

## İnmeli Hastalarda Tüm Vücut Vibrasyon Tedavisinin Üst Ekstremitte Fonksiyonları Üzerine Etkisi

### The Effect of Whole Body Vibration Treatment on Upper Extremity Functions Compromised by Stroke

İlgin SADE<sup>1</sup>, Çiğdem ÇEKMECE<sup>2</sup>, Murat İNANIR<sup>1</sup>, Nigar DURSUN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi Yahya Kaptan İş ve Uğraşı MYO, Kocaeli, Türkiye

#### ÖZ

**Amaç:** İnmeli hastalarda tüm vücut vibrasyon tedavisinin (TVVT) üst ekstremitte fonksiyonları üzerine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Serebrovasküler olay (SVO) sonrası inme gelişen 43 hasta iki gruba randomize edildi: çalışma grubu ve kontrol grubu. Tüm hastaların demografik verileri, modifiye Ashworth skalasına (MAS) göre spastisite düzeyi kaydedildi. Hastaların üst ekstremitte eklem hareket açıklıkları (EHA) gonyometrik ölçüm, fonksiyonları ise Jebsen-Taylor El Fonksiyon Testi (JTFT) ile değerlendirildi. Tüm değerlendirmeler tedavi öncesi ve sonrası yapıldı. Tüm hastalara üç hafta süre ile konvansiyonel tedavi ve iş-ugraşı tedavisi uygulandı. Çalışma grubuna bu tedavilere ek olarak TVVT uygulandı.

**Bulgular:** Tüm hastaların yaş ortalaması 51,00±13,7 (18-66) yıl idi. Hastalar sırasıyla çalışma (n: 26) ve kontrol (n: 17) olarak ikiye ayrıldı. Tedavi sonrasında çalışma ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak

anlamli farklılıklar gözlemlendi. TVVT alan grupta dirsek ekstansiyon EHA derecesinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme (p=0,019) gözlemlendi. Tedavi öncesi 2 grup arasında JTFT'nin tüm parametreleri performans sürelerinde istatistiksel olarak fark yoktu (p>0,05). Tedavi sonrası çalışma grubunda JTFT'nin tüm parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme olduğu gözlenirken kontrol grubunda sadece 4 aktivitede (sayfa çevirme, küçük nesnelere kaldırma, büyük hafif nesnelere kaldırma ve büyük ağır nesnelere kaldırma) istatistiksel olarak anlamlı gelişme kaydedildi (p<0,05).

**Sonuç:** Tedavi sonrası çalışma ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi. TVVT'nin, inmeli hastaların üst ekstremitte EHA ve fonksiyonları üzerine etkili bir tedavi olduğunu düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** İnme, üst ekstremitte rehabilitasyon, iş-ugraşı, tüm vücut vibrasyon tedavisi

#### ABSTRACT

**Introduction:** In patients with neurological disorders Whole Body Vibration (WBV) has been reported to improve motor function. Our aim was to assess the effects of WBV on upper extremity function in adult stroke patients.

**Methods:** Forty-three post-stroke patients were randomly assigned to two groups: treatment group and control group. The demographic characteristics and Modified Ashworth Scale (MAS) were recorded in all patients. The plegic upper extremity range of motions (ROM) and motor functions were evaluated by goniometric measurement and Jebsen-Taylor Hand Function Test (JTHFT). All patients participated in a conventional rehabilitation program for three weeks while the treatment group also received WBV over the same period. All evaluations were performed before and after therapy.

**Results:** The median (range) age of all patients was 51.0±13.7 (18-66) years. The groups numbered 26 and 17 patients for the treatment and

control groups respectively. No significant differences were found between the two groups in the pre-treatment evaluation based on the JTHFT all scores (p>0.05). Significant improvement was found in the elbow extension ROM degree (p=0.019) for the treatment group. A statistically significant improvement was observed in all parameters of JTHFT in the treatment group after the intervention, whereas only page turning, removing small objects, removing large light objects and removing large heavy objects showed a statistically significant improvement in controls (p<0.05).

**Conclusion:** Statistically significant differences were observed between the treatment and control groups after intervention. WBV treatment is effective for the improvement of ROM and upper extremity functions in stroke patients.

**Keywords:** Stroke, upper extremity rehabilitation, occupational therapy, whole body vibration treatment

**Cite this article as:** Sade I, Çekmece Ç, İnanır M, Dursun N. İnmeli Hastalarda Tüm Vücut Vibrasyon Tedavisinin Üst Ekstremitte Fonksiyonları Üzerine Etkisi. Arch Neuropsychiatry 2021;58:189-192.

## GİRİŞ

Hemiplejik hastalarda algı, kas gücü, duyu, denge ve motor kontrol kayıpları fiziksel yetersizliğin başlıca nedenlerindedir. Literatüre göre inmeli hastaların %60'ı plejik üst ekstremitelerini günlük yaşam aktivitelerinde (GYA) kullanamamaktadır. Özellikle üst ekstremitedeki fonksiyon kayıpları hemiplejik hastaların günlük yaşamda çevresine bağımlı yaşamasına neden olmaktadır (1-3).

Tüm vücut vibrasyon tedavisi (TVVT) son yıllarda inmeli hastalarda somatosensoriyal stimülasyonun yararlı etkilerinden faydalanmak ve motor performansı arttırmak amacıyla rehabilitasyon çalışmalarında kullanılmaktadır (4-6). Mekanik vibrasyon uygulamasının tonik vibrasyon refleksini arttırdığı bunun da kasın elektriksiz aktivitesinde artışla sonuçlandığını gösteren çalışmalar mevcuttur (4,7). TVVT'nin hemiplejik hastalarda yürüme ve denge üzerine olan etkilerini gösteren çalışmalar mevcuttur (8-10). Vibrasyon uygulamasının üst ekstremitte fonksiyonları üzerine etkisini gösteren sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte (11,12), üst ekstremitenin fonksiyonel kullanımını da değerlendiren randomize kontrollü çalışmaya rastlanmamıştır.

Randomize, kontrollü bu çalışmada primer olarak üst ekstremitteye yönelik uygulanan TVVT'nin inmeli hastaların üst ekstremitte fonksiyonel kullanımı üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

Çalışmaya Üniversite hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğinde tedavi gören kırk altı kronik inmeli hasta dahil edildi. İlk kez inme geçiren hastalar basit randomizasyon tekniği ile iki gruba randomize edildi: tedavi grubu (n=26) ve kontrol grubu (n=20). Dahil edilme kriterleri aşağıdaki gibidir: inme sonrası en az 3 ay geçmiş, medikal açıdan stabil olan, denge bozuklukları açısından BBS skoru 40'dan az ve plejik taraf üst ekstremitte Brunnstrom evresi 3 ve üzeri olan 18 ile 70 yaş arasındaki hastalar. Üst ekstremitte kaslarında şiddetli spastisitesi (Modifiye Ashworth Skalası (MAS) 3 veya daha yüksek) olanlar, eklem limitasyonları (kontraktürler) olanlar; konjestif kalp yetmezliği; periferik arter hastalığı; ciddi demans; konuşma bozuklukları; omuz, dirsek veya el bileğini içeren ağrılı ortopedik durumlar ile halen titreşim tedavisi gören hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Tüm hastalardan çalışmaya katılmayı kabul ettiğine dair yazılı onam alındı. Bu çalışma Üniversite Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (KAEK 2014/103).

Tüm hastaların demografik özellikleri kaydedildi. Plejik üst ekstremitte eklem hareket açıklığı (EHA) gonyometrik ölçüm ile, motor fonksiyonları Jepsen-Taylor El Fonksiyon Testi (JTEFT) ile değerlendirildi. Tüm değerlendirmeler tedavi öncesi ve tedaviyi takip eden 3 hafta sonra yapıldı. Omuz fleksiyon, abduksiyon, dirsek ekstansiyon, fleksiyon ve el bilek ekstansiyon ve fleksiyon EHA değerlendirildi.

Tedavi grubundaki hastalara TVVT Power Plate vibrasyon platform (Performance Health Systems) ile uygulandı. Hasta tüm vücut vibrasyonu sağlayan cihazın yanına yerleştirilmiş bir taburede oturulup plejik üst ekstremitte platform üzerinde, dirsek 70-80 derece fleksiyonda, el bileği dorsifleksiyonda olacak biçimde pozisyonlandıktan sonra 2 dakika süreyle uygulama yapıldı (Şekil 1). Kaslardaki yorgunluğu önlemek amacıyla TVVT, her 60 saniyelik stimülasyondan sonra 1 dakikalık dinlenme periyodu uygulandı. Titreşimin amplitüdü 2 mm ve frekansı 35-40 Hz idi. TVVT deneyimli bir fizyoterapist gözetiminde uygulandı. TVV tedavisi 3 hafta boyunca haftada 5 kez uygulandı. Kontrol grubuna TVVT uygulanmadı. Her iki gruba omuz, dirsek ve el bileğine yönelik EHA, germe, kuvvetlendirme ve iş uğraşı terapisinden oluşan konvansiyonel tedavi programı uygulandı. Tüm hastalar 3 haftalık bir süre boyunca her iş günü rehabilitasyon merkezinde tedavi edildi. Tüm hastalar tedaviyi başarıyla tamamladı ve hastaların uyumu mükemmeldi. TVVT ile herhangi bir yan etki gözlenmedi, eğitim iyi tolere edildi.



Şekil 1. Üst ekstremitte TVV uygulaması

Tüm veriler, Sosyal Bilimler için İstatistik Programı (SPSS) 13.0 versiyonu (IBM Inc., Chicago, IL., USA) kullanılarak Mann-Whitney U testi ve Wilcoxon testi ile değerlendirildi.

## BULGULAR

Çalışmaya toplam 46 hasta dahil edildi. Kontrol grubundaki üç hasta sosyal nedenlerle çalışmayı bıraktıkları için analizimizin dışında bırakıldı. Çalışmayı toplam 43 hasta (tedavi grubu n=26, kontrol grubu n=17) tamamladı. Her iki grup arasında sosyo-demografik değişkenler açısından anlamlı fark saptanmadı (Tablo 1).

Her iki grubun tedavi öncesi omuz fleksiyon, abduksiyon; dirsek fleksiyon, ekstansiyon, el bilek ekstansiyon ve fleksiyon EHA ölçümlerinde anlamlı fark saptanmadı (Tablo 2). Tedavi sonrası sadece dirsek ekstansiyon EHA ölçümünde (p=0,019) tedavi grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı iyileşme tespit edildi (Tablo 2).

JTEFT tüm skorlarında tedavi öncesi değerlerinde iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı (p>0,005). Tedavi sonrası JTEFT'nin sayfa çevirme (p=0,320), küçük objeleri kaldırma (p=0,403), beslenme (p=0,158), tavla pulu dizme (p=0,188), büyük hafif objeleri kaldırma (p=0,412) ve büyük ağır objeleri kaldırma (p=0,649) aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Tablo 3'te tedavi ve kontrol gruplarının plejik taraf JTEFT performans süreleri verilmiştir. Bununla birlikte, TVVT grubunda JTEFT'nin

Tablo 1. Hastaların demografik verilerinin karşılaştırılması

	TVV grup (n=26)	Kontrol grup (n=17)	p
Ort yaş±SS* (yıl)	46,8±15	51,6±10	0,451
Cinsiyet n (%)	14 (%53,8) F 12 (%46,2) M	9 (%52,9) F 8 (%47,1) M	0,409
Hemiplejik taraf n (%)	17 (%65,4) R 9 (%34,6) L	11 (%64,7) R 6 (%35,3) L	0,473
Dominant el n (%)	22 (%84,6) R 4 (%15,4) L	14 (%82,4) R 3 (%17,6) L	0,576
Ort±SS* İnme süresi (ay)	34,5±25	35,5±20	0,520
İnme Etiyoloji	21 iskemik 5 hemorajik	11 iskemik 6 hemorajik	0,401

\*SS: Standard Sapma

**Tablo 2.** Hastaların plejik üst ekstremitte EHA ölçümleri

Eklem Hareket Açıklığı		Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	p**
Omuz fleksiyon	TVV grup (Ort±SS)	63,2±8,3	70±8,8	0,000
	Kontrol grup (Ort±SS)	63,8±7,4	69,1±8,1	0,000
	p*	0,879	0,723	
Omuz abduksiyon	TVV grup (Ort±SS)	70,7±7,7	78,2±9,4	0,000
	Kontrol grup (Ort±SS)	69,1±6,9	76,1±7,6	0,000
	p*	0,386	0,253	
Dirsek fleksiyon	TVV grup (Ort±SS)	87,8±7,7	97,3±7,7	0,000
	Kontrol grup (Ort±SS)	86,4±8,9	93,2±8,2	0,000
	p*	0,820	0,176	
Dirsek ekstansiyon	TVV grup (Ort±SS)	60,5±8,5	42,3±7,9	0,000
	Kontrol grup (Ort±SS)	59,4±10,1	50,2±10,3	0,000
	p*	0,810	0,019	
El bilek ekstansiyon	TVV grup (Ort±SS)	63,4±11,7	69,0±10,8	0,000
	Kontrol grup (Ort±SS)	57,3±14,3	62,6±13,7	0,000
	p*	0,168	0,121	

**Tablo 3.** Vibrasyon ve kontrol gruplarının JTEFT performans süre sonuçları

JTEFT parametreleri (saniye)		Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	p**
Simüle sayfa çevirme	TVV grup	116,6±22,5	58,3±13,6	0,000
	Kontrol grup	138,4±34,7	118,5±29,2	0,003
	p*	0,549	0,320	
Küçük objeleri kaldırma	TVV grup	178,5±29,2	114,2 ±21,5	0,000
	Kontrol grup	195,5±37,9	177,9±35,2	0,024
	p*	0,795	0,403	
Simüle beslenme	TVV grup	174,5±27,7	113,6±21,9	0,000
	Kontrol grup	197,9±37,3	194,3±38,0	0,091
	p*	0,990	0,158	
Tavla pulu dizme	TVV grup	104,0±21,4	60,6±15,4	0,000
	Kontrol grup	158,6±36,7	155,1±35,7	0,234
	p*	0,635	0,188	
Büyük hafif objeleri kaldırma	TVV grup	89,0±22,2	49,7±13,6	0,000
	Kontrol grup	126,2±34,4	116,1±31,9	0,014
	p*	0,440	0,412	
Büyük ağır objeleri kaldırma	TVV grup	139,5±28,7	92,7±22,4	0,000
	Kontrol grup	127,4±35,4	121,4±34,1	0,025
	p*	0,228	0,649	

p\*: gruplar arası

p\*\*: grup içi p değeri

**Tablo 4.** TVV ve kontrol gruplarının JTEFT Tedavi öncesi-sonrası ortalamalarının farkı (Tedavi Yanıtı)

JTEFT Parametreleri Tedavi yanıtı	Simüle sayfa çevirme	Küçük objeleri kaldırma	Simüle beslenme	Tavla pulu dizme	Büyük hafif objeleri kaldırma	Büyük ağır objeleri kaldırma
TVV grup	39,3±9,2	64,2±13,7	60,8±12,7	43,3±8,3	39,3±9,2	46,7±8,3
Kontrol grup	10,8±3,4	17,6±7,1	13,6±1,7	14,2±3,2	10,1±3,4	16,2±2,2
p	0,001	0,001	0,000	0,000	0,004	0,001

tüm parametrelerinin ortalama performans değerinde (tedavi yanıtı olarak) anlamlı iyileşme gözlenmiştir (tüm  $p=0,004$  veya  $p<0,05$ ) (Tablo 4).

## TARTIŞMA

Beslenme, hijyen ve giyinme başta olmak üzere tüm GYA'larda bağımsızlık için yeterli el ve üst ekstremitte fonksiyonları gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda inmeli hastalarda rehabilitasyon programı sonucunda kazanılan fonksiyonel bağımsızlık düzeyinin üst ekstremitte ve el motor yetersizlikleri ile büyük oranda ilişkili olduğu gösterilmiştir (15,16).

Randomize kontrollü bu çalışmada, üst ekstremitenin omuz fleksiyon-abduksiyon, dirsek fleksiyon-ekstansiyon ile el bileği ekstansiyon-fleksiyon hareketleri değerlendirilmiştir. TVV ile veya TVV olmaksızın uygulanan konvansiyonel tedavinin tüm hastaların EHA'larında iyileşme sağladığı gözlenmiştir. Omuz, elbilek ve dirsek fleksiyon EHA'larında bir fark olmamasına rağmen TVVT grubunda dirsek ekstansiyonunda anlamlı iyileşme gözlemlendi. Literatürde vibrasyon uygulamasının eklem hareket açıklığı üzerine olumlu etkilerini bildiren çalışmalar (17,18) bulunmakla birlikte inmeli hastalarda EHA üzerine etkisini gösteren kısıtlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır (11,19). Bu çalışmada literatür ile uyumlu olarak inmeli hastaların EHA'sında gelişme olduğu görülmüştür. Vibrasyon uygulamasının konvansiyonel tedavilerin EHA üzerindeki etkisini pekiştirdiği ve artırdığı düşüncesindeyiz. Tedavi grubundaki üst ekstremitte EHA'sındaki iyileşme ek olarak yapılan TVVT'nin inmeli hastanın üst ekstremitesini GYA'da daha fonksiyonel kullanabileceğini düşündürmektedir. Bu çalışmada hastaların üst ekstremitte motor fonksiyonları JTEFT ile değerlendirilmiştir (14,20). TVVT grubunda tedavi öncesi ve sonrası tüm aktivitelerde anlamlı düzelleme olurken, kontrol grubunda beslenme ve tavla pulu dizme dışındaki aktivitelerde anlamlı gelişme gözlemlendi. Ayrıca çalışma ve kontrol grupları arasında tedavi yanıtında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı. JTEFT'nin tüm parametrelerinde çalışma grubu lehine anlamlı olduğu bulundu. Çalışma grubunun JTEFT'nin her bir parametresi için tedavi öncesi/sonrası farkını (tedavi yanıtı), ilk değerlendirme verilerine oranı ile elde edilen yüzdelik sonuç ile de; en iyi iyileşmenin sayfa çevirmek (%50), daha sonra da hafif obje taşımak (%43) ve tavla pulu dizmek (%41) aktivitelerinde olduğu saptanmıştır.

Literatürde inmeli hastalarda TVVT'nin üst ekstremitte fonksiyonları üzerine etkinliğini araştıran az sayıda çalışma mevcuttur (11,21-23). Bu çalışmalarda vibrasyonun, kas aktivitesi ve kas gücü üzerine olumlu etkileri olduğu gösterilmiş ancak fonksiyonel değerlendirme yapılmamıştır. Çalışmamız, titreşim tedavisinin üst ekstremitte fonksiyonları üzerindeki etkisini değerlendiren ilk çalışmadır. Hasta sayımızın az olması, kas gücü ve tonusun değerlendirilmemiş olması çalışmamızın kısıtlılıklarıdır. Ancak bu kontrollü, klinik küçük araştırma ile inmeli hastaların tıbbi rehabilitasyon programlarına, konvansiyonel tedavilere ilave olarak TVVT uygulamasının aktif eklem hareketinde gelişmenin yanı sıra plejik üst ekstremitenin fonksiyonel kullanımını artırdığı düşüncesindeyiz. Sonuçlarımızı doğrulamak ve geliştirmek için TVV tedavisinin inme rehabilitasyonunda etkinliğini gösteren daha büyük randomize, kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Etik Kurulu (KAEK 2014/103) tarafından onaylanmıştır.

**Hasta Onamı:** Tüm hastalar çalışmaya katılmayı kabul eden bilgilendirilmiş, yazılı onay vermiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış Bağımsız

**Yazar Katkıları:** Fikir-IS, ÇÇ, Mİ; Tasarım-ÇÇ, IS, Mİ, ND; Denetleme-ÇÇ, IS; Kaynaklar-ÇÇ, ND; Malzemeler(-); Veri Toplanması ve/veya İşlemesi-ÇÇ, IS, Mİ; Analiz ve/veya Yorum-IS, ÇÇ, Mİ; Literatür Taraması-IS, ÇÇ; Yazıyı Yazan-IS, ÇÇ; Eleştirel İnceleme- IS, ÇÇ, Mİ.

**Çıkar Çatışması:** Çıkar çatışması yoktur.

**Finansal Destek:** Bu çalışma Üniversite Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Nakayama, H, Jørgensen, HS, Raaschou HO, Olsen TS. The influence of age on stroke outcome. The Copenhagen Stroke Study. *Stroke* 1994;25:808-813. [Crossref]
2. Hendricks, HT, van Limbeek J, Geurts AC, Zwarts MJ. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1629-1637. [Crossref]
3. Dursun N, Dursun E, Sade I, Cekmece C. Constraint induced movement therapy: efficacy in a Turkish stroke patient population and evaluation by a new outcome measurement tool. *Eur J Phys Rehabil Med* 2009;45:165-170.
4. Van Nes IJ, Latour H, Schils F, Meijer R, van Kuijk A, Geurts AC. Long-Term Effects of 6-Week Whole-Body Vibration on Balance Recovery and Activities of Daily Living in the Postacute Phase of Stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke* 2006;37:2331-2335. [Crossref]
5. Torvinen S, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, Kannus P. Effect of 4 minute vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. *Int J Sports Med* 2002;23:374-379. [Crossref]
6. Tihanyi TK, Horváth M, Fazekas G, Hortobágyi T, Tihanyi J. One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. *Clin Rehabil* 2007;21:782-793. [Crossref]
7. Tihanyi J, Di Giminianni R, Tihanyi, T Gyulai G, Trzaskoma L. Low resonance frequency vibration affects strength of paretic and non-paretic leg differently in patients with stroke. *Acta Physiologica Hungarica* 2010;97:172-182. [Crossref]
8. Sade I, Çekmece Ç, İnanır M, Selçuk B, Dursun N, Dursun E. The Effect of Whole Body Vibration treatment on balance and gait in patients with stroke. *Noro Psikiyatry Ars*. [Accepted for publication] [Crossref]
9. Baik SW. The effects of acute whole body vibration exercise for warm-up. *J Sport Leis Stud* 2012;49:729-736.
10. Alp A, Efe B, Adalı M, Bilgiç A, Demir Türe S, Coşkun Ş, Karabulut M, Ertem U, Günay SM. The Impact of Whole Vibration Therapy on Spasticity and Disability of Patients with Post-stroke Hemiplegia. *Rehabil Res Prac* 2018;2018:8637573. [Crossref]
11. Shirahashi I, Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Kawahira K. Functional vibratory stimulation on the hand facilitates voluntary movements of hemiplegic upper limb in a patient with stroke. *Int J Rehabil Res* 2007;30:227-230. [Crossref]
12. Boo JA, Moon SH, Lee SM, Choi JH, Park SE. Effect of whole-body vibration exercise in a sitting position prior to therapy on muscle tone and upper extremity function in stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2016;28:558-562. [Crossref]
13. Little J, Massagli T. Spasticity and associated abnormalities of muscle tone. In: Delisa AJ, Gans BM editors. *Rehabilitation Medicine Principles and Practice*. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1998. pp.997-1013.
14. Jepsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardised test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil* 1969;50:311-319.
15. Brandstater ME. Stroke rehabilitation. In: DeLisa JA, Gans BM, editors. *Rehabilitation Medicine*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. pp.1654-1675.
16. Sonel B, Tuncer S, Süldür N. İnmeli Hastalarda Üst Ekstremitte ve El Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi. *Türkiye Fiziksel Tıp Dergisi* 2001;47:38-43.
17. van den Tillaar R. Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings? *J Strength Cond Res* 2006;20:191-196. [Crossref]
18. Lim JH, Shin WS. Effects of vibration resistance exercise on strength, range of motion, function, pain and quality of life in persons with tennis elbow. *Phys Ther Rehabil Sci* 2016;5:163-169. [Crossref]
19. Kodai M, Matsumoto S, Uema T, Noma T, Ikeda K, Ohwatashi A, Kiyama R, Shimodozono M. Effect of whole body vibration on spasticity in hemiplegic legs of patients with stroke. *Top Stroke Rehabil* 2017;25:90-95. [Crossref]
20. Duff S, Shumway-Cook A, Woollacott HM. Clinical Management of the Patient with Reach, Grasp and Manipulation Disorders. In: Shumway-Cook A, Woollacott HM, editors. *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. pp.518-556.
21. Noma T, Matsumoto S, Etoh S, Shimodozono M, Kawahira K. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients. *Brain Injury* 2009;23:623-631. [Crossref]
22. Hazell TJ, Jakobi JM, Kenno KA. The effects of whole body vibration on upper and lower body EMG during static and dynamic contractions. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;32:1156-1163. [Crossref]
23. Conrad M, Scheidt R, Schmit B. Effects of wrist tendon vibration on targeted upper arm movements in poststroke hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair* 2011;25:61-70. [Crossref]