

PAPER DETAILS

TITLE: Kronik İnme Hastalarında Ritmik İstisil Uyari İle Bilateral Kol Egitim Tedavisinin Üst Ekstremitte Fonksiyonlarına ve Günlük Yasam Aktivitelerine Etkisinin Arastirilmesi

AUTHORS: İlgin SADE,Mehmet AKSU,Çigdem ÇEKMECE

PAGES: 209-216

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1253697>



KRONİK İNMELİ HASTALARDA RİTMİK İŞİTSEL UYARI İLE BİLATERAL KOL EĞİTİM TEDAVİSİNİN ÜST EKSTREMİTE FONKSİYONLARINA VE GÜNLÜK YAŞAM AKTİVİTELERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

BILATERAL ARM TRAINING WITH RHYTHMIC AUDITORY CUEING (BATRAC) ON UPPER EXTREMITY FUNCTIONS AND DAILY LIVING ACTIVITIES WITH CHRONIC STROKE

İlgin Sade^{1*}, Mehmet Aksu², Çiğdem Çekmece²

Kocaeli Üniversitesi, ¹Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, ²Sağlık Hizmetleri MYO, İş ve Uğraşı Tedavi Programı, Kocaeli, Türkiye

ORCID ID: İlgin Sade: 0000-0002-9004-8248; Mehmet Aksu: 0000-0001-8880-9418; Çiğdem Çekmece: 0000-0003-2865-480X

***Sorumlu Yazar / Corresponding Author:** İlgin Sade, e-posta / e-mail: ilginsade@gmail.com

Geliş Tarihi / Received: 24.08.2020

Kabul Tarihi / Accepted: 29.09.2020

Yayın Tarihi / Published: 02.10.2020

Öz

Amaç: Bu çalışma ile kronik inmeli hastalarda uygulanan ritmik işitsel uyarı ile bilateral kol eğitiminin (RİUBKE) üst ekstremitte fonksiyonları, günlük yaşam aktivitelerine katılım ve ağrı üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Randomize kontrollü bu çalışmaya 28 hasta dahil edildi. Hastalar RİUBKE (n=15) ve kontrol (n=13) olarak iki gruba ayrıldı. Tüm hastaların demografik verileri, Brunnstrom evreleri, Modifiye Ashworth Skalası (MAS) ve ağrı düzeyleri kaydedildi. Hastaların tümü 3 hafta süreyle konvansiyonel terapi programına alındı. Ek olarak RİUBKE grubundaki hastalara, RİUBKE cihazı ile haftanın 5 günü 3 hafta süreyle bilateral üst ekstremitte eğitimi uygulandı. Plejik üst ekstremitte motor fonksiyonları Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi (JTEFT) ve Box and Block Test (BBT) ile, günlük yaşam aktiviteleri Modifiye Barthel İndeksi (MBİ) ile, ağrı düzeyleri Görsel Analog Skala (GAS) ile Tüm değerlendirmeler tedavi öncesi ve tedaviden 3 hafta sonra değerlendirildi. Tüm veriler Mann Whitney U testi ve Wilcoxon testi kullanılarak analiz edildi.

Bulgular: BBT ve JTEFT'in bazı parametrelerinde (sayfa çevirme, büyük ağır obje kaldırma ve tavla pulu dizme) ($p<0,05$, tüm parametreler) gelişme kaydedildi. MBİ ve GAS parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$).

Sonuç: RİUBKE ile üst ekstremitte bilateral eğitiminin kronik inmeli hastalarda üst ekstremitte fonksiyonları üzerine etkili olduğu kanaatine varıldı. Alınan bu sonuçlar inme rehabilitasyonunda RİUBKE ile bilateral eğitimin konvansiyonel tedavilerle birlikte kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnme, bilateral kol eğitimi, üst ekstremitte rehabilitasyonu, iş-uğraşı tedavisi

Abstract

Objective: In this study it is aimed to investigate the effect of bilateral arm training with rhythmic auditory cueing (BATRAC) on upper extremity functions, daily living activities and pain with chronic stroke patients.

Methods: This study was carried out as a randomized controlled experimental study in 28 patients with stroke were included in this study. The patients were randomly assigned into two groups as an BATRAC (n=15) and control group (n=13). The demographic characteristics, Brunnstrom stage, Modified Ashworth Scale (MAS) and pain degree were recorded in all patients. All patients participated in a conventional rehabilitation program for 3 weeks. The BATRAC group received 20 minute BATRAC for upper extremity for 5 days per week during 3 weeks. The plegic upper extremity motor functions were evaluated by Jebsen Taylor Hand Function Test (JTHFT), Box and Block Test (BBT), daily living activities by Modified Barthel Index (MBI) and pain degree by Visual analogue scale (VAS). All of those evaluations are done before treatment and after 3 weeks of therapy. The data were assessed by Mann Whitney U tests and Wilcoxon tests.

Results: Significant improvements were recorded in BBT and JTHFT parameters (turning page, lifting of large heavy objects and backgammon stamping) ($p<0.05$). No significant alteration was found in MBI and VAS ($p>0.05$ for all parameters).

Conclusion: In conclusion, BATRAC treatment was found effective on upper extremity motor functions in stroke patients. These results suggests that BATRAC treatment can use with conventional therapy in stroke rehabilitation.

Keywords: Stroke, bilateral arm training, upper extremity rehabilitation, occupational therapy

Giriş

Erişkin popülasyonun büyük bir kesimini etkileyen inme, akut dönemde %7-30 arasında değişen oranlarda ölümlle sonuçlanırken, hayatta kalan kişilerde de özürllülüğe neden olan önemli bir toplumsal sağlık sorunudur.^{1,2}

Son yıllarda inme insidansını arttıran risk faktörlerinin erken ve etkili tedavi yöntemleri ile kontrol altına alınması ve tıbbi bakım olanaklarının gelişimi sayesinde inme sonrası hayatta kalan ve rehabilitasyona ihtiyaç duyan hasta sayısında artış gözlenmektedir. Bununla birlikte giderek artan hasta sayısı ve ekonomik kayıplar nedeniyle de inmeli hastalara uygulanan rehabilitasyon programlarının niteliği önem kazanmaktadır. Ülkemizde özürllülük yapan hastalıklar arasında ilk sıralarda yer almakta olup, sağlık harcamalarında ciddi maliyetler getirmektedir.³

Hemiplejik hastalarda algı, kas gücü, duyu, denge ve motor kontrol kayıpları ile ağır fiziksel yetersizliğin başlıca nedenlerindendir.⁴⁻⁷ Literatürde hemiplejik hastalarda uygulanan tedavi programları sonucunda kazanılan fonksiyonel bağımsızlık seviyesinin üst ekstremité ve el motor yetersizlikleri ile büyük ölçüde bağlantılı olduğu bildirilmektedir.⁸⁻¹⁰ İnmeli hastaların yaklaşık %30 ila %66'sı üst ekstremité kalıcı fonksiyon kayıpları nedeniyle Günlük Yaşam Aktivitelerinde (GYA) etkilenen kollarını fonksiyonel olarak kullanamamaktadır.^{11,12} Hastalar özellikle kişisel bakım, giyinme ve beslenme gibi her iki elin kullanımını gerektiren temel GYA'larda zorluk yaşamakta olup, inmeli hastalar çevreye bağımlı hale gelmektedir.

Bilateral fonksiyonlar için her iki kolun koordineli çalışması gerektiğinden son dönemde her iki üst ekstremitenin rehabilitasyona dahil edilmesi önerilmektedir.¹³⁻¹⁶ Günümüzde inmede nörofizyolojik mekanizmalarla ilgili çalışmalar yoğunlaşmış, klinik iyileşme ve adaptasyon için beyin sahip olduğu büyük potansiyel çok daha iyi anlaşılmıştır. Bu potansiyelin, hemipleji sonrası kronik dönemde platoya ulaştığı düşünülen hastalar için de faydalı olacağı belirtilmiştir. Bu bilgiler ışığında hali hazırda uygulanan mevcut tedavi tekniklerine ek olarak alternatif stratejilere, farklı rehabilitasyon programlarının geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Ritmik İştisel Uyarı ile Bilateral Kol Eğitimi (RİUBKE) son yıllarda inmeli hastalarda özellikle üst ekstremité motor kontrolünü ve hareket açıklığını arttırmak amacıyla kullanılmaya başlanmış yeni bir tedavi seçeneğidir.¹⁷⁻¹⁹

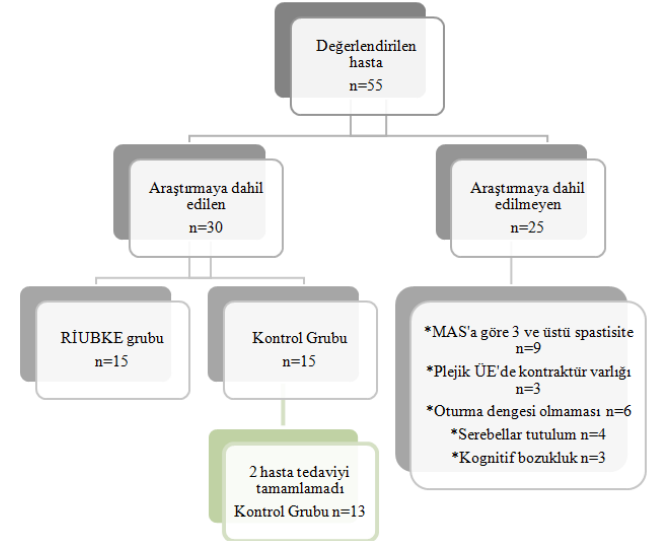
Bu çalışmada yeni bir rehabilitasyon yaklaşımı olan RİUBKE ile bilateral eğitimin ülkemiz koşullarında uygulandığında inmeli hastalarda üst ekstremité motor fonksiyonlar ve GYA'lar üzerine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca tedavi yan etkisi olarak özellikle ağrı üzerinde olumsuz etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Çalışmaya kliniğimizde Kasım 2017- Mayıs 2018 tarihleri arasında rehabilitasyon programına alınan inme sonrası hemipleji tanısı almış 55 hastadan, çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyan 30 hasta alındı. Hastalar basit kura yöntemi ile randomize edilerek RİUBKE ve kontrol grubu olmak üzere 2 gruba ayrıldı. Değerlendirilen ve çalışmaya dahil edilen hastaların dağılımı Çizim 1'de verilmiştir.

Çalışmaya 18 yaş üstü, hastalık süresi 3 ay ve daha fazla olan, bağımsız ambule olabilen, üst ekstremité Brunnstrom evrelemesi ≥ 3 , el Brunnstrom evrelemesi ≥ 2 , Modifiye

Ashworth Skalasına (MAS) göre omuz, dirsek, el bilek çevresi kas tonusu ≤ 2 olan hastalar dahil edildi. Gövde dengesi yeterli olmayan, üst ekstremitéde ciddi spastisitesi (MAS'a göre 3 veya 4) olan, duyu bozukluğu veya üst ekstremitéde statik deformitesi olan, belirgin görme ve işitme kaybı bulunan, ciddi kooperasyon ve oryantasyon bozukluğu olan, multiple inme kliniği olan, serebellar tutulumu olan ve ilave nörolojik hastalığı olan hastalar dahil edilmedi.



Çizim 1. Değerlendirilen ve çalışmaya dahil edilen hastalar

Çalışma protokolü hastanemiz Etik Kurul'u tarafından 29/11/2017 tarih GOKAEK 2017/321 proje numara 2017/167 karar no ile onaylandı.

Değerlendirme ve Yöntem

Tüm hastaların yaşı (yıl), cinsiyeti, hastalık süresi (ay olarak), plejik tarafı, dominant üst ekstremitesi kaydedildi. Çalışma öncesi üst ekstremité tonus muayenesi MAS ile, motor evreleme Brunnstrom evrelemesi ile, üst ekstremité fonksiyonları Box and Blok testi (BBT) ve Jebsen-Taylor El Fonksiyon (JTEFT) testi ile; ağrı düzeyi Görsel Analog Skala (GAS) ile, hastaların GYA'ları Modifiye Bartel İndeksi (MBİ) ile değerlendirildi. BBT, JTEFT, GAS ve MBİ 3 haftalık tedavi sonrası tekrar değerlendirildi.

Tedavi

Her iki gruba da haftada 5 gün toplam 15 seanstan oluşan 3 hafta süre ile plejik taraf alt ve üst ekstremitéye yönelik pasif-aktif EHA egzersizleri, kuvvetlendirme egzersizleri, elektroterapi (sıcak-soğuk uygulama, Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu) ambulasyon eğitimi, plejik alt ve üst ekstremitéye ağırlık aktarma egzersizleri, ortez uygulamaları, iş ve uğraşı aktiviteleri ile GYA eğitiminden oluşan 2 saatlik konvansiyonel tedaviden oluşan rutin program uygulandı.

RİUBKE grubuna alınan hastalar, konvansiyonel tedavi bitiminde 30 dakika dinlendirildikten sonra bilateral eğitim programına alındı (Çizim 2). Bilateral eğitim programı iştisel uyarı eşliğinde, fizyoterapist gözetiminde 20 dakikalık süre ile haftada 5 gün 3 hafta boyunca uygulandı. Bu tedavi için hastalar yüksekliği ayarlanabilir sandalyeye oturtuldu ve ön kolu masaya paralel olacak şekilde pozisyonlandırıldı. Kavrama fonksiyonu yeterli olan hastalar cihazın T barını kendisi tuttu, yeterli kavraması olmayan hastalarda ise bir elastik bant yardımıyla cihazın T barına

plejik el sabitlendi. Hastalar bu şekilde cihaza yerleştirildikten sonra 5'er dakikalık 4 periyottan oluşan toplam 20 dakikalık seanslar uygulandı.



Çizim 2. RİUBKE cihazı

İlk periyotta cihazın kolları masaya paralel olacak şekilde hastadan her iki kolu aynı anda simetrik olarak (her iki koluna aynı anda itme ve çekme hareketi yaparak) 5 dakika boyunca hareket ettirmesi istendi. İki dakikalık dinlenme arasından sonra cihazın pozisyonu değiştirilmeden bu defa kollar yine aynı anda senkronize bir şekilde bilateral resiprokal (bir koluna itme hareketi yaparken diğer koluna çekme hareketi yaparak) hareket ettirilerek 2. periyot sona erdirildi (Çizim 3).



Çizim 3. Bilateral simetrik RİUBKE

Daha sonra cihazın kolları masaya 45 derecelik açı yapacak şekilde pozisyonlandı ve aynı egzersizler tekrarlandı. Cihaz kolları masaya 45 derecelik açı yapmış pozisyondayken, önce bilateral simetrik 3. Periyot (Çizim 4), sonra bilateral resiprokal 4. periyot sırasıyla tamamlandı (Çizim 5). Toplamda 5 dakikalık 4 periyottan oluşan tedavide metronomla sağlanan sesli uyarıya uyumlu olarak cihazın kollarını hedef noktalara doğru itme ve çekme hareketi (bir nesneye ulaşma ve onu kendine çekme davranışını taklit ederek) yaparak uç noktalardaki sayaç sensörlerine vurum sağlandı. Hastaların tedavi başlangıcında RIUBKE'ye olarak sağlayan cihaza uyum sorunu yaşayabilecekleri öngörülerek metronomla verilen sabit frekanslı ritim uyarısı 2. seanstan sonra verilmeye başlandı. Metronomun frekansı hastaların fonksiyonel durumuna göre ayarlandı (Frekans 0,25–1 Hz/s arasında değişti). Hastalara, itme ve çekme hareketlerini aktif olarak yapmaları ve eğitim süresi boyunca plejik kolları ile ellerinden geldiğince son noktalara ulaşmaları yönünde çaba göstermeleri istendi. RİUBKE

tedavisi ile, tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeler aynı fizyoterapist tarafından yapıldı.



Çizim 4. Bilateral simetrik RİUBKE (45° lik açı)



Çizim 5. Bilateral resiprokal (asimetrik) RİUBKE (45° lik açı)

İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel değerlendirme, IBM SPSS 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı ile yapıldı. Gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma uymayan nümerik değişkenler için Mann Whitney U Testi, grup içi değişkenlerin analizi için Wilcoxon testi kullanıldı.

Bulgular

Çalışmaya hasta seçim kriterlerine uyan 12 (%40) kadın, 18 (%60) erkek toplam 30 hasta dahil edildi. Kontrol grubundan 2 hasta tedaviye devam etmedikleri için değerlendirme dışı bırakıldı.

Tüm hastaların yaş ortalaması $52,4 \pm 12$ yıl olup 22 ve 71 yıl arasında değişmekte idi. RİUBKE grubundaki hastaların 5'i (%33,3) kadın, 10'u (%66,7) erkek ve yaş ortalamaları $56,9 \pm 10$ yıl idi. Kontrol grubundaki hastaların 5'i (%38,5) kadın, 8'i (%61,5) erkek ve yaş ortalamaları $47,1 \pm 14$ yıl idi. RİUBKE grubunda 6 (%40) hasta sağ, 9 (%60) hasta sol hemiplejik; kontrol grubunda ise 5 (%38,5) hasta sağ, 8 (%61,5) hasta sol hemiplejik idi. RİUBKE grubundaki hastaların 10'u (%66,7) sağ el dominant, 5'i (%33,3) sol el dominant olup, kontrol grubundaki hastaların 8'i (%61,5) sağ el dominant, 5'i (%38,5) sol el dominant olarak kaydedildi. Hastaların ortalama hastalık süresi $24,4 \pm 10$ ay olarak bulundu. Araştırmaya dâhil edilen iki gruptaki tüm hastaların yaş, cinsiyet, hastalık süresi, plejik taraf ve dominant el açısından karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p > 0.05$). Hastaların de-

mografik bilgileri ve gruplara göre dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hastaların demografik bilgileri ve gruplara göre dağılımı

	RİUBKE grubu (n=15)	Kontrol Grubu (n=13)	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	
Yaş (yıl)	56,9 ± 9	47,1 ± 14	0,058
Cinsiyet			
K	5 (%33,3)	5 (%38,5)	0,821
E	10 (%66,7)	8 (%61,5)	
Hemiplejik taraf			
Sağ	6(%40)	5 (%38,5)	0,964
Sol	9 (%60)	8 (%61,5)	
Hastalık süresi (ay)	25,6±10	23±11	0,440
Dominant el			
Sağ	10 (%66,7)	8 (%61,5)	0,821
Sol	5 (%33,3)	5 (%38,5)	

n: Kişi Sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, p: Gruplar arası analizlerin p değeri

Her iki grubun tedavi öncesi BBT, MBI, GAS veri sonuçları açısından karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,098$; $p=0,717$; $p=0,185$, sırasıyla).

RİUBKE ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 3 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası JTEFT değerlendirme sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Her iki grubun JTEFT alt parametrelerinde tedavi öncesi değerlendirmelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmazken ($p>0,05$), tedavi sonrası değerlendirmelerinde JTEFT'nin sayfa çevirme ($p=0,019$), tavla pulu dizme ($p=0,041$), büyük ağır nesneleri kaldırma ($p=0,029$) aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0,05$). JTEFT'nin diğer parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

RİUBKE grubundaki hastaların tedavi öncesi ve tedavi sonrası JTEFT verileri karşılaştırıldığında tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu saptandı ($p<0,05$). Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası verileri incelendiğinde "beslenme" ($p=0,021$) aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanırken geri kalan tüm parametrelerde (sayfa çevirme, küçük nesneleri kaldırma, tavla pulu dizme, büyük hafif nesneleri kaldırma, büyük ağır nesneleri kaldırma) aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış kaydedilmedi ($p>0,05$).

RİUBKE ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 3 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası BBT değerlendirme sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. BBT analiz sonuçları incelendiğinde; tedavi öncesi her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı saptandı ($p>0,05$). Tedavi sonrası yapılan değerlendirme sonucunda her iki testten elde edilen veriler kıyaslandığında BBT'de ($p=0,000$) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanırken, BBT'nin tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerinin grup içi karşılaştırmasında RİUBKE grubunda BBT'de ($p=0,001$) istatistiksel olarak anlamlı fark saptanırken kontrol grubunda BBT'de ($p=0,782$) istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

Çizelge 2. RİUBKE ve kontrol grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve 3 haftalık tedavi sonrası JTEFT verileri

	JTEFT	TÖ (Ort ± SD)	TS (Ort ± SD)	p**
Sayfa çevirme	RİUBKE Grubu Kontrol Grubu p	49,01 ± 56,81 105,96 ± 125,32 0,098	37,73 ± 50,21 100,27 ± 127,43 0,019	0,001 0,056
Küçük nesneleri kaldırma	RİUBKE Grubu Kontrol Grubu p	130,10 ± 147,11 192,83 ± 166,37 0,467	83,71 ± 95,40 182,61 ± 164,24 0,142	0,002 0,674
Beslenme	RİUBKE Grubu Kontrol Grubu p	169,61 ± 145,42 192,99 ± 151,15 0,821	92,69 ± 97,30 188,85 ± 151,64 0,130	0,001 0,021
Tavla pulu dizme	RİUBKE Grubu Kontrol Grubu p	94,51 ± 138,02 172,08 ± 160,34 0,201	52,88 ± 68,63 162,97 ± 159,01 0,041	0,001 0,066
Büyük hafif nesneleri kaldırma	RİUBKE grubu Kontrol Grubu p	29,29 ± 25,59 81,28 ± 127,14 0,786	20,06 ± 20,78 79,36 ± 122,30 0,217	0,001 0,347
Büyük ağır nesneleri kaldırma	RİUBKE Grubu Kontrol Grubu p	46,14 ± 88,35 137,45 ± 163,40 0,440	19,58 ± 24,93 134,27 ± 157,90 0,029	0,001 0,646

p^* : Gruplar arası analizlerin p değeri, p^{**} : Grup içi analizlerin p değeri

Çizelge 3. RİUBKE ve kontrol grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve 3 haftalık tedavi sonrası BBT verileri

Box and Bloc Testi (BBT)	Tedavi Öncesi (Ort ± SD)	Tedavi Sonrası (Ort ± SD)	p**
RİUBKE Grubu	12,0±7,1	21,6±8,2	0,001
Kontrol Grubu	7,5±6,2	7,6±5,9	0,782
p^*	0,098	0,000	

p^* : Gruplar arası analizlerin p değeri, p^{**} : Grup içi analizlerin p değeri

RİUBKE ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 3 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası MBİ değerlendirme sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. MBİ'nin analizleri incelendiğinde; tedavi öncesi ve tedavi sonrası yapılan değerlendirme sonucunda her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$). MBİ'nin tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerinin grup içi karşılaştırmasında hem RİUBKE grubunda hem de kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı artış kaydedildi ($p<0,05$).

RİUBKE ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 3 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası GAS değerlendirme sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. GAS değerlendirme verileri incelendiğinde; tedavi öncesi ve sonrasında her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı saptandı ($p>0,05$). GAS'ın

tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerinin grup içi karşılaştırmasında hem RİUBKE grubunda hem de kontrol grubunda istatistiksel olarak ağırdaki anlamlı bir azalma olduğu saptandı ($p<0,05$).

Çizelge 4. RİUBKE ve kontrol grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve 3 haftalık tedavi sonrası MBI verileri

Modifiye Barthel Testi (MBİ)	Tedavi Öncesi (Ort ± SD)	Tedavi Sonrası (Ort ± SD)	p^{**}
RİUBKE Grubu	86,1±6,6	88,9±5,2	0,001
Kontrol Grubu	87,3±6,9	88,3±6,7	0,014
p^*	0,717	0,650	

p^* : Gruplar arası analizlerin p değeri, p^{**} : Grup içi analizlerin p değeri

Çizelge 5. RİUBKE ve kontrol grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve 3 haftalık tedavi sonrası GAS verileri

GAS	Tedavi Öncesi (Ort ± SD)	Tedavi Sonrası (Ort ± SD)	p^{**}
RİUBKE Grubu	4,6 ± 2,2	1,3 ± 1,2	0,001
Kontrol Grubu	3,5 ± 1,7	2,3 ± 1,5	0,046
p^*	0,185	0,108	

p^* : Gruplar arası analizlerin p değeri, p^{**} : Grup içi analizlerin p değeri

Tartışma

İnme sonrası üst ekstremitelerde gelişen parezi motor fonksiyon bozukluklarını dolayısıyla günlük yaşamın birçok aktivitesini, topluma katılımı ve mesleki aktivitelere dönmeyi olumsuz etkileyebilmektedir. Pek çok hastanın bozulan motor fonksiyonlarında zaman içerisinde değişik derecelerde iyileşme görülebile de, inmeli hastaların %50'den fazlası özellikle de plejik üst ekstremitelerde yerleşen motor defisit ile hayatlarını sürdürmektedirler.²⁰ İnme nedeniyle gelişen tüm bozukluklar arasında en önemli ve en çok rehabilitasyona gereksinim duyulan durum üst ekstremitelerde tutulumudur.^{21,22} Öz bakım, giyinme, beslenme, kendini ifade etme ve iletişim başta olmak üzere tüm GYA'larda bağımsızlık için yeterli el ve üst ekstremiteler kullanımı gerekmektedir. Literatürdeki birçok çalışmada inmeli hastalarda rehabilitasyon programı sonucunda kazanılan fonksiyonel bağımsızlık seviyesinin üst ekstremitelerde ve el motor yetersizlikleri ile yüksek oranda ilişkili olduğu bildirilmiştir.^{8,23}

Tutma ve kavrama gibi fonksiyonel, dokunma gibi duyuşsal birçok ince ve kaba işleri yapmakla sorumlu olan üst ekstremitelerde vücudun en kompleks nöromüsküler yapısıdır. Üst ekstremitenin tam anlamıyla fonksiyonel düzeye ulaşabilmesi için motor ve duyu fonksiyonlarının bir bütün olarak geri gelmesi gerektiğinden, alt ekstremitelere oranla rehabilitasyon programı sonunda elde edilen başarı sınırlı kalmaktadır. Literatürde inme sonrası hastaların sadece %5'inin üst ekstremitelerde tüm fonksiyonlarını geri kazandığı; %20'sinin ise fonksiyonel kazanımlar elde edemediği bildirilmektedir.^{19,24} Bunun en önemli nedeni ise beyinde çok geniş bir yere sahip olan kol ve elin hissetme, kavrama ve manipülasyon gibi alt ekstremitelere oranla daha karmaşık görevlerinin olmasıdır.¹⁹ Üst ekstremitelerde motor iyileşmenin derecesini belirlemede 2 faktör önemli rol oynamaktadır. Bunlar; başlangıçta üst ekstremitelerde mevcut olan motor kaybın derecesi ve elde istemli hareketlerin geri dönüş zamanıdır. İnme sonrası akut dönemde üst ekstremitelerde komplet paralizi veya flask dönemin uzaması

(4 hafta), elde fonksiyonel aktivitelerin geri dönüşü açısından kötü prognostik unsurlardır.^{2,25}

Son yıllarda fonksiyonel beyin görüntüleme yöntemlerinin ortaya çıkması, nöroplastisitenin daha iyi anlaşılması ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler inme rehabilitasyonunda oldukça farklı ve yeni tedavi yaklaşımlarının kullanımını arttırmıştır. Literatürde inme sonrası uygulanan yoğun rehabilitasyon programı ile motor iyileşmenin arttığı bildirilmektedir.²²

Fonksiyonel bağımsızlık açısından üst ekstremitelere uygulanacak rehabilitasyon programında mevcut yeteneklerin geliştirilmesi ve elin fonksiyonel kullanımı amaçlanmaktadır. Ancak hemiplejik üst ekstremitelerde fonksiyonel açıdan beklentiler kısıtlı olduğundan rehabilitasyonda etkilenmemiş tarafın kompensatuvar eğitimi daha çok tercih edilmektedir. Bununla birlikte etkilenmemiş üst ekstremitenin ağırlıklı kullanımı asimetrik postüral paternlere ve etkilenen ekstremitelerde ağır fonksiyonel kısıtlamalara yol açmaktadır.^{26,27} İnmede bilateral kol eğitiminin en önemli nedeni, günlük yaptığımız işlerin çoğunun her iki kolun birlikte kullanımını içermesi ve bu nedenle bilateral yeniden eğitimin gerekliliğini vurgulamaktadır. Bilateral üst ekstremiteler eğitimi, yeni bir inme rehabilitasyon şekli olarak son zamanlarda gündeme gelmiş olsa bile terapistler uzun yıllardır makaralar kullanarak ya da etkilenmemiş üst ekstremitenin yardımıyla plejik üst ekstremiteleri pasif olarak çalıştırarak yaratıcı yöntemler denemişlerdir. Bu eğilimlerin interhemisferik bağlantıyı sağlayarak plejik kolun işlevsel olarak geri kazanılmasını kolaylaştırdığı düşünülmektedir. İnme sonrası hemisferler arasındaki inhibisyon ve disinhibisyon dengesi bozulmaktadır. Etkilenen hemisferin uyarılabilirliği azalırken, etkilenmeyen hemisferin uyarılabilirliği artmıştır. İpsilezyonel yarım küreden kontralezyonel olana transkallosal inhibisyon büyük ölçüde azalmakla birlikte, sağlam hemisferden lezyonlu hemisfere doğru artan bir inhibisyon mekanizması gelişmektedir.^{28,29} Bu inhibe edici mekanizmalar inme iyileştikçe daha normal seviyelere dönmektedir. Bu süreçte bozulmuş inhibe edici mekanizmaların devam etmesi, üst ekstremitelerde iyileşmesini olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Araştırmacılar, uygulanan iki taraflı eğitim ile hemisferler arasındaki inhibe edici mekanizmaların normaleştiği ve bu durumun fonksiyonel gelişmelere olanak sağladığını ileri sürmektedir.²⁸ İki taraflı eğitim, simetrik veya asimetrik bir tasarım ile üst ekstremitelerin tekrarlayan hareketlerinden oluşmaktadır.¹⁹ Mevcut kanıtlara göre, iki taraflı eğitimle oluşan gelişmenin altında yatan mekanizmalar, ipsilateral kortikospinal yolların devreye alınması, kontralezyonel yarım kürede artmış kontrol ve inhibe edici mekanizmaların normalleştirilmesidir. İpsilateral kortikospinal yolların oranı %10-%20 olarak tahmin edilmektedir.¹⁵ Bazı araştırmacılara göre aktivasyonlarının iki taraflı eğitim ile kolaylaştırılabileceği öne sürülmektedir.¹³ Günümüzde bilateral üst ekstremitelerde rehabilitasyonunda; bilateral izokinematik eğitim, ayna tedavisi, ritmik işitsel uyarılar ile bilateral mekanik veya robotik cihazların kullanımından yararlanılmaktadır. Son yıllarda yapılan sistematik incelemeler, inme sonrası rehabilitasyonda iki taraflı üst ekstremiteler eğitiminin diğer tedavilere göre üstünlüğü veya yetersizliği konusunda tam bir mutabakat sağlanamamıştır. Yapılan çalışmaların bir kısmında, inme sonrası bilateral üst ekstremiteler eğitimi desteklediğine dair güçlü kanıtlar bulunmuşken^{17,30}, bazı çalışmalarda ise diğer tedavi yöntemlerine üstünlüğü bulunamamıştır.^{31,32}

Bilateral eğitimin en yaygın kullanımı RİUBKE ile yapılan tedavidir. Bu uygulama işitsel uyarı ile birlikte manuel itme ve çekme hareketlerine olanak sağlayan mekanik bir cihaz ile gerçekleştirilmektedir. El ve el bileği sabit olup tekrarlı uzanma ve çekme aktiviteleri ile proksimal eklemlerde fleksiyon-ekstansiyon hareketlerine olanak sağlar. Bu çalışmada her iki ekstremitte (etkilenmiş ve etkilenmemiş kol) birbirinden bağımsız olarak hareket eder. Tekrarlama, geri bildirim ve hedef belirleme dahil motor öğrenme ilkelerine dayanmaktadır. Literatürde RİUBKE ile yapılmış pek çok randomize kontrollü çalışma bulunmakla birlikte ülkemizde bu alanda yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır.^{19,33-35}

Yaptığımız çalışmada katılımcılarımızın plejik üst ekstremitte motor fonksiyonlarının değerlendirilmesinde JTEFT ve BBT kullanılmıştır. Çalışmamızda JTEFT ile çalışma ve kontrol grubundaki hastaların tedavi öncesi ve sonrası teste ait altı aktiviteyi gerçekleştirme süreleri değerlendirilmiştir. JTEFT'nin değerlendirme aktivitelerinden biri olan "yazı yazma" aktivitesi, okuma-yazma bilmeyen hastalarımız olması nedeniyle kullanılmamış, değerlendirme altı parametre üzerinden yapılmıştır. RİUBKE grubunun kendi içinde yapılan tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmasında tüm aktivitelerde istatistiksel olarak anlamlı gelişme saptanırken, kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası değerlendirme verileri karşılaştırıldığında kontrol grubunda sadece beslenme aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme olduğu saptandı. BBT ile de hastaların tedavi öncesi ve sonrası bir dakikada taşıdıkları blok sayısı değerlendirildi. Tedavi sonrası RİUBKE grubunda BBT'ye göre taşınan blok sayısında artış olduğu gözlemlendi. Bu bulgular kronik inmeli hastalarda RİUBKE'nin üst ekstremitte motor fonksiyonları arttırdığına dair görüş bildiren diğer çalışmaları doğrular niteliktedir.^{17,19,30} Yaptığımız çalışmada kas gücü ve EHA değerlendirmesi yapmadık ancak literatüre bakıldığında RİUBKE'nin proksimal kas gücünü ve omuz-dirsek hareket açıklığını arttırdığına dair güçlü kanıtlar olduğunu gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur.^{19,33,34} İki taraflı hareketlere dayanan rehabilitasyon protokollerinin fonksiyonel iyileşme için faydalı olabileceği görüşünü öne çıkarmaktadır.³⁴ Bu bilgiler doğrultusunda RİUBKE'nin üst ekstremitte proksimal kas gücünü artırarak omuz stabilizasyonunu sağladığı, bununla birlikte; omuz, dirsek EHA'sını artırma yoluyla JTEFT ve BBT gibi değerlendirmelerde kullanılan parametrelere katkı verdiği düşünülmektedir.

Günlük hayatta yaptığımız işlerde kavrama, uzanma ve omuz stabilizasyonunun gerekli olduğu durumlarla sıkça karşılaşmaktayız. Hemiplejik hastalar özellikle omuz stabilizasyonunda sorunlar yaşamaktadır. Bununla birlikte uzanma aktivitesinin de yetersiz yapıldığı ya da hiç yapamadığı bilinmektedir. Hemiplejik omuz ve dirsek uzanma aktivitelerdeki gelişme, inmeli hastanın üst ekstremitesini GYA'da daha fonksiyonel kullanabileceğini ön gören görüşü güçlendirmektedir. Bununla birlikte üst ekstremitenin distal segmentideki ince kavramanın, becerilerin, kavrama stabilizasyonunun proksimal segment olan omuz çevresi kasların kuvveti ile ve stabilizasyonu ile ilişkili olduğu ve tüm bunlarında GYA'larda hastanın elini kullanmasını doğrudan etkilediği bilinmektedir.

Yaptığımız çalışmada RİUBKE ve kontrol grubu tedavi öncesi ve sonrası GYA'larını MBİ ile değerlendirdik. Çalışmamızda tedavi sonrası MBİ skorunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı ancak RİUBKE grubunda tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı

gelişme olduğu tespit edildi. Literatürde bilateral üst ekstremitte eğitiminin GYA üzerindeki etkisini inceleyen birkaç çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda iş uğraşı tedavilerine ek olarak yapılan bilateral eğitimin GYA gerçekleştirme becerisini anlamlı olarak artırdığı bildirilmiştir.^{36,37}

İnmeli hastalarda üst ekstremitte en sık karşılaşılan kas-iskelet sistem komplikasyonu ağrıdır. Plejik taraftaki ağrı rehabilitasyon sürecini de olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle konvansiyonel tedavide ağrıya yönelik uygulamalar önemli yer tutmaktadır. Tedavi yoğunluğunu arttığı bazı durumlarda hastaların ağrı düzeyinde artış gözlemlenmektedir. Bu nedenle çalışmamızda tedavi yan etkisi olarak ağrı düzeyi incelenmiştir. Hastaların ağrı düzeyi tedavi öncesi ve sonrası GAS ile değerlendirilmiştir. Tedavi sonrası her 2 grupta anlamlı derecede azalma gözlenmekle birlikte gruplar arasında fark saptanmamıştır. Literatürde bilateral eğitimin ağrı üzerine etkisini değerlendiren sadece bir çalışmaya rastlanmıştır. Buna göre bilateral aktiviteler ile birlikte NMES uygulamasının ağrı üzerinde daha olumlu etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.³⁸ Bizim çalışmamızda da temel amaç bilateral çalışmanın ağrı üzerine olumsuz etkisini göstermek idi. Çalışmamızda ağırlı hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma verilerimize göre ağrı düzeyinde tedavi sonrası herhangi bir artış gözlenmemiş, grup içi tedavi sonrası analiz sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Çalışmamızda hasta sayımızın az olması ve takip süremizin kısa olması çalışmamızın kısıtlılıklarıdır.

Sonuç

Randomize kontrollü bu çalışmada konvansiyonel tedaviye ek olarak yapılan RİUBKE tedavisinin hastaların motor fonksiyonları ve GYA'ya katılımlarında katkı sağlayabileceği görülmüştür. Çalışma süresince hastalarda ağrı dahil herhangi bir yan etki gözlenmemiştir. Tedavi süresince hastaların tedaviye katılımı ve uyumunun da oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. İnmeli hastaların rehabilitasyonunda konvansiyonel tedaviye ek olarak yapılan uygulamaların hastalık prognozu üzerine olumlu gelişmeler sağladığı bilinmektedir. Bu bilgiler ışığında ülkemiz koşullarında, ek iş gücü gerektirmeyen düşük maliyetli RİUBKE tedavisinin konvansiyonel tedavilere ek olarak uygulanması inmeli üst ekstremitte rehabilitasyonunda olumlu katkıları olabileceği düşüncesindeyiz. Bu amaçla hasta sayısının artırıldığı, uzun takip süreli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların herhangi bir çıkar dayalı ilişkisi yoktur.

Etik Onay/Hasta Onamı

Çalışmada gerçekleştirilen tüm prosedürler, kurumsal ve/veya ulusal araştırma komitesinin etik standartlarına ve 1964 Helsinki beyanına ve daha sonraki değişikliklere veya karşılaştırılabilir etik standartlara uygun olarak yapıldı. Çalışma protokolü hastanemiz Etik Kurul'u tarafından 29/11/2017 tarih GOKAEK 2017/321 proje numara 2017/167 karar no ile onaylandı.

Maddi Destek

İlgili çalışma, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Proje Birimi tarafından 2018/42HD proje numarası ile desteklenmiştir.

Yazar Katkıları

IS, MA: Fikir; IS, MA: Tasarım; MA, IS, ÇÇ: Veri Toplanması; MA, IS, ÇÇ: Kaynak Taraması; ÇÇ, MA, IS: Sonuçların Yorumlanması; IS, MA: Makale Yazılması; IS, ÇÇ: Eleştirel İnceleme; IS: Kaynaklara Fon Sağlanması

Kaynaklar

- Ingall T. Stroke-Incidence, mortality, morbidity and risk. *J Insur Med.* 2004;36:143-152.
- Brandstater EM. Stroke rehabilitation. İçinde: Delisa JA, Gans BM, ed. *Rehabilitation Medicine Principles and Practice.* Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1998:1165-1189.
- Utku U. İnme tanımı, etyolojisi, sınıflandırma ve risk faktörü. *Türk Fiz Tıp Der.* 2007;53(1):1-3.
- Walsh K. Management of shoulder pain in patients with stroke. *Postgrad Med J.* 2001;77(12):645-649. doi:10.1136/pmj.77.912.645
- Wanklyn P, Forster A, Young J. Hemiplegic shoulder pain (HSP): natural history and investigation of associated features. *Disabil Rehabil.* 1996;18(10):497-501.
- Snels IA, Beckerman H, Twisk JW, et al. Effect of triamcinolone acetone injections on hemiplegic shoulder pain: A randomized clinical trial. *Stroke.* 2000;31(10):2396-2401. doi:10.1161/01.str.31.10.2396
- Gilmore PE, Spaulding SJ, Vandervoort AA. Hemiplegic shoulder pain: implications for occupational therapy treatment. *Can J Occup Ther.* 2004;71(1):36-46. doi:10.1177/000841740407100108
- Yavuzer G, Sonel B, Tuncer S, Süldür N. İnmeli hastalarda üst ekstremit ve el fonksiyonlarının değerlendirilmesi. *Türk Fiz Tıp Der.* 2001;47(3):38-43.
- Pollock A, Farmer SE, Brady MCJ, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Systematic Review.* 2014(11):CD010820 <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010820.pub2/full> 20 Ağustos 2020'de erişildi.
- Raghavan P. Upper limb motor impairment post stroke. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2015;26(4):599-610. doi:10.1016/j.pmr.2015.06.008
- Hendricks HT, Van Limbeek J, Geurts AC, Zwarts MJ. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(11):1629-1637. doi:10.1053/apmr.2002.35473
- Nakayama H, Jørgensen HS, Raaschou HO, et al. The influence of age on stroke outcome. The Copenhagen Stroke Study. *Stroke.* 1994;25(4):808-813. doi:10.1161/01.str.25.4.808
- Mudie MH, Matyas TA. Can simultaneous bilateral movement involve the undamaged hemisphere in reconstruction of neural networks damaged by stroke? *Disability and rehabilitation.* 2000;22(1-2):23-37. doi:10.1080/096382800297097
- Waller SM, Whittall J. Bilateral arm training: why and who benefits? *NeuroRehabilitation.* 2008;23(1):29-41.
- Chollet F, DiPiero V, Wise RJS, et al. The functional anatomy of motor recovery after stroke in humans: a study with positron emission tomography. *Ann Neurol.* 1991;29(1):63-71. doi:10.1002/ana.410290112
- Stinear JW, Byblow WD. Rhythmic bilateral movement training modulates corticomotor excitability and enhances upper limb motricity poststroke: a pilot study. *J Clin Neurophys.* 2004;21(2):124-131. doi:10.1097/00004691-200403000-00008
- Cauraugh, JH, Lodha N, Naik, Summers JJ. Bilateral movement training and stroke motor recovery progress: a structured review and meta-analysis. *Hum Mov Sci.* 2010;29(5):853-870. doi:10.1016/j.humov.2009.09.004
- Summers JJ, Kagerer FA, Garry MI, et al. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: a TMS study. *J Neurol Sci.* 2007;252(1):76-82. doi:10.1016/j.jns.2006.10.011
- Whittall J, Waller SM, Silver KH, et al. Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. *Stroke.* 2000;31(10):2390-2395. doi:10.1161/01.str.31.10.2390
- Calautti C, Baron JC. Functional neuroimaging studies of motor recovery after stroke in adults: a review. *Stroke.* 2003;34(6):1553-1566. doi:10.1161/01.STR.0000071761.36075.A6
- Winstein CJ, Rose DK, Tan SM, et al. A randomized controlled comparison of upper-extremity rehabilitation strategies in acute stroke: A pilot study of immediate and long-term outcomes. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(4):620-628. doi:10.1016/j.apmr.2003.06.027
- Schaechter JD. Motor rehabilitation and brain plasticity after hemiparetic stroke. *Prog Neurobiol.* 2004;73(1):61-72. doi:10.1016/j.pneurobio.2004.04.001
- Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J, et al. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke.* 2003;34(9):2181-2186. Doi:10.1161/01.str.0000087172.16305.cd
- Ploughman M, Corbett D. Can forced-use therapy be clinically applied after stroke? An exploratory randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(9):1417-1423. doi:10.1016/j.apmr.2004.01.018
- Jørgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, et al. Neurologic and functional recovery the Copenhagen Stroke Study. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 1999;10(4):887-906. doi:10.1016/S1047-9651(18)30169-4
- Levy CE, Nichols DS, Schmalbrock PM, et al. Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper-limb stroke hemiplegia treated with constraint-induced movement therapy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2001;80(1):4-12. doi:10.1097/00002060-200101000-00003
- Ryerson SD. *Hemiplegia in Neurological Rehabilitation,* Umphred DA (ed). 4. Baskı. St. Louis: Mosby, 2001;741-789.
- Stinear CM, Barber PA, Coxon JP, et al. Priming the motor system enhances the effects of upper limb therapy in chronic stroke. *Brain.* 2008;131(5):1381-1390. doi:10.1093/brain/awn051
- Duque J, Hummel F, Celnik P, et al. Transcallosal inhibition in chronic subcortical stroke. *Neuroimage.* 2005;28(4):940-946. doi:10.1016/j.neuroimage.2005.06.033
- Stewart KC, Cauraugh JH, Summers JJ. Bilateral movement training and stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol Sci.* 2006;244(1-2):89-95. doi:10.1016/j.jns.2006.01.005
- Coupar F, Pollock A, Van Wijck F, et al. Simultaneous bilateral training for improving arm function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2010;(4):CD006432. doi:10.1002/14651858.CD006432.pub2
- Van Delden A EQ, Peper CE, Beek PJ, et al. Unilateral versus bilateral upper limb exercise therapy after stroke: a systematic review. *J Rehabil Med.* 2012;44(2):106-117. doi:10.2340/16501977-0928

33. Stoykov ME, Corcos DM. A review of bilateral training for upper extremity hemiparesis. *Occup Ther Int*. 2009;16(3-4):190-203. doi:10.1002/oti.277
34. Kang N, Cauraugh JH. Bilateral movements increase sustained extensor force in the paretic arm. *Disability and Rehabilitation*. 2018;40(8):912-916. doi:10.1080/09638288.2017.1280092
35. Richards LG, Senesac CR, Davis SB et al. Bilateral arm training with rhythmic auditory cueing in chronic stroke: not always efficacious. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(2):180-184. doi:10.1177/1545968307305355
36. Song GB. The effects of task-oriented versus repetitive bilateral arm training on upper limb function and activities of daily living in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(5):1353-1355. doi:10.1589/jpts.27.1353
37. Lee, MJ, Lee JH, Koo HM, et al. Effectiveness of bilateral arm training for improving extremity function and activities of daily living performance in hemiplegic patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2017;26(5):1020-1025. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.12.008
38. Chuang LL, Chen YL, Chen CC, et al. Effect of EMG-triggered neuromuscular electrical stimulation with bilateral arm training on hemiplegic shoulder pain and arm function after stroke: a randomized controlled trial. *J Neuroengin Rehabil*. 2017;14(1):122. doi:10.1186/s12984-017-0332-0