



NÖROLOJİK REHABİLİTASYONDA TÜM VÜCUT VİBRASYONUNUN KULLANIMI

**Uz. Fzt. Mehmet DURAY¹, Prof. Dr. Uğur CAVLAK²,
Doç. Dr. Nilüfer ÇETİŞLİ KORKMAZ¹, Doç Dr. Filiz ALTUĞ¹**

¹ Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, DENİZLİ

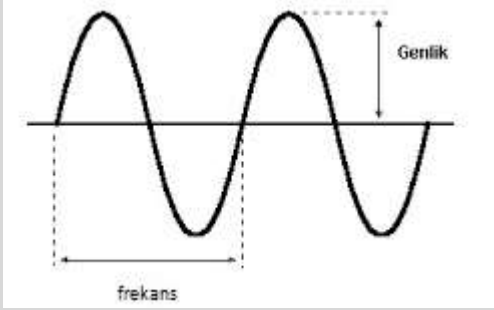
² Lefke Avrupa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, LEFKE

Tüm Vücut Vibrasyonu (TVV), vibrasyon uyarısının tüm vücudu etkilediği bir yaklaşımdır. Son yıllarda egzersiz eğitiminde sözü edilen bir uygulamadır (1). İş makinalarının kullanımından kaynaklanan mesleki vibrasyon ile egzersize bağlı vibrasyon birbirinden farklıdır. Egzersiz vibrasyonunun etki mekanizması, nörojenik potansiyalizasyona dayandırılan ve tonik vibrasyon refleksi olarak adlandırılan spinal refleks mekanizması ile açıklanabilir. Tonik vibrasyon refleksi ise kas aktivitesini artıran eksitator kas içiği cevabına neden olmaktadır (2,3).

Makine veya araç kullanımından kaynaklanan vibrasyonlar periyodik ve sinüzoidal ölçülebilir ossilatör hareketler üretirler. Günlük yaşantımızda araba, tren, otobüs seyahati gibi yolculuklar sırasında veya kayak, bisiklet sürmek, at binmek gibi spor aktivitelerinde mesleki vibrasyon olarak da tanımlanan vibrasyonun değişik türleri mevcuttur. Bu tür vibrasyonlar periyodik (sinüzoidal ve multi-sinüzoidal), non-periyodik (geçici, şok), sabit ve sabit olmayan vibrasyonlar olarak tanımlanırlar (2).

Egzersiz vibrasyonunda oluşan enerji, vibrasyon cihazından insan vücuduna transfer edilir ve vücutta reaktif güçler doğurur. Bu titreşimin genlik ve frekans olmak üzere iki bileşeni vardır. Genlik, ossilasyonun iki tepe noktası arasındaki yer değiştirme miktarını ifade eden amplitüd ile ifade edilir. Frekans ise bir saniye içerisindeki ossilasyon miktarıdır. Her iki faktör bir arada titreşimin yoğunluğunu belirler (Şekil 1) (3). Vibrasyon cihazının frekansı vücut frekansına paralel olduğunda vücutta mekanik enerji birikir. Her vücut parçası için

rezonans frekansının farklı olduğu rapor edilmiştir. Örneğin göz küresi için yaklaşık 20 Hz, baş için 18 Hz, omurga için 8 Hz, akciğer için 8 Hz ve kaslar için 7-15 Hz'dir. Bu yüzden frekans vücut pozisyonu ve kas sertliği ayarlanarak kontrol edilmelidir (2).



Şekil 1. Egzersiz vibrasyonunun bileşenleri

Vibrasyon eski Yunanlardan beri yaraların tedavisinde terapötik bir uygulama olarak kullanılmaktadır. Japonlar 16. yüzyılda perküsyon ve vibrasyonu rijit ve spazmodik kasların gevşetilmesinde kullanmışlardır. Daha modern zamanlarda Dr. John Kellogg vertebral kolonun alt ve üst parçalarına saniyede 60 vibrasyon veren vibrasyon sandalyesini geliştirmiştir (Şekil 2) (2). Günümüzde uygulanan vibrasyon ise vibrasyon platformu üzerinde genellikle dizler hafif fleksiyondayken ayakta durma pozisyonunda uygulanmaktadır. Bununla birlikte bazı basit egzersizler de cihaz üzerinde uygulanabilmektedir.



Şekil 2. İlk üretilen vibrasyon sandalyesi (2).

Tüm vücut vibrasyonu (TVV) ünitesi rotasyonel veya vertikal uyarımlarla vibrasyon sağlar. Rotasyonel vibrasyon için platform anterior-posterior ekseninde döner. Bu şekilde tahterevallinin ortasında ayakta dururken olduğu gibi sağ ve sol ayağa asenkronize güç uygulanır ve hareketin amplitüdü artırılır (Şekil 3). TVV ünitesi ayrıca vertikal ve simetrik uyarımlar vererek, aynı yönde alt ekstremitelerin uyarılmış hareketine yol açar (1). Vibrasyonun yönüne ek olarak frekans (Hz), amplitüd (mm) ve süre de TVV uygulamasının önemli parametreleridir. Çalışmalarda genellikle 25-50 Hz frekansı, 2210 mm şiddet ve 30 sn-10 dk

arası sürelerde kullanılmaktadır. Ancak fizyolojik başarıya ulaşmak için optimal parametreler tam olarak bilinmemektedir (4).



Şekil 3. Vertikal ve rotasyonel vibrasyon uyarımı.

Tüm Vücut Vibrasyonu Uygulamasının Denge ve Yürüyüş Fonksiyonlarına Etkisi

Vertikal ve horizontal ossilasyonlar üreten TVV cihazı platformu, ayak tabanına verdiği duysal stimülasyon aracılığıyla Grup Ia ve 2 afferent kas liflerini aktive ederek postüral kontrolü destekler. Vibrasyon miyotatik refleksi aktifleştirir ve kas uzunluğunda hızlı değişiklikler oluşturur. Bu özellikleri sayesinde proprioseptif fonksiyonu geliştiren uygulamanın yürüyüş, denge ve mobilite üzerine olumlu etkiler oluşturabileceği düşünülmektedir (5). Vibrasyon uygulaması ile beraber fonksiyonel performansı geliştiren (kas kuvvetlenmesi, dengenin gelişmesi ve mobilitenin kuvvetlenmesi gibi) ve insan vücudunun çeşitli seviyelerinde, düşme riskini azaltan fizyolojik ve nöromusküler değişiklikler oluşur. Artan kanıtlar 6-10 haftalık TVV uygulamasının yaşlı bireylerde düşme riskini azalttığını göstermektedir (6). TVV uygulamasının yaşlılarda ayakta kalma yeteneğinde çok önemli rol oynayan ayak bileği dorsi fleksör kuvvetini artırdığı (7) ve ayak bileği eklem hareket açıklığını artırdığı belirtilmiştir (8). Nörolojik hastalığı olan kimselerin, yaşlılarla ortak düşme risk faktörlerine sahip olduğu (dengesizlik, yürüyüş bozukluğu, kas kuvvetsizliği...) düşünüldüğünde TVV uygulamasının bu bireyler için de alternatif bir uygulama olabileceği kaçınılmazdır. Bu yüzden tekrarlı sensorimotor uyarım üreten TVV uygulaması serebral palsi (SP), multipl skleroz (MS), inme, Parkinson hastalığı (PH), spinal kord yaralanması (SKY) ve polinöropati (PNP) gibi farklı nörolojik hastalıklarda da kullanılmaktadır. Hatta vibrasyon uygulaması modüle edilerek, Parkinson hastaları için Charcot tarafından vibrasyon sandalyesi geliştirilmiştir. Son zamanlarda PH olan bireylerin vibrasyon uyarısına karşı motor semptomların iyileştiği gösterilmektedir (9). Yang V ve ark.ları TVV uygulamasının inmeli hastalarda vücut fonksiyonu, katılım ve aktiviteyi geliştirmek için etkili olduğunu, özellikle uzun dönemli TVV uygulamasının mobiliteyi

geliştirmek için tolere edilebilir ve güvenli bir modalite olabileceğini bildirmişlerdir (5). TVV uygulamasının akut etkisini inceleyen bir çalışmada 30 Hz'lik rotasyonel vibrasyon uyarısı üzerinde 4 kez yapılan 45 saniyelik ayakta durma egzersizinin bilgisayarlı postürografide ön-arka vücut salınımlarını azalttığı ve ağırlık aktarımını anlamlı olarak artırdığı bulunmuştur. Ancak düşme riskini azaltıp ve fonksiyonu artırdığına yönelik kanıt yoktur (10). Caldwell-Webster T ve ark'larının derlemesinde ise TVV uygulamasının özellikle daha genç ve EDSS skoru düşük olan MS'li hastalarda denge ve mobilite üzerine daha etkili olduğu gösterilmiştir (11). 209 MS hastasının tarandığı bir meta-analizde TVV ile yürüme enduransının arttığı ancak, kısa mesafe yürüme hızı ve dengede anlamlı değişim olmadığı belirtilmiştir. Bununla birlikte MS'li hastalarda küçük fonksiyonel değişimlerin dahi büyük değişimleri gösterdiği açıktır (12). Ebrahimi A ve ark.ları haftada 3 kez,10 haftalık düşük yoğunluklu TVV uygulamasının MS'li hastalarda EDSS düzeyini anlamlı olarak azalttığı, dengeyi ve yürüme enduransını geliştirdiği belirtilmiştir. Bununla beraber, ghrelin, leptin ve testosteronun serum seviyelerinde anlamlı bir değişime ve yorgunluk seviyesi ile yaşam kalitesinde anlamlı etkiye yol açmadığı saptanmıştır (13). Turbanski S ve ark.ları TVV uygulamasının PH olan bireylerde postüral stabiliteyi artırabileceğini bu yüzden fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları arasında yer verilebileceğini belirtmişlerdir (14). Ebersbach G ve ark.ları tarafından TVV uygulamasının denge ve yürüyüşü geliştirdiği ancak konvansiyonel egzersizlere göre daha büyük bir etkiye sahip olmadığı bulunmuştur. Bu gelişimin, postüral salınım ve yürüyüşün modifikasyonundan kaynaklanabileceği gibi TVV uygulamasının hangi mekanizmayla motor kontrol gelişimine katkı sağladığının tam olarak kanıtlanamadığını belirtmişlerdir (9).

Tüm Vücut Vibrasyonu Uygulamasının Kas Kuvvetine Etkisi

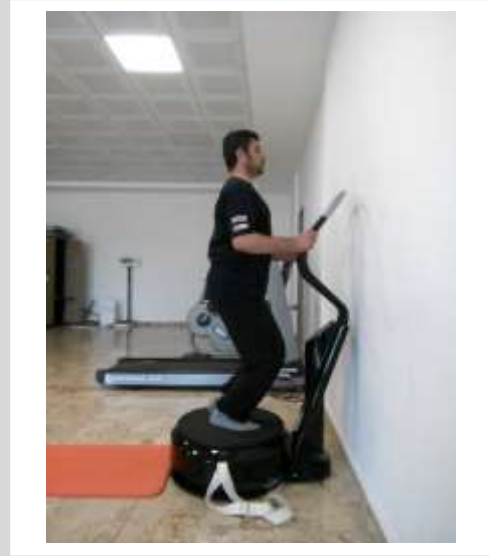
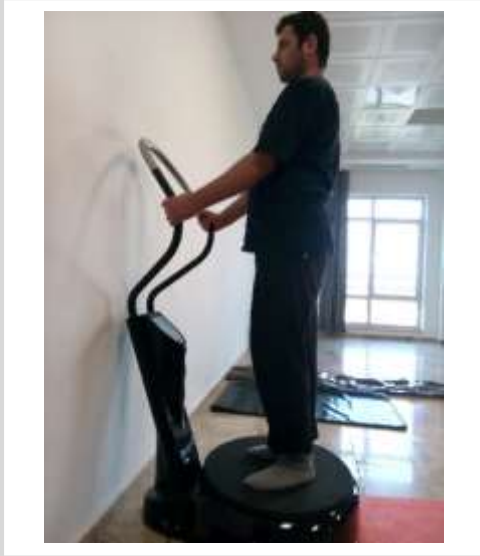
TVV uygulamasının en sık kullanım amaçlarından biri de kuvvet artışını sağlamaktır. Refleks yolla kas kasılması sağlanarak kasın motor ünite senkronizasyonu artırılır. Sağlıklı bireylerde TVV uygulaması ile farklı kas kasılma kuvvetlerinin ve gücünün artırmaktadır. Eğitim yoğunluğu kademeli olarak artırıldıkça TVV uygulamasının kas kuvvetini artırmada daha etkili olduğu gösterilmiştir. Bu etkiler, TVV uygulamasının nörolojik rehabilitasyonda kullanılması düşüncesini perçinlemiştir (15). İnmeli hastalarda tek seanslık uygulamanın diz ekstansörleri özellikle vastus lateralisin izometrik ve eksentrik gücünü %33.2-44.9 oranında anlamlı olarak artırdığı, diz fleksörleri ve ekstansörleri arasında ko-aktivasyonun daha iyi olmasını sağladığı belirlenmiştir (16). Diğer bir çalışmada ise inmeli hastalarda diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetinin yanı sıra postüral kontrolde de gelişim kaydedilmiştir. Etkilenmeyen

alt ekstremitte kaslarında ise anlamlı bir değişim gözlenmemiştir (17). TVV, MS'li hastalarda kuvveti artırarak fonksiyonel mobilitayı geliştiren bir potansiyel alternatif bir tedavidir. Genellikle squat pozisyonuna alınan hastalar, eksternal bir kuvvet yerine kendi vücut ağırlıklarıyla eğitilirler (Şekil 4). Claerbout ve ark.ları tarafından 6 farklı statik ve dinamik egzersizle yapılan 10 seanslık uygulama sonrası gluteus medius, hamstring, quadriceps ve tibialis anterior kaslarının izometrik kuvvetlerinin arttığı, ancak bu kuvvet artışının fonksiyonel mobilitaya etkisinin olmadığı gösterilmiştir (18). MS hastalarında yapılan bir meta-analizde ise TVV uygulamasının diz ekstansör kas kuvvetini artırdığı ancak diz fleksör kas kuvvetinde bir değişikliğe yol açmadığı kaydedilmiştir. Özellikle 30-40 Hz frekansın kuvvet artışına yol açtığı gösterilmiştir. TVV uygulamasının farklı etkilerinin tercih edilen TVV frekansına bağlı olabileceği düşünülmektedir (19). TVV uygulamasının inkomplet SKY'li bireylerde alt ekstremitte izometrik ve fonksiyonel kuvvetine etkisini değerlendiren ve ulaşılabilen tek çalışmada istemli izometrik quadriceps kontraksiyonun kontrol grubuna göre anlamlı olarak arttığı, fonksiyonel kuvvetin ise her iki grupta benzer olarak arttığı gözlenmiştir (20).

Tüm Vücut Vibrasyonu Uygulamasının Spastisite Üzerine Etkisi

TVV uygulamasının vibrasyon refleksini uyarmasının yanında pre-sinaptik inhibisyona neden olarak Ia motor nöron sinaptik transmisyonunu modüle ettiği, tedavi sırasında ve sonrasında H refleksini azalttığı, Transkranyal Manyetik Stimülasyon ölçümlerinde kortikomotor yol uyarılabilirliğini, intrakortikal fasilasyonu azaltarak intrakortikal inhibisyonu ve alt ekstremitte kan akımı ve sıcaklığını artırdığını gösteren kanıtlar bulunmaktadır. Termoregülasyon ve kas perfüzyonunda meydana getirdiği bu değişikliklerden dolayı yumuşak dokunun viskoelastik özelliklerini değiştirebileceği ve sağlıklı bireylerdeki alt ekstremitte esnekliğini artırdığı düşüncesinden yola çıkarak TVV uygulamasının santral sinir sistemi hasarı olan hastalarda spastisite regülasyonuna olan etkisine yönelik son dekatta dikkat çeker derecede fazla çalışma yapılmıştır. TVV ayakta durma, oturma veya uzanma pozisyonlarında kullanılabilir. Farklı pozisyonlarda oluşan mekanik hareket kas tendonu boyunda hızlı ve kısa değişiklikler oluşturur. Kuvvet = kütle x ivme ($F = m \times a$) prensibinden yola çıkarak, vibrasyon kullanımında ya kütle ya da ivme artırılarak stabilite ve kuvvet geliştirebilir (21). Huang M ve ark.larının sistematik derlemesinde TVV uygulamasının SP ve MS'li hastalarda spastisitenin azaltılması için 2b kanıt değerine sahip olduğu, inme ve spinoserebellar ataksili hastalarda ise spastisite üzerine olumlu etkilerini destekleyen kanıtın olmadığı bildirilmiştir (22). Farklı TVV uygulama

sürelerinin, farklı uygulama pozisyonlarının farklı hastalık gruplarında farklı kasların spastisitesi üzerinde farklı etkilere sahiptir. Brogardh ve ark.ları ayakta durma pozisyonunda inmeli hastalarda 6 haftalık tedavinin spastisiteyi azalttığını, ancak fonksiyonelliğe etkisinin olmadığını bildirmişlerdir (23). Miyara ve ark.ları oturma pozisyonunda yapılan 20 dk'lık TVV uygulamasının kronik inmelilerde F dalga parametreleri, Modifiye Ashworth skoru ve pasif normal eklem hareketini anlamlı olarak geliştirdiğini, etkilenmemiş tarafın F dalgalarının ise değişmediğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda komplikasyon göstermeden spastisitenin inhibe olduğu, eklem açıklığı ve yürüyüş yeteneğinin arttığı gösterilmiştir (24). Ji ve ark.larının derlemesinde SKY'li hastalarda TVV uygulamasının kas aktivasyonu ve spastisite üzerine yararlı terapötik etkileri olduğu, ancak nöromusküler fonksiyon üzerine yararlarının gösterilebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (25). SP'li çocuklarda TVV uygulamasının spastisite üzerine etkisi tam olarak ortaya konamamıştır. Çalışmalarda çok farklı dozaj uygulamaları (frekans ve şiddet) olduğundan, iyi bir etki elde etmek için gerekli optimal dozaj önerisi yapılamamaktadır (26).



Şekil 4. Farklı pozisyonlarda tüm vücut vibrasyonu uygulanması: ayakta ve yarı çömelme pozisyonları.

Tüm Vücut Vibrasyonu Uygulamasının Motor Olmayan Semptomlar Üzerine Etkisi

TVV uygulamasının kardiyovasküler cevaplar üzerine etkisi sağlıklı gençler, yaşlılar, obez kadınlar, spinal kord yaralanmalı hastalar ve inmeli hastalarda çalışılmaya başlanmıştır. Sağlıklı yetişkinlerde oksijen tüketimi ve kalp hızını artırdığı belirtilen TVV, kardiyovasküler

bir hikâyeye ve ikinci bir inme riskine sahip olan akut inme vakalarında da kardiyovasküler eğitim için güvenli bir ajan olmasından dolayı kullanılabilir. İnmeli hastaların kardiyovasküler cevapları üzerine etkisini araştıran tek çalışmada Liao ve ark.ları TVV uygulamasının inmeli hastalarda ılımlı bir kan basıncı ve kalp hızı artışına yol açtığı ancak bu artışın anlamlı olmadığı, maksimum O₂ tüketimini ise anlamlı olarak artırdığı bulunmuştur (26). SKY'li hastalarda yapılan bir çalışmada TVV uygulamasının deri kan akımını artırdığı, kas oksijenizasyonu azalttığı ve O₂ tüketiminde denge durumunu sağladığı gösterilmiştir. Oksijen tüketimini ve iskelet kas metabolizmasını artırdığı düşünüldüğünde, TVV uygulamasının SKY'li bireyler için alternatif bir egzersiz yaklaşımı olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir (27).

Spinal seviye modülasyonu refleks kas aktivasyonuna yol açarken, supraspinal seviyedeki değişimler istemli hareketle ilişkilidir. Vücuda verilen duyuşal uyarılar subkortikal ve kortikal bölgelerde birleştirilir. Mileva ve ark.ları tarafından 2009 yılında TVV üzerinde yapılan squat egzersizlerinin intrakortikal modülasyonla eş zamanlı kortikal fasilitasyona yol açtığı ve vibrasyon sonrası spinal eksitabilitenin %50 oranında azaldığı bulunmuştur (28). Gençlerde ise kutanöz duyarlılığı azaltırken, eklem pozisyon hissinde anlamlı değişikliğe yol açmadığı saptanmıştır (29). Kemoterapiye bağlı PNP'li bireylerde TVV uygulamasının hastalığın progresyonunu yavaşlattığı, alınan doz miktarını azalttığı ve yaşam kalitesini artırdığı tespit edilmiştir (30).

Literatürde özellikle sağlıklı ve yaşlı bireyleri içeren gruplarda çok sık araştırılmış olan TVV uygulamasının nörorehabilitasyon alanında kullanılmaya başlanmasıyla tüm vücuda vibrasyon uyarısına maruz bırakmanın nörolojik hasta grubunda da birçok sistem üzerine olumlu etkileri de gözlenmeye başlanmıştır. Vibrasyon platformu üzerinde yapılan egzersizlerin çeşitlendirilebilmesinden dolayı, TVV uygulamasının nörorehabilitasyon alanındaki gelişmelere büyük güç katacağı aşikârdır. Bununla birlikte her ne kadar yapılan çalışma sayısı az olsa da ileriye yönelik kullanımının ve yayın sayısının artması beklenmektedir.

Kaynaklar

1. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, et al. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(10):1794-1800.
2. Cochrane DJ. The effect of vibration exercise on muscle physiology and muscular performance. Palmerston North, Massey University, Doctoral thesis, 2010.
3. Pekeşen Kurtça M. Kronik Diz Osteoartrit Tedavisinde Tüm Vücut Vibrasyonu, Dirençli Egzersiz ve Ev Programının Etkinliğinin Karşılaştırılması. Denizli, Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2017.
4. Link. <http://lermagazine.com/article/whole-body-vibration-neuro-rehab-applications>
5. [Yang X](#), [Wang P](#), [Liu C](#), et al. The effect of whole body vibration on balance, gait performance and mobility in people with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2015; 29(7):627-38. doi: 10.1177/0269215514552829. Epub 2014 Oct 13.
6. [Yang F](#), [Finlayson M](#), [Bethoux F](#), et al. Effects of controlled whole-body vibration training in improving fall risk factors among individuals with multiple sclerosis: A pilot study. *Disabil Rehabil.* 2018 Mar;40(5):553-560. doi: 10.1080/09638288.2016.1262466. Epub 2016 Dec 15.
7. Mahieu NN, Witvrouw E, Van de Voorde D, et al. Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training. *J Athletic Training.* 2006; 4: 286–293.
8. Yang F, King GA, Dillon L, et al. Controlled whole-body vibration training reduces risk of falls among communitydwelling older adults. *J Biomech.* 2015; 48: 3206–3212.
9. [Ebersbach G](#), [Edler D](#), [Kaufhold O](#), et al. Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008; 89(3): 399-403. doi: 10.1016/j.apmr.2007.09.031.
10. van Nes IJ, Geurts AC, Hendricks HT, et al. Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients: preliminary evidence. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004; 83(11): 867-873.
11. [Castillo-Bueno I](#), [Ramos-Campo DJ](#), [Rubio-Arias JA](#). Effects of whole-body vibration training in patients with multiple sclerosis: A systematic review. *Neurologia.* 2018; 33(8): 534-548. doi: 10.1016/j.nrl.2016.04.007. Epub 2016 Jul 19.

12. [Kantele S](#), [Karinkanta S](#), [Sievänen H](#). Effects of long-term whole-body vibration training on mobility in patients with multiple sclerosis: A meta-analysis of randomized controlled trials. [J Neurol Sci](#). 2015; 15: 358(1-2):31-7. doi: 10.1016/j.jns.2015.09.357. Epub 2015 Sep 25.
13. Ebrahimi A, Eftekhari E, Etemadifar M. Effects of whole body vibration on hormonal & functional indices in patients with multiple sclerosis. [Indian J Med Res](#). 2015; 14 (4): 450-458.
14. [Turbanski S](#), [Haas CT](#), [Schmidtbleicher D](#), et al. Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's disease. [Res Sports Med](#). 2005 Jul-Sep;13(3):243-56.
15. [Ahlborg L](#)¹, [Andersson C](#), [Julin P](#). Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. [J Rehabil Med](#). 2006; 38(5): 302-8.
16. [Tihanyi TK](#), [Horváth M](#), [Fazekas G](#), et al. One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. [Clin Rehabil](#). 2007; 21(9): 782-93.
17. [Tankisheva E](#), [Bogaerts A](#), [Boonen S](#), et al. Effects of intensive whole-body vibration training on muscle strength and balance in adults with chronic stroke: a randomized controlled pilot study. [Arch Phys Med Rehabil](#). 2014; 95(3): 439-46. doi: 10.1016/j.apmr.2013.09.009. Epub 2013 Sep 22.
18. [Claerbout M](#), [Gebara B](#), [Ilsbroucx S](#), et al. Effects of 3 weeks' whole body vibration training on muscle strength and functional mobility in hospitalized persons with multiple sclerosis. [Mult Scler](#). 2012; 18(4): 498-505. doi: 10.1177/1352458511423267. Epub 2011 Nov 14.
19. [Kang H](#), [Lu J](#), [Xu G](#). The effects of whole body vibration on muscle strength and functional mobility in persons with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. [Mult Scler Relat Disord](#). 2016; 7:1-7. doi: 10.1016/j.msard.2016.02.008. Epub 2016 Feb 8.
20. [Bosveld R](#), [Field-Fote EC](#). Single-dose effects of whole body vibration on quadriceps strength in individuals with motor-incomplete spinal cord injury. [J Spinal Cord Med](#). 2015; 38(6): 784-91. doi: 10.1179/2045772315Y.0000000002. Epub 2015 Feb 9.

21. [Sá-Caputo DC](#), [Costa-Cavalcanti R](#), [Carvalho-Lima RP](#), et al. Systematic review of whole body vibration exercises in the treatment of cerebral palsy: Brief report. *Dev Neurorehabil.* 2016; 19(5): 327-33. doi: 10.3109/17518423.2014.994713. Epub 2015 Mar 31.
22. [Huang M](#), [Liao LR](#), [Pang MY](#). Effects of whole body vibration on muscle spasticity for people with central nervous system disorders: a systematic review. *Clin Rehabil.* 201; 31(1): 23-33. doi: 10.1177/0269215515621117. Epub 2016 Jul 11.
23. Karabudak R, Dahdaleh M, Aljumah M, et al. Functional clinical outcomes in multiple sclerosis: current status and future prospects. *Mult Scler Relat Disord* 2015; 4: 192-201.
24. [Miyara K](#), [Matsumoto S](#), [Uema T](#), et al. Effect of whole body vibration on spasticity in hemiplegic legs of patients with stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2018; 25(2): 90-95. doi: 10.1080/10749357.2017.1389055. Epub 2017 Oct 16.
25. [Ji Q](#), [He H](#), [Zhang C](#), et al. Effects of whole-body vibration on neuromuscular performance in individuals with spinal cord injury: a systematic review. *Clin Rehabil.* 2017; 31(10): 1279-1291. doi: 10.1177/0269215516671014. Epub 2016 Sep 29.
26. [Liao LR](#), [Ng GY](#), [Jones AY](#), et al. Cardiovascular Stress Induced by Whole-Body Vibration Exercise in Individuals With Chronic Stroke. *Phys Ther.* 2015; 95(7): 966-77. doi: 10.2522/ptj.20140295. Epub 2015 Jan 15.
27. [Yarar-Fisher C](#), [Pascoe DD](#), [Gladden LB](#), et al. Acute physiological effects of whole body vibration (WBV) on central hemodynamics, muscle oxygenation and oxygen consumption in individuals with chronic spinal cord injury. *Disabil Rehabil.* 2014; 36(2): 136-45. doi: 10.3109/09638288.2013.782358. Epub 2013 May 7.
28. [Krause A](#), [Gollhofer A](#), [Freyler K](#), et al. Acute corticospinal and spinal modulation after whole body vibration. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2016; 16(4): 327-338
29. Pollock RD, Provan S, Martin FC, et al. The effects of whole body vibration on balance, joint position sense and cutaneous sensation. *Eur J Appl Physiol* 2011; 111: 3069–3077 DOI 10.1007/s00421-011-1943-y.
30. [Streckmann F](#), [Balke M](#), [Lehmann HC](#), et al. The preventive effect of sensorimotor- and vibration exercises on the onset of Oxaliplatin- or vinca-alkaloid induced peripheral neuropathies - STOP. *BMC Cancer.* 2018 Jan 10;18(1):62. doi: 10.1186/s12885-017-3866-4.

TFD NÖROLOJİK FİZYOTERAPİ GRUBU

adına

**Uz. Fzt. Mehmet DURAY, Prof. Dr. Uğur CAVLAK,
Doç. Dr. Nilüfer ÇETİŞLİ KORKMAZ, Doç Dr. Filiz ALTUĞ**

tarafından hazırlanmıştır.

www.norofzt.org