon (BR); beyin hasarı sonrası kaybedilen dikkat, hafıza, algılama, konuşulanı anlama ve konu-

şabilme, muhakeme, planlama, soyut düşünebilme gibi bilişsel işlevlerdeki bozulmaları düzeltme veya azaltma ve buna bağlı olarak kaybolan işlevselliği geri kazandırma yeniden yapılandırma hedefine yönelik teorik bilgi ve rehabilitasyon becerilerinin kazandırılmasını amaçlamaktadır (1, 2). Bilişsel rehabilitasyon çalışmalarının; Birinci Dünya Savaşı'nın ve İkinci Dünya Savaşı'nın ardından sağ çıkan nörolojik/bilişsel hasarlı çok sayıda asker için geliştirilen ve onları topluma kazandırmayı, tekrar uyum sağlamayı amaçlayan bir organizasyon ve çalışma biçiminde başladığı görülmüştür. İlerleyen zaman dilimi içerisinde askerler için geliştirilen bu yaklaşım ve hizmetlerin savaş sonrası sivilere açıldığı ve inme, kafa travması gibi statik, yani beyin hasarının, yani bilişsel kaybın olaydan sonra ilerlemediği, sabit kaldığı hastalarda kullanıldığı göze çarpar. O dönemdeki isimlendirme ile nöropsikolojik rehabilitasyonun 1970'lerin sonundan itibaren yeniden şekillendiği Avrupa ve Amerika'da merkezler çevresinde okullar biçiminde geliştiği izlenmiştir. Bu dönemde Avrupa'da Oliver Zangwill'in felsefi çerçeveyi yeniden çizdiği söylenebilir. Hala bu geleneksel tavrı sürdüren Amerikan Rehabilitasyon Tıbbı Kongresi'nin, Beyin Hasarı Disiplinlerarası Özel İliği Grubu'nun travmatik beyin

hasarı (TBI) ve inme geçiren kişilerin bilişsel rehabilitasyonu için 1998'den 2002'ye kadar olan literatürün sistematik bir incelemesine dayanarak önceki kanıta dayalı önerilerini güncellemek amacı ile yayınladığı gözden geçirmeye bakıldığında iki ana eğilimin ön plana çıktığı görülmektedir. Durağan/sekel bilişsel bozukluk (Stroke, TBI vb.) ve kâğıt kalem yaklaşımları (Klasik nöropsikolojik bilişsel rehabilitasyon) (3). Ancak başlangıcından itibaren bilişsel rehabilitasyona temel oluşturan ve bilişsel bozuklukların ölçme değerlendirme disiplini olan nöropsikolojinin kendisi gibi, bilişsel rehabilitasyonda süreç içerisinde tıbbi ilerlemeler ile yakından ilişkilidir. Bu çerçevede BR'nin nörodejeneratif hastalıklar gibi diğer nörolojik hastalara teşmil edilmesinin 1990'lardan sonra konuya başlandığını görmekteyiz. Son dönemde BR içerisinde bir paradigma değişikliği gerçekleşmiş ve giderek Multipl Skleroz gibi ilerleyici seyir gösterebilen hastalıklarda, hatta Alzheimer hastalığı ve benzeri bunama durumlarında olduğu gibi kesin olarak ilerleyici zihinsel yıkım ile mücadele etmek, hastalığın ilerlemesini yavaşlatmak ve hastanın bakım ihtiyacını mümkün olduğu kadar azaltmak amacını güdecek şekilde konsept genişlemiştir. Bu çerçevede hastalıkların doğasına göre sürecin



yavaşlatılmasından (demans tabloları) becerinin yeniden kazandırılmasına (travmatik beyin yaralanmaları, inme gibi durumlar) kadar değişen bir perspektifte kâğıt-kalem egzersizleri ile amaca ulaşmayı hedefleyen bilişsel rehabilitasyon çalışmaları yöntemsel ve uygulama açıdan da farklı içerikler kazanmıştır. Klasik kâğıt/kalem yönteminden bilgisayar destekli egzersiz programları ve sanal gerçeklik uygulamaları hatta nöromodulasyon tekniklerinin sürece ilave edilmesi gibi teknolojik uygulamaların baskın olarak kullanıldığı bir platforma geçiş yapmıştır (4,5).

Bilişsel rehabilitasyon diğer dünya ülkelerinde yapılanmış, yaygın bir meslek ve uygulama olmasına rağmen ülkemizde henüz bilinirliği ve uygulaması çok sınırlıdır. Ülke genelinde BR alanındaki uygulamalar, teknolojik donanımlı altyapı, tanılama, terapi/rehabilitasyon, Ar-Ge ve yetkin meslek elemanı eksikliği nedeniyle nitelik ve nicelik olarak son derece yetersizdir. Bundan dolayı acilen desteklenmeye ihtiyaç duymaktadır. Türkiye’de alana uzman uygulayıcı yetiştirmeyi ve geliştirmeyi amaçlayan ilk bilişsel rehabilitasyon yüksek lisans programı İstanbul Medipol Üniversitesinde açılmıştır ve halen bu alanda ülkemizde yüksek lisans eğitimi veren tek programdır. Ayrıca ülkemizde BR’nin meslek tanımı yapılmamış ve resmi sınırlar belirlenmemiştir. Sağlık bakanlığına yasal düzenlemelerin yapılabilmesi için kurumumuzca başvuruda bulunulmuştur. Önerimiz kabaca,

yukarda bahsettiğimiz multidisipliner yüksek lisans eğitimi bitirenlerin “Bilişsel Rehabilitasyon Terapisti” ünvanı ile meslek tanımlarının yapılması ve örnek verecek olursak klinik psikologların işlev ve konumuna paralel bir biçimde klinikte yer almalarını ve hizmet edebilmelerini sağlayacak düzenlemelerin yapılmasıdır.

Burada “invaziv olmayan nöromodülasyon” (NIBS) kavramı ve bu uygulamaların BR ile kullanımı için bir parantez açalım. Son birkaç on yılda insan beyin kabuğunda kısa ve uzun vadeli plastisite değişikliği oluşturabilen çok sayıda NIBS tekniği geliştirildi. Ancak insanlarda en sık kullanılan iki teknik olan Tekrarlayan Transkraniyal Manyetik Uyarımının (rTMU) ve Transkraniyal Direkt Akım Uyarımının (tDAU) yaygın olarak bilişsel işlevler üzerine olan olumlu etkileri yoğun bir biçimde çalışılmaya başlandı/çalışılıyor. Her ne kadar birkaç açıdan farklı olsalar da her iki yöntem de kortikal eksitabilite ve nöronal plastisiteyi uzun vadede uyarabilir olmaları nedeni ile BR teknikleri ile kombine edilmeye başlanmıştır (6, 7, 8, 9).

Dünyada bu alandaki gelişmeler, rehabilitasyona alınacak bilişsel bozukluğu olan bireylerin klasik nöropsikometrik testlerin yanı sıra EEG, NIRS, fMR gibi nörogörüntüleme yöntemleri ile değerlendirilmesi ve takibine doğru yol almaktadır. Böylece hastaya bireysel olarak uygulanabilecek BR ve NIBS protokolleri oluşturulabilir ve uygula-

Bilişsel rehabilitasyon diğer dünya ülkelerinde yapılanmış, yaygın bir meslek ve uygulama olmasına rağmen ülkemizde henüz bilinirliği ve uygulaması çok sınırlıdır. Ülke genelinde BR alanındaki uygulamalar, teknolojik donanımlı altyapı, tanılama, terapi/rehabilitasyon, Ar-Ge ve yetkin meslek elemanı eksikliği nedeniyle nitelik ve nicelik olarak son derece yetersizdir. Bundan dolayı acilen desteklenmeye ihtiyaç duymaktadır. Türkiye’de ilk bilişsel rehabilitasyon yüksek lisans programı İstanbul Medipol Üniversitesinde açılmıştır ve halen bu alanda ülkemizde yüksek lisans eğitimi veren tek programdır.



nan tedavi yaklaşımlarına alınan klinik sonuçların değerlendirilmesinin yanı sıra beynin biyolojik aktivitesinin kayıtlanması, yine bu biyolojik kayıtlara yansıyan nöroplastisite ile ilgili değişikliklerin incelenmesi sağlanabilir.

Beynin işlevsel halleri, bir bölgedeki veya ağ içindeki spesifik nöronal aktivite modellerine dayanarak tanımlanabilir. Bunlar ya kendiliğinden istirahatte ya belirli bir görevle ilişkili olarak ortaya çıkar. Bu nöronal profillerin endeksleri, istirahatte veya bir görev sırasında, bir elektrofizyolojik (ör. EEG) veya nörogörüntüleme (ör. FMRI) tekniği ile sürekli olarak kaydedilir. Daha sonra ham veriler, ilgilenilen beyin durumlarını tespit etmek ve ilgili bilgileri çıkarmak için hesaplama algoritmaları ile çevrimiçi olarak işlenir ve analiz edilir. Hesaplama sonucuna bağlı olarak, beyin stimülasyon parametreleri (örneğin hedef bölge, zamanlama, yoğunluk veya frekans) ayarlanır ve stimülasyon tetiklenir. Döngünün kapatılmasından sonra invaziv olmayan transkranyal beyin stimülasyonu nöronal aktiviteyi etkiler ve beyin durumunu istenen yönde değiştirir (10). Bu uygulama biçimi bireyselleştirilmiş tedavi protokollerinin ve tedavi süreci içerisinde değişen ihtiyaçlara gerekli uyumun sağlanabilmesinin önünü açmaktadır (10, 11, 12). Doğal olarak bu amaçların gerçekleştirilmesinde makine öğrenmesi gibi yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı etkinliği artırmakta ve yeni çözümler oluşturmaktadır. Elbette son nokta bu alanda kullanılacak

ölçüm/kayıtlama/televi ve takip yapabilecek cihaz ve prosedürlerin geliştirilmesi olacaktır (13).

Yukarıda bahsettiğimiz üzere uygulama alanını ve teknik özelliklerini yeni teknolojiler üzerinden giderek genişleten BR'nin, gün geçtikçe pek çok alanda etkin olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur. Ama aynı zamanda etkinliği kısıtlayan çeşitli uygulama sorunlarının da farkına varılmıştır (5). Hastanın haftada birkaç kere hastaneye gelerek bu hizmetten yararlanması biçimiyle olan uygulama ile ilişkili pek çok sorunlar mevcuttur. Hastanın fiziksel ve zihinsel handikapları, fiziksel uzaklık ve ulaşımında güçlükler, finansal sorunlar gibi etmenler hasta ve hasta yakınının bu uzun ve iyi takip edilmesi gereken sürecin gerçekleşebilmesi ve istenilen etkiyi temin edebilmesi için ciddi engeller oluşturmaktadır. Örneğin Parkinson, İnme, MS gibi nerdeyse bütün bir ömür takip ve tedavi yaklaşımlarının sürdürülmesi gereken durumlarda bu sorunlar belirgin olarak izlenmektedir.

Son zamanlarda Alzheimer hastalığı ve özellikle bu hastalığın erken (prodromal) dönemini temsil eden hafif bilişsel bozukluk (HBB) gibi durumlar da BR'nin konusu haline gelmiştir. Demansı önlemek ve kontrol etmek için, birçok bilim insanı normal yaşlanma ile demans arasındaki bu geçiş aşamasına yani demans için önemli bir girişimsel hedef olan hafif bilişsel bozukluk üzerine odaklanmıştır. Çalışmalar, invaziv ol-

mayan beyin stimülasyonunun (NIBS) bu süreçte bilişsel işlevleri iyileştirmek ve korumak için yararlı olduğunu göstermiştir (14). Bugün için tedavisi olmayan ve giderek yaşanan nüfus ile birlikte ciddi bir toplumsal yük oluşturan bu hastalık için uygulanan BR ve tDCS, bireyleri bir popülasyon düzeyinde hedefleyebilecek önleyici müdahaleler ve tedaviler vadetmektedir (15).

Yukarıda bahsedilen tedaviye erişim ve sürdürülmesindeki sorunların bertaraf edilebilmesi için son dönemde yeni bir kavramın yani telerehabilitasyon kavramının ortaya çıktığını görüyoruz. Telerehabilitasyon; bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak "rehabilitasyon hizmeti sağlama" anlamına gelir. Böylelikle rehabilitasyon, hekim ya da ilgili sağlık personeli ve hasta ile yüz yüze görüşmeksizin uzaktan uygulanabilir. Sorunlara bir çözüm olarak telerehabilitasyon yaklaşımı üzerinde belki 20 yıldır çalışılmaktadır. Önemli mesafeler kat edilmiş ve deneyim kazanılmıştır. Hâlihazırda özellikle inme sonrası felçlerle beraber görülen bilişsel kayıplar için nörorehabilitasyon ve uzaktan uygulanabilen standardize nöropsikometrik testler ve uygulamalar oluşturulmuş durumdadır (16). COVID-19 sonrasında ise sanki bir milat oluşmuş ve daha önce çekingen bir biçimde gerçekleştirilen "uzaktan" (tele) bilişsel rehabilitasyon (TBR) hizmetlerine yönelik çalışmalar hızla gündeme yerleşmiş ve daha da geliştirilmeye aday haline gelmiştir.

Bu sürece ilave olarak son yıllarda geliştirilen alt yapılar, geleneksel odio/vizuel etkileşimin çok ötesinde, dokunsal eldivenler veya farklı sensorları içeren cihazlar gibi sanal gerçeklik ekipmanları kullanılarak hastalara rehabilitasyon sürecinde ek katkılar sağlamayı hedeflemektedir. Yine hastada beyin faaliyetlerini uzaktan izlemek için kullanılan EEG cihazları, tedavi ile beyinde ortaya çıkan nöroplastik etkileşimi kontrol etmek ve böylece yukarıda bahsedildiği gibi bireysel özelliklere uygun ve tedavi süreci içerisinde değişen nöroplastisiteye ve beyinsel özelliklere göre yeniden düzenlenebilecek daha etkin bir rehabilitasyon sağlamak için umut verici bir kullanım örneği ortaya koymaktadırlar (17). Bir örnek olarak bilişsel rehabilitasyon ve NIBS çalışmalarının birlikte kullanıldığı toplam 39 çalışmayı değerlendiren bir gözden geçirmede, bilgi ve iletişim teknolojilerinin desteğiyle NIBS ve BR'nin uzaktan sunulmasının son derece uygulanabilir bir yöntem olduğu bildirilmiştir (15).

Özetle hem BR hem NIBS bilişsel yetenekleri iyileştirmek için etkili müdahalelerdir. Geleneksel uygulamalarda katılımcılar, eğitilmiş sağlık personelinin BR, NIBS veya her ikisini birden almak için bir tedavi merkezinde bulunmalıdır. Bununla birlikte bu durum, yukarıda da bahsedildiği gibi uzun süreçleri kapsayacak programlar söz konusu olduğunda katılımcılar için maliyetli ve zahmetli olabilir ve hatta kısıtlı hareket kabiliyeti, mesleki yükümlülükleri ve uzun seyahat süreleri olan bireyler için olanaksız olma potansiyeline sahiptir. Bu müdahaleleri, evde NIBS, BR veya her ikisinden yararlanabilecek hafif Alzheimer hastalığı, HBB olan veya Alzheimer hastalığı gelişme riski taşıyan kişiler gibi diğer gruplarda uzaktan gerçekleştirilmesinin fizibilitesini araştırmak da ileriye dönük çalışmalar için önemli bir alanı oluşturacaktır (15). Dünyadaki bu güncel gelişmeler çerçevesinde Üniversitemiz bünyesindeki BR Yüksek Lisans Programı, Medipol Mega Üniversite Hastanesi bünyesinde mevcut bulunan uygulama polikliniğimiz, Nörogörüntüleme ve Nöromodülasyon Laboratuvarlarımızın yardımı ve Mühendislik Fakültemizin öğretim üyelerinin verdikleri destekle benzer bir platformun çeşitli komponentlerini geliştirmeye çalışıyoruz. Daha hızlı ve bütünlüklü bir tarzda yol alabilmek için yukarıda anlattığımız özellikleri taşıyan

bir "Telebilişsel Rehabilitasyon Platformu" oluşturmayı hedefleyen bir proje üzerinde çalışmaktayız.

Sonuç olarak; COVID-19 sonrası hızlanan ama aslında bir süredir temelleri atılmış olan "telesahiplik" alanı içerisindeki telebilişsel rehabilitasyonun teknoloji ile yukarıda aktardığımız bağlamda en iyi uyum sağlayabilecek ve hastalara en fazla katkı verebilecek alanlardan biri olabileceğini düşünüyoruz. Telebilişsel rehabilitasyon, geleneksel olarak BR'nin alanı olan hastalıkların yanı sıra, giderek yaşanan ve bilişsel bozulma/bunama riski ile karşı karşıya olan toplum kesimlerinin de ciddi biçimde yararlanabileceği bir uygulama, bir çözüm haline dönüşebilir. Bu sayede erişilebilir, sürdürülebilir, bireyselleştirilmiş ve etkin terapötik yaklaşımların oluşturulmasının yanı sıra, prognoz tayini, takipte biyobelirteçlerin kullanımı, iyileşmenin/nöroplastisitenin nasıl bir mekanizma ile ortaya çıktığının anlaşılması dolayısı ile daha uygun/etkin BR&NIBS uygulama alanı, zamanı, protokollerin geliştirmesi hedeflerine ulaşmak da mümkün olacaktır.

Kaynaklar

- 1) Girgin Kardeş F, Hanoğlu L. Kafa Travması Bir İnsanı Suça İter Mi? Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi, 2016; 40:92-95 <http://www.sdplatform.com/Yazilar/Kose-Yazilari/497/Kafa-travmasi-bir-insani-suca-iter-mi.aspx> (Erişim Tarihi: 27.04.2021)
- 2) Wilson BA, Gracey F. Nöropsikolojik Rehabilitasyon; Teori, Modeller, Terapi ve Sonuçlar. (Türkçe Hanoğlu L, Girgin Kardeş F, Erkan Ö) İstanbul Medipol Üniversitesi Yayınları, 2018.
- 3) Cicerone KD, Dahlberg C, Malec JF, Langenbahn DM, Felicetti T, Kneipp S, Ellmo W, Kalmar K, Giacino JT, Harley JP, Laatsch L, Morse PA, Catanese J. Evidence-based Cognitive Rehabilitation: Updated Review of the Literature from 1998 through 2002. Arch Phys Med Rehabil. 2005 Aug;86(8):1681-92. doi: 10.1016/j.apmr.2005.03.024. PMID: 16084827.
- 4) Varako, N. "History of Neuropsychological Rehabilitation." (2016).
- 5) Gómez-Gastiasoro A, Peña J, Ibarretxe-Bilbao N, Lucas-Jiménez O, Díez-Cirarda M, Rilo O, Montoya-Murillo G, Zubiaurre-Elorza L, Ojeda N. A Neuropsychological Rehabilitation Program for Cognitive Impairment in Psychiatric and Neurological Conditions: A Review that Supports its Efficacy. Behav Neurol. 2019 Oct 21;2019:4647134. doi: 10.1155/2019/4647134. PMID: 31772682; PMCID: PMC6854258.
- 6) Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, Benninger DH, Brunelin J, Di Lazzaro V, Filipović SR, Grefkes C, Hasan A, Hummel FC, Jääskeläinen SK, Langguth B, Leocani L, Londero A, Nardone R, Nguyen JP, Nyffeler T, Oliveira-Maia AJ, Oliviero A, Padberg F, Palm U, Paulus W, Poulet E, Quartarone A, Rachid F, Rektorová I, Rossi S, Sahlsten H, Schecklmann M, Szekely D, Ziemann U. Evidence-based Guidelines on the Therapeutic Use of Repetitive Transcranial

Magnetic Stimulation (rTMS): An update (2014-2018). Clin Neurophysiol. 2020 Feb;131(2):474-528. doi: 10.1016/j.clinph.2019.11.002. Epub 2020 Jan 1. Erratum in: Clin Neurophysiol. 2020 May;131(5):1168-1169. PMID: 31901449.

7) Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, Benninger DH, Brunelin J, Cogiamanian F, Cotelli M, De Ridder D, Ferrucci R, Langguth B, Marangolo P, Milius V, Nitsche MA, Padberg F, Palm U, Poulet E, Priori A, Rossi S, Schecklmann M, Vanneste S, Ziemann U, Garcia-Larrea L, Paulus W. Evidence-based Guidelines on the Therapeutic use of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). Clin Neurophysiol. 2017 Jan;128(1):56-92. doi: 10.1016/j.clinph.2016.10.087. Epub 2016 Oct 29. PMID: 27866120.

8) Budak M, Girgin Kardeş F, Hanoğlu L. Nöral Plastisite ve Nöromodülasyon Uygulamaları. Mutluay F. Nörolojik Hastalıklarda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2018. p.79-88.

9) Demirci S, Hanoğlu L. Network Theory and Effects of Transcranial Brain Stimulation Methods on the Brain Networks The Medical Bulletin of Haseki 2014;52:238-47.

10) Bergmann TO, Karabanov A, Hartwigsen G, Thielscher A, Siebner HR. Combining Non-invasive Transcranial Brain Stimulation with Neuroimaging and Electrophysiology: Current Approaches and Future Perspectives. Neuroimage. 2016 Oct 15;140:4-19. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.02.012. Epub 2016 Feb 13. PMID: 26883069.

11) Sale MV, Mattingley JB, Zalesky A, Cocchi L. Imaging Human Brain Networks to Improve the Clinical Efficacy of Non-invasive Brain Stimulation. Neurosci Biobehav Rev. 2015 Oct;57:187-98. doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.09.010. Epub 2015 Sep 26. PMID: 26409343.

12) Bergmann TO, Hartwigsen G. Inferring Causality from Noninvasive Brain Stimulation in Cognitive Neuroscience. J Cogn Neurosci. 2021 Feb;33(2):195-225. doi: 10.1162/jocn_a_01591. Epub 2020 Jun 12. PMID: 32530381.

13) How TV, Hwang AS, Green REA, Mihailidis A. Envisioning Future Cognitive Telerehabilitation Technologies: A Co-design Process with Clinicians. Disabil Rehabil Assist Technol. 2017 Apr;12(3):244-261. doi: 10.3109/17483107.2015.1129457. Epub 2016 Jan 8. PMID: 26746683.

14) Xu Y, Qiu Z, Zhu J, Liu J, Wu J, Tao J, Chen L. The Modulation Effect of Non-invasive Brain Stimulation on Cognitive Function in Patients with Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. BMC Neurosci. 2019 Jan 3;20(1):2. doi: 10.1186/s12868-018-0484-2. PMID: 30602377; PMCID: PMC6317253.

15) Gough N, Brkan L, Subramaniam P, Chiucciariello L, De Petrillo A, Mulsant BH, et al. (2020) Feasibility of Remotely Supervised Transcranial Direct Current Stimulation and Cognitive Remediation: A Systematic Review. PLoS ONE 15(2): e0223029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223029> (Erişim Tarihi: 20.05.2021)

16) Brearly TW, Shura RD, Martindale SL, Lazowski RA, Luxton DD, Shenal BV, Rowland JA. Neuropsychological Test Administration by Videoconference: A Systematic Review and Meta-Analysis. Neuropsychol Rev. 2017 Jun;27(2):174-186. doi: 10.1007/s11065-017-9349-1. Epub 2017 Jun 16. PMID: 28623461.

17) Navarro E, González P, López-Jaquero V, Montero F, Molina JP and Romero-Ayuso D (2018) Adaptive, Multisensorial, Physiological and Social: The Next Generation of Telerehabilitation Systems. Front Neuroinform. 12:43. doi: 10.3389/fninf.2018.00043.