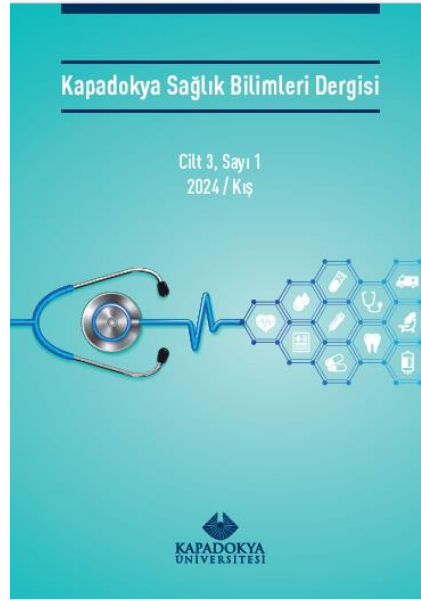




Cilt 3/ Sayı 1/ Aralık 2024

Derleme Makale

Multipl Skleroz Rehabilitasyonunda Tüm Vücut Vibrasyon Uygulaması

Tansu KUŞ¹, Arzu GÜÇLÜ GÜNDÜZ²

1 Öğr. Gör., Kapadokya Üniversitesi, Kapadokya Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Programı, Nevşehir, Türkiye. ORCID: 0000-0001-8416-1896

2 Prof. Dr, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye. ORCID: 0000-0001-8464-1929

*Corresponding author: tansu.kus@kapadokya.edu.tr / tansukus@gmail.com

Kuş, T., & Güçlü Gündüz, A. (2024). Multipl skleroz rehabilitasyonunda tüm vücut vibrasyon uygulaması. *Kapadokya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 419-431. DOI: <https://doi.org/10.58241/ksbd.34>

Received/Gönderilme tarihi: 13.10.2024; Accepted/Kabul tarihi: 08.12.2024; Publication/Yayın tarihi: 28.01.2025

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



Whole Body Vibration Training in Multiple Sclerosis Rehabilitation

Abstract

Multiple Sclerosis (MS), an autoimmune disease of the central nervous system, causes functional disorders in the sensory-perceptual and motor systems responsible for the control of balance and mobility. The decrease in postural stability in individuals with MS causes limitations in balance-related activities in daily life and decreases the quality of life. During the chronic course of the disease, technology-based physiotherapy approaches should be used together with exercise methods in the development of balance and mobility. Whole-body vibration (WBV) is one of the methods used in physiotherapy and rehabilitation to improve postural control, balance and muscle strength. On the other hand, the effects of WBV training in individuals with MS have not been studied sufficiently. This review aims to examine the effects of WBV on different functional systems in individuals with MS.

Keywords: Multiple sclerosis, Physiotherapy, Rehabilitation, Vibration

Multipl Skleroz Rehabilitasyonunda Tüm Vücut Vibrasyon Uygulaması

Öz

Merkezi sinir sisteminin otoimmün hastalığı olan Multipl Skleroz (MS), denge ve mobilitenin kontrolünden sorumlu duyu-algı ve motor sistemlerde fonksiyonel bozukluklara neden olmaktadır. MS'li bireylerde postüral stabilitenin azalması günlük yaşamda denge ile ilişkili aktivitelerde yetersizliklerin ortaya çıkmasına ve yaşam kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Hastalığın kronik seyri boyunca denge ve mobilitenin geliştirilmesinde egzersiz metotları ile teknoloji temelli fizyoterapi yaklaşımlarının kullanılması önerilmektedir. Tüm vücut vibrasyon (TVV) uygulaması postüral kontrol, denge ve kas gücünü geliştirmek amacı ile fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında kullanılan yöntemlerden biridir. Diğer taraftan, MS'li bireylerde TVV uygulamasının etkilerinin yeterince incelenmediği görülmektedir. Bu derleme ile MS'li bireylerde TVV uygulamasının farklı fonksiyonel sistemler üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Fizyoterapi, Multipl skleroz, Rehabilitasyon, Vibrasyon

GİRİŞ

Multipl Skleroz (MS), merkezi sinir sisteminin inflamatuvar, demiyelinizan, otoimmün, nörodejeneratif bir hastalıktır (Hauser & Cree, 2020). MS'te en sık görülen klinik belirtiler; denge ve yürüme bozuklukları, koordinasyon kaybı, görme bozuklukları, yorgunluk, depresyon ve kognitif bozukluklardır (Ozkul vd., 2020). Sağlıklı bir bireyde dengenin sağlanması ve sürdürülmesi vestibüler, somatosensori ve vizüel sistemden gelen impulsların etkileşimi ile gerçekleşmektedir (Yang & Liu, 2020). MS, dengeyi sağlayan bu üç sistemin nöral bağlantılarını etkileyerek postüral instabiliteye neden olmaktadır (Cetisli Korkmaz vd., 2018). MS'li bireylerde yürüme sırasında oluşan postüral kontrol yetersizliği, bireylerin günlük yaşam aktivitelerinin kısıtlanmasına ve yaşam kalitesinin olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır (Campbell et al., 2014). Bozulmuş denge MS'de düşme riskini artıran predispozan bir faktör olarak kabul edilmektedir (Comber et al., 2018). Postüral kontrol ve dengenin bozulmaya başlaması, bireylerin %46'sında altı ay içinde düşme ile sonuçlanmaktadır (Beghi et al., 2018).

Bu nedenle, MS’de fizyoterapi ve rehabilitasyonun en önemli hedeflerinden biri dengeyi geliştirmek ve korumak olmaktadır. Bu hedef ile pek çok egzersiz metodu ve teknoloji temelli yaklaşım rehabilitasyonda önemli yer tutmakta ve yaygın olarak kullanılmaktadır.

Teknoloji temelli yaklaşımlar arasında Tüm Vücut Vibrasyon (TVV) uygulaması, postüral kontrol ve dengeyi geliştirmeyi hedefleyen yaklaşımlardan biri olarak dikkat çekmektedir. TVV, nöromüsküler performansın artırılmasında, kas kuvvetinin, dengenin ve yürüyüş mekaniğinin iyileştirilmesinde etkili olduğu gösterilen bir uygulamadır (Newhart et al., 2019). TVV uygulamasında bireylerden belirli bir frekans, genlik ve salınım büyüklüğünde titreşen bir platform üzerinde dizler hafif fleksiyonda iken ayakta durması, farklı bir pozisyonu koruması veya egzersiz yapması istenmektedir (Cardinale & Bosco, 2003).

Klinik ortamda osteoporozlu hastalarda kemik mineral yoğunluğunu artırmak amacıyla kullanılmaya başlanan TVV’nin, sonrasında yaşlı yetişkinler gibi inaktif bireylerde kas gücünü ve nöromüsküler aktivasyonu geliştirmek (Cardinale & Wakeling, 2005), fibromiyalji sendromu olan hastalarda ağrı ve yorgunluğu azaltmak (Alentorn-Geli et al., 2008) ve Parkinsonlu hastalarda yürüyüş mekaniğini iyileştirmek hedefleriyle de kullanıldığı görülmektedir (Ebersbach, et al., 2005). Yapılan çalışmalarda TVV eğitiminin farklı nörolojik hastalıklarda ve yaşlı bireylerde hem motor hem duyuusal performansı artırarak, denge ile ilişkili aktiviteleri geliştirdiği gösterilmiştir (In et al., 2018; Ko et al., 2017; Uhm & Yang, 2017).

Bu derlemede, TVV’nin MS’de denge, yürüme, kas kuvveti, duyu, tonus ve yorgunluk üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar sistemli bir şekilde incelenerek sunulmaktadır.

YÖNTEM

Tarama, Ocak 2024-Şubat 2024 tarihleri arasında PubMed, ScienceDirect, Google Scholar olmak üzere 3 elektronik veri tabanı kullanılarak yapılmıştır. “Multiple sclerosis”, “rehabilitation”, “physiotherapy”, “whole body vibration”, “vibration” anahtar kelimeleri kullanılarak TVV ve MS ile bağlantılı çalışmalar bulunmuştur. Derlemeye kontrol grubu olan klinik çalışmalar dahil edilmiştir; kontrol grubu olmayan ve vücudun bir bölgesi ile sınırlandırılmış lokal vibrasyon uygulaması yapan çalışmalar ise dışlanmıştır. Bu kriterlere uyan 9 çalışma bulunmuş olup bu derlemede incelenmektedir.

Denge ve Yürüme

MS’de denge bozukluğu ile mücadelede egzersiz temelli pek çok fizyoterapi yaklaşımı kullanılmakta ve bu yaklaşımların dengeyi geliştirdiği bilinmektedir. Bu egzersiz metodları ile kullanılabilecek bir metot olarak düşünülen TVV’nin faydalı olabildiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda TVV’nin dengeyi ve yürümeyi geliştirmesinin altında yatan

mekanizmanın kas içiği aktivitesindeki artış ile ilişkili olduğuna işaret edilmektedir (Alguacil Diego et al., 2012; Krause et al., 2019).

TVV uygulamasında vibrasyon dalgaları platformla temas eden ekstremiteler boyunca iletilir ve eklemlere gönderilir. Böylece, “kemik-kas ve sinir” serisi bağlantısı kurulur (Jaime et al., 2019). Vibrasyon dalgası ekleme ulaştığında eklem çevresindeki kaslar ve tendonlar hafif ve hızlı bir şekilde gerilir, hızlı germe kas içiğinin uyarılmasına, germe refleksinin aktive olmasına, daha fazla motor ünitenin ateşlenmesine ve kasın refleks olarak kasılmasına neden olur. Bu mekanizma vibrasyon uygulaması ile postüral kontrolün gelişmesini açıklayan mekanizmalardan biridir (Liu et al., 2022; Marín et al., 2015).

Bu mekanizmayı temel alarak yapılan çalışmalardan birinde Krause ve arkadaşları (ark.), orta şiddetli etkilenime sahip (Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği [EDSS] skoru: $5,6 \pm 0,8$) 15 MS’li bireyde 23-30 Hz. frekans, 40-60 sn, durasyon ve 60 sn dinlenme süresi ile TVV uygulamışlardır. Altı hafta süren bu çalışmada bireylerden vibrasyon uygulaması sırasında squat, dik pozisyondayken öne doğru eğilme ve sandalyeden kalkma egzersizlerini yapmaları istenmiştir. Araştırmacılar çalışma sonunda postüral salınımların azaldığını tespit etmiştir (Krause et al., 2019).

Alguacil Diego ve ark. ise EDSS’si ortalama 4,1 olan 34 MS’li bireyi dahil ettikleri randomize kontrollü çalışmaları ile TVV’nin uygulanan ani pertürbasyonlardan sonra dik postürü geri kazanmada reaksiyon süresini azalttığını göstermişlerdir. Bu çalışmada TVV frekansının 6 Hz., amplitüdün 3 mm, durasyon ve dinlenme süresinin ise 60 sn olduğu ve ardışık 5 gün boyunca uygulandığı görülmektedir. Bu çalışmada bireylerden Krause ve ark.’nın çalışmasındakinin aksine TVV süresince statik squat pozisyonunda durmaları istenmiş ve uygulama 5 kez tekrarlanmıştır. Bireylerin ani pertürbasyonlara verdiği refleks motor cevapların Motor Kontrol Testi ile değerlendirildiği bu çalışmada, reaksiyon süresinin sadece vibrasyon grubunda geliştiği gösterilmiştir. Sonuç olarak, TVV’nin denge ve postürün sürdürülebilmesini sağlayabilecek terapötik bir araç olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (Alguacil Diego et al., 2012).

Schuhfried ve ark. 12 MS’li bireyde (EDSS: $3,9 \pm 0,8$) TVV’nin postüral kontrol, denge ve mobilite üzerine akut etkisini inceledikleri randomize kontrollü pilot çalışmada, bireylerden squat pozisyonunda statik olarak durmaları istenmiş ve uygulama bu pozisyonunda 5 kez tekrarlanmıştır. Çalışmada kullanılan vibrasyon parametreleri ise frekans: 2,0-4,4 Hz., amplitüd: 3 mm, durasyon ve dinlenme süresi 60 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda MS’li bireylerde tek seanslık TVV uygulaması sonrası Zamanlı Kalk ve Yürü Testi

ile değerlendirilen fonksiyonel mobilitenin sadece vibrasyon grubunda geliştiği gösterilmiştir (Schuhfried et al., 2005).

Başka bir çalışmada Hilgers ve ark., 60 MS'li bireyde (EDSS: $3,3 \pm 1,5$) standart rehabilitasyon programına ek yapılacak TVV uygulamasının fiziksel fonksiyona etkisini randomize kontrollü bir çalışmada incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan vibrasyon parametreleri; frekans: 30 Hz., amplitüd: 1-2 mm, durasyon: 60 sn ve dinlenme süresi: 30-5 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Üç hafta boyunca haftada 3 kez uygulanan konvansiyonel egzersizlere ek statik squat pozisyonunda uygulanan TVV ile yürüme enduransında sadece vibrasyon grubunda artış olduğu tespit edilmiştir (Hilgers et al., 2013).

Yukarıda belirtilen çalışmaların aksine Wolfsegger ve ark., TVV'nin MS'li bireylerde yürüme fonksiyonu üzerine etkisinin olmadığını göstermişlerdir. 18 MS'li bireyin (EDSS: $2,5 \pm 1,0$) dahil edildiği bu randomize kontrollü çalışmada, 3 haftalık bir TVV uygulaması yapılmıştır. TVV uygulamasında bireylerden squat pozisyonunda statik olarak durmaları istenmiş ve her hafta TVV uygulamasına yönelik vibrasyon parametreleri kademeli olarak artırılmıştır. 1. hafta: frekans: 2,5–3,0 Hz, set sayısı: 5, durasyon: 45 sn, setler arası dinlenme: 60 sn; 2. hafta: frekans: 3,5–4,0 Hz, set sayısı: 6, durasyon: 60 sn, setler arası dinlenme: 45 sn; 3. hafta: frekans: 4,5–5,0 Hz, set sayısı: 7, durasyon: 60 sn, setler arası dinlenme: 30 sn. olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Yürüme fonksiyonunun, yürüme analizi ve Zamanlı Kalk ve Yürü Testi ile değerlendirildiği bu çalışma sonucunda yürüme parametrelerinde (hız, adım uzunluğu) ve fonksiyonel mobilitede gelişme bulunmamıştır (Wolfsegger et al., 2014).

Benzer şekilde, Broekmans ve ark. da TVV'nin MS'li bireylerde mobilite üzerine etkisinin olmadığını göstermişlerdir. EDSS'nin ortalama $4,3 \pm 0,2$ olduğu 25 MS'li bireyin dahil edildiği randomize kontrollü çalışmada bireylere 20 hafta boyunca (5 seans/2 hafta) toplamda 50 seanslık TVV uygulaması yapılmıştır. Çalışmada kullanılan vibrasyon parametreleri; frekans: 25-45 Hz., amplitüd: 2,5 mm, set sayısı: 1-3, durasyon: 30-60 sn ve dinlenme süresi 120-30 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Bireyler vibrasyon platformunda squat ve lunge egzersizlerini ilk 10 hafta statik, son 10 hafta dinamik şekilde yapmışlardır. Fonksiyonel mobilitenin Zamanlı Kalk ve Yürü Testi, 2 Dakika Yürüme Testi ve 25 Adım Yürüme Testleri ile değerlendirildiği bu çalışma sonucunda bireylerde yürüme becerisi ve fonksiyonel mobilitede gelişme olmadığı görülmüştür (Broekmans et al., 2010).

Sonuç olarak elde edilen veriler MS'li bireylerde TVV'nin denge ve mobilite üzerine etkilerinin net olmadığını göstermektedir. Uygulama protokolü bir uygulamanın potansiyel faydasını etkileyebilecek en önemli faktörlerden biridir. TVV uygulaması da birden çok parametrenin (frekans, amplitüd, durasyon, set sayısı ve benzeri) ayarlanmasını gerektirmektedir. Bu

çalışmalar dikkatle incelendiğinde TVV uygulama protokollerinin birbirinden oldukça farklı olduğu görülmektedir (Tablo 1). Bu durum TVV'nin denge ve yürüme üzerine etkilerini açıkça görmemizi engellemektedir. Çalışmaların örneklem büyüklüklerinin düşük olması ve çalışmalara dahil edilen MS'li bireylerin EDSS skorunun farklılığı da bu duruma gösterilebilecek diğer nedenlerdendir. Wolfsegger ve ark.'nın çalışmasında bireylerin EDSS skorunun diğer çalışmalara göre daha düşük olduğu bunun da sonuçları etkileyen önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir.

Çalışmalardaki farklılıklar ele alındığında dikkat çeken diğer bir konu da sadece bir çalışmada TVV'nin rutin fizyoterapi programına ek olarak uygulanmış olmasıdır. Diğer çalışmalarda ise TVV tek başına bir tedavi modalitesi olarak uygulanmıştır. Fizyoterapistlerin MS gibi kronik progresif bir hastalıkta TVV'yi tek bir modalite olarak düşünmemesi, egzersizin kanıtlarla gösterilen potansiyel faydaları ile kombine etmesi önerilmektedir. Bu nedenle egzersiz eğitimine ek olarak uygulanan TVV'nin egzersizin etkilerini artırabilme potansiyelinin incelenmesinin önemli olacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak, TVV'nin denge ve mobilite üzerine etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için standart bir uygulama protokolünün oluşturulmasına ve bunun için de TVV'nin uzun dönem etkilerinin incelendiği, kanıt düzeyi yüksek çok sayıda çalışmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Kas Kuvvet ve Enduransı

MS'de kas kuvvetindeki azalma farklı klinik tablolarla karşımıza çıkmakta ve hastalığın seyri boyunca da değişebilmektedir (Hauser & Cree, 2020). Monoparazi, hemiparazi tablosu en sık karşılaşılan tablo olsa da hastalarda genel kas kuvvet ve enduransının hastalığın erken evrelerinde bile hem nörolojik tutulumla hem de artan hareketsizlikle azaldığı ve bunun denge ve yürümeyi etkilediği bilinmektedir (Comber et al., 2018).

TVV'nin MS'li bireylerde kas gücünü artırabilecek bir uygulama olabileceği hipotezi ile yola çıkan çalışmaların, kasta vibrasyon uyarısı ile oluşan refleks kasılmanın, istemli kas kasılması ile birleştiğinde motor ünitelerin senkronizasyonunda bir artışa yol açacağı, böylece kas kuvvetinin artabileceği bilgisine dayandığı görülmektedir (Martin & Park, 1997; Mester et al., 2006; Park et al., 2022; Rittweger et al., 2003).

Broekmans ve ark.'nın yukarıda da anlatılan çalışmalarında araştırmacılar, MS'de istemli kasılmalar sırasında motor ünitelerin tam olarak aktive olamadığını, maksimum motor ünite ateşleme hızının ve ortalama kas lifi kesit alanının azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada izokinetik dinamometre ile değerlendirilen sağ üst bacak fleksör ve ekstansör kaslarının güç ve enduransının TVV ile gelişmediği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bazı limitasyonlarının olduğunu, bireylerin sadece sağ bacak kaslarının değerlendirilmiş olmasının yetersiz olduğunu

ve kapalı kinetik halka içinde uygulanan TVV için kas güç ve enduransını yine bu pozisyonda değerlendirmenin daha doğru olacağını bildirmişlerdir (Broekmans et al., 2010).

Claerbout ve ark., TVV'nin MS'li bireylerde alt ekstremita kas gücü üzerine etkisini inceledikleri randomize kontrollü çalışmaya, hastanede yatarak tedavi gören ve EDSS'nin ortalama 5,5 olduğu 55 MS'li bireyi dahil etmişlerdir. Bireylere 3 hafta boyunca toplamda 10 seanslık TVV uygulaması yapılmıştır. Vibrasyon platformunda bireylere, statik ve dinamik olarak unipodal ve bipodal squat, lunge ve ayak parmak uçlarında durma olmak üzere altı egzersiz yaptırılmıştır. Kullanılan vibrasyon parametrelerinden amplitüd 1,6 mm olarak sabit kalırken diğer parametreler kademeli olarak artırılmıştır. Sırasıyla vibrasyon durasyonu 30-45-60 sn'ye, vibrasyon frekansı 30-35-40 Hz'e ve egzersizler arasındaki dinlenme süresi 30-45-60 sn'ye çıkarılmıştır. Çalışmada tibialis anterior, gluteus medius, hamstring, quadriceps kaslarının gücü el dinamometresi ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda MS'li bireylerde TVV'nin hamstring ve quadriceps kas gücünü artırdığı gösterilmiştir (Claerbout et al., 2012).

Abbasi ve ark. ise denge ve postüral kontrolün devamında önemli rolü olan core kaslarına odaklanmışlar ve TVV'nin MS'li bireylerde core kas gücü ve enduransına etkisini incelemişlerdir. Randomize kontrollü bu çalışmaya EDSS $1,54 \pm 0,92$ olan 50 MS'li birey dahil edilmiştir. Müdahale grubuna 6 hafta boyunca haftada 3 kez, dizler 20° fleksiyonda statik postürde TVV uygulaması yapılmıştır. Çalışmada kullanılan vibrasyon parametreleri; frekans: 20 Hz., amplitüd: 2 mm, set sayısı: 5, durasyon: 30-60 sn ve dinlenme süresi 60 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Gövde fleksörlerinin, ekstansörlerinin ve lateral fleksörlerinin gücü dinamometre ile core kaslarının dayanıklılığı ise core endurans testleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda MS'li bireylerde TVV'nin core kas gücü ve enduransını anlamlı düzeyde artırdığı gösterilmiş olup, MS hastalarının rehabilitasyon programlarında dengenin ve ekstremita hareketlerinin temeli olan core kas gücü ve enduransının geliştirilmesinde TVV'nin uygulanması önerilmiştir (Abbasi et al., 2019).

Duyu

MS'li bireylerde erken evrede bile ayak ve ayak bileği çevresindeki hafif dokunma, vibrasyon ve iki nokta diskriminasyon duyularının benzer yaştaki bireylere göre azaldığı gösterilmiştir (Citaker et al., 2011). Hastalığın ilerlemesi ile hipoestezi, hiperestezi ve özellikle propriosepsiyon kaybı denge ve yürümeyi bozan faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Engel et al., 2021; Scherder et al., 2018).

Propriyosepsiyon ve vibrasyon duyularının her ikisinin de medulla spinalisin dorsal kolonunda taşınması nedeni ile MS'li bireylerde propriyosepsiyonun nicel olarak değerlendirilmesinde

vibrasyon duyusunun kullanıldığı bilinmektedir (Fritz et al., 2019; Newsome et al., 2011). Dolayısı ile vibrasyon uyarısı hem vibrasyon hem proprioepsiyon duyusu ile ilişkili reseptörleri uyarabilir diye düşünülmektedir. Somatosensoriyel uyarının da beyin plastisitesini artırdığı düşünüldüğünde TVV uygulamasının MS’de duyu ile birlikte postüral kontrolü geliştirmede katkı verebileceği sonucu çıkmaktadır (Johansson, 2000). Bu fikirden yola çıkan çalışmalar incelendiğinde, MS’li bireylerde TVV uygulamasının etkilerini inceleyen sadece bir çalışmaya rastlanmaktadır.

Schyns ve ark.’nın, TVV’nin MS’li bireylerde tonus, kas kuvveti, duyu ve fonksiyonel performans üzerine etkisini inceledikleri bu randomize çapraz pilot çalışmaya, Hauser Ambulasyon İndeksi 1-6 arasında olan 16 MS’li birey dahil edilmiştir. Çalışmada ilk gruptaki bireylere önce 4 hafta boyunca haftada 3 kez egzersiz programı ile kombine TVV uygulanmış, bireyler 2 hafta dinlendirildikten sonra ise aynı egzersizler TVV olmadan 4 hafta boyunca haftada 3 kez uygulanmıştır. İkinci gruba ise ilk gruptaki uygulamanın tam tersi sıra ile uygulama yapılmıştır. Egzersiz programının alt ekstremiteye yönelik 10 farklı germe ve kuvvetlendirme egzersizi içerdiği belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan vibrasyon parametreleri; frekans: 40 Hz., amplitüd: 2 mm, durasyon: 30 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Bireylerin etkilenmiş alt ekstremitelerindeki ayak, ayak bileği ve diz bölgesinin hafif dokunma, iğne, sıcaklık, basınç ve propriyosepsiye duyuları Nottingham Duyu Değerlendirilmesi ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, iki grupta da TVV uygulaması ile hafif dokunma, iğne, sıcaklık, basınç ve propriyosepsiye duyularında gelişme elde edilememiştir.

Araştırmacılar, TVV ile egzersiz yapan bireylerden seanstan hemen sonra zemini daha iyi hissettikleri geri bildirimini alsalar da elde edilen kazancın istatistiksel sonuçlara yansımadağını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada TVV uygulaması ile bireylerin kas tonusunda, kas gücü ve yürüme hızında da belirgin bir gelişme elde edilmemiştir (Schyns et al., 2009).

TVV uygulaması sırasında ve sonrasında bireyin belirgin bir duysal deneyim yaşadığı klinik olarak gözlenebilse de TVV uygulamasının hem somatosensori hem vestibüler sistem üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Sağlıklı bireylerde de oldukça yaygın kullanılan TVV’nin hem sağlıklı hem nörolojik bozukluklarda duyu üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar klinik çalışmalara fayda sağlayacaktır.

Kas Tonusu

Kas tonusu MS’li bireylerde hem hipertonus hem hipotonus boyutuyla karşımıza çıkmaktadır. Ayak ve ayak bileği kaslarında spastisite mevcut bir hastada gövde kasları oldukça hipotonik olabilmektedir. Dolayısıyla, fizyoterapide hem ilgili kaslarda hipertonusu azaltacak hem de postüral kaslarda tonusu artıracak uygulamalara ihtiyaç olmaktadır.

MS'li bireylerde %60-80 oranında görülen spastisite, bireylerin denge, yürüme fonksiyonu ve istemli hareketlerinin kısıtlanmasına, buna bağlı olarak günlük yaşam aktivitelerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Hugos et al., 2024).

TVV'nin MS'li bireylerde tonus üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmıştır. Schyns ve ark.'nın yukarıda anlatılan çalışmalarında TVV'nin MS'li bireylerde alt ekstremitte kas tonusu (hamstring, quadriceps, gastrocnemius, kalça adduktor kasları) üzerine etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak, MS'li bireylerde TVV uygulaması ile Modifiye Ashworth Skalası'na göre spastisite şiddeti değişmese de spastisiteye bağlı ağrının azaldığı görülmüştür (Schyns et al., 2009). Bu sonuç TVV'nin kasta viskoziteyi azalttığı, dolayısıyla ağrıya neden olan kas gerginliğini azaltabileceğini düşündürmektedir. Bu kazancın da MS'li bireylerde fonksiyonel hareket becerisini geliştirecek bir faktör olabileceğine işaret etmektedir.

Yorgunluk

Sağlıklı bireylerde yıllardır uygulanan TVV'nin nöromusküler performansı artırdığı, bireylerin fiziksel olarak daha dinamik hissettikleri ifade edilmektedir. MS'li bireylerde de TVV uygulaması ile bireylerin kendilerini daha dinç hissedebilecekleri, denge ve yürümenin gelişmesi ile enerji tüketiminin ve yorgunluğun azalabileceği düşünülmüştür (Alam et al., 2018).

Denge ve yürüme başlığında detayları açıklanmış olan Alguacil Diego ve ark.'nın TVV'nin kısa dönem etkilerini inceledikleri çalışmada, ardışık 5 gün boyunca günde tek seans TVV uygulaması sonrası MS'li bireylerin Yorgunluk Şiddet Ölçeği skorlarında değişme olmadığı görülmüştür. TVV yorgunluğu azaltmasa da yorgunluğa neden de olmamıştır (Alguacil Diego et al., 2012). Çalışmaya dahil edilen bireylerin yorgunluk düzeylerinin başlangıçta düşük olması TVV'nin yorgunluk üzerine anlamlı bir etki oluşturmaması ile ilişkilendirilebilir. Bu nedenle, TVV uygulamasının MS'li bireylerde yorgunluğa etkisinin anlaşılması için uzun dönem etkilerinin incelendiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

Tablo 1. Derlemede bulunan çalışmaların tüm vücut vibrasyon uygulama protokolleri

Çalışmalar	MS Etkilenim Düzeyi	n	Frekans (Hz)	Amplitüd (mm)	Durasyon (sn)	Dinlenme süresi (sn)	Seans Başına Set Sayısı	Toplam Seans Sayısı
Abbasi vd., 2019	EDSS: 1-4,5	50	20	2	30-60	60	5	18
Alguacil Diego vd., 2012	EDSS: 0-5	34	6	3	60	60	5	5
Broekmans vd., 2010	EDSS: 1,5-6,5	25	25-45	2,5	30-60	120-30	1-3	50
Claerbout vd., 2012	EDSS: 3-7	55	30-40	1,6	30-60	30-60	6	10
Hilgers vd., 2013	EDSS: 2-7	60	30	1-2	60	30-5	3	9
Krause vd., 2019	EDSS: 3-6,5	15	23-30	*	40-60	60	1	12-18
Schuhfried vd., 2005	EDSS: 2,5-5	12	2-4,4	3	60	60	5	1
Schyns vd., 2009	AI: 1-6	16	40	2	30	*	*	12
Wolfsegger vd., 2014	EDSS: 0-5	18	2,5-5	*	45-60	60-30	5-7	3

MS: Multipl Skleroz; EDSS: Genişletilmiş özürllük durum ölçeği; AI: Ambulasyon indeksi; Hz: Hertz; mm: Milimetre; sn: Saniye; *: belirtilmemiş

SONUÇ

Bir terapötik müdahalenin etkinliği uygulamanın dozuna bağlıdır. Bu nedenle uygulamanın süresi, sıklığı ve yoğunluğu gibi parametreler bir müdahalenin etkinliği için kritik öneme sahiptir (Kwakkel, 2006). Yukarıda incelenen çalışmalarda ise TVV'nin MS'li bireylerde uygulama protokollerinin birbirinden farklı olduğu ve örneklem büyüklüklerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, literatürde, TVV uygulamasının MS'li bireylerde fiziksel performansın farklı parametreleri üzerine etkilerinin anlaşılabilmesi ve uygulama protokolünün standardize edilebilmesi için çok sayıda ve geniş örneklem büyüklüklerinde yapılması planlanan kanıt düzeyi yüksek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Teşekkür: Yok.

Finansman: Yok.

Çıkar çatışması: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Etik boyut: Yok.

Yazar Katkıları: Konsept ve tasarım: TK, AGG; Literatür taraması: TK, AGG; Yazım: TK, AGG; Revizyon ve düzenleme: TK, AGG; Danışmanlık: AGG.

KAYNAKLAR

- Abbasi, M., Kordi Yoosefinejad, A., Poursadeghfard, M., Parsaei Jahromi, F., Motealleh, A., & Sobhani, S. (2019). Whole body vibration improves core muscle strength and endurance in ambulant individuals with multiple sclerosis: A randomized clinical trial. *Mult Scler Relat Disord*, 32, 88-93. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2019.04.028>
- Alam, M. M., Khan, A. A., & Farooq, M. (2018). Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance: A literature review. *Work*, 59(4), 571-583. <https://doi.org/10.3233/wor-182699>
- Alentorn-Geli, E., Padilla, J., Moras, G., Lázaro Haro, C., & Fernández-Solà, J. (2008). Six weeks of whole-body vibration exercise improves pain and fatigue in women with fibromyalgia. *J Altern Complement Med*, 14(8), 975-981. <https://doi.org/10.1089/acm.2008.0050>
- Alguacil Diego, I. M., Pedrero Hernández, C., Molina Rueda, F., & Cano de la Cuerda, R. (2012). Effects of vibrotherapy on postural control, functionality and fatigue in multiple sclerosis patients. A randomised clinical trial. *Neurologia*, 27(3), 143-153. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2011.04.019>
- Beghi, E., Gervasoni, E., Pupillo, E., Bianchi, E., Montesano, A., Aprile, I., Agostini, M., Rovaris, M., & Cattaneo, D. (2018). Prediction of Falls in Subjects Suffering From Parkinson Disease, Multiple Sclerosis, and Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 99(4), 641-651. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.10.009>
- Broekmans, T., Roelants, M., Alders, G., Feys, P., Thijs, H., & Eijnde, B. O. (2010). Exploring the effects of a 20-week whole-body vibration training programme on leg muscle performance and function in persons with multiple sclerosis. *J Rehabil Med*, 42(9), 866-872. <https://doi.org/10.2340/16501977-0609>
- Campbell, J. D., Ghushchyan, V., Brett McQueen, R., Cahoon-Metzger, S., Livingston, T., Vollmer, T., . . . Nair, K. (2014). Burden of multiple sclerosis on direct, indirect costs and quality of life: National US estimates. *Mult Scler Relat Disord*, 3(2), 227-236. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2013.09.004>
- Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev*, 31(1), 3-7. <https://doi.org/10.1097/00003677-200301000-00002>
- Cardinale, M., & Wakeling, J. (2005). Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med*, 39(9), 585-589; discussion 589. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.016857>
- Cetisli Korkmaz, N., Can Akman, T., Kilavuz Oren, G., & Bir, L. S. (2018). Trunk control: The essence for upper limb functionality in patients with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*, 24, 101-106. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2018.06.013>

- Citaker, S., Gunduz, A. G., Guclu, M. B., Nazliel, B., Irkeç, C., & Kaya, D. (2011). Relationship between foot sensation and standing balance in patients with multiple sclerosis. *Gait Posture*, 34(2), 275-278. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.05.015>
- Claerbout, M., Gebara, B., Ilsbrouckx, S., Verschueren, S., Peers, K., Van Asch, P., & Feys, P. (2012). Effects of 3 weeks' whole body vibration training on muscle strength and functional mobility in hospitalized persons with multiple sclerosis. *Mult Scler*, 18(4), 498-505. <https://doi.org/10.1177/1352458511423267>
- Comber, L., Sosnoff, J. J., Galvin, R., & Coote, S. (2018). Postural control deficits in people with Multiple Sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*, 61, 445-452. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.02.018>
- Ebersbach, G., Edler, D., Kaufhold, O., & Wissel, J. (2008). Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*, 89(3), 399-403. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.09.031>
- Engel-Yeger, B., DeLuca, J., Hake, P., & Goverover, Y. (2021). The role of sensory processing difficulties, cognitive impairment, and disease severity in predicting functional behavior among patients with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil*, 43(8), 1129-1136. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1653998>
- Fritz, N. E., Eloyan, A., Glaister, J., Dewey, B. E., Al-Louzi, O., Costello, M. G., . . . Zackowski, K. M. (2019). Quantitative vibratory sensation measurement is related to sensory cortical thickness in MS. *Ann Clin Transl Neurol*, 6(3), 586-595. <https://doi.org/10.1002/acn3.734>
- Hauser, S. L., & Cree, B. A. C. (2020). Treatment of Multiple Sclerosis: A Review. *Am J Med*, 133(12), 1380-1390.e1382. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.05.049>
- Hilgers, C., Mündermann, A., Riehle, H., & Dettmers, C. (2013). Effects of whole-body vibration training on physical function in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*, 32(3), 655-663. <https://doi.org/10.3233/nre-130888>
- Hugos, C. L., Joos, S. K., Perumean-Chaney, S. E., Cutter, G. R., & Cameron, M. H. (2024). Stretching is not essential for managing MS spasticity: A randomized controlled trial. *Mult Scler*, 30(1), 89-102. <https://doi.org/10.1177/13524585231215960>
- In, T., Jung, K., Lee, M. G., & Cho, H. Y. (2018). Whole-body vibration improves ankle spasticity, balance, and walking ability in individuals with incomplete cervical spinal cord injury. *NeuroRehabilitation*, 42(4), 491-497. <https://doi.org/10.3233/nre-172333>
- Jaime, S. J., Maharaj, A., Alvarez-Alvarado, S., & Figueroa, A. (2019). Impact of low-intensity resistance and whole-body vibration training on aortic hemodynamics and vascular function in postmenopausal women. *Hypertens Res*, 42(12), 1979-1988. <https://doi.org/10.1038/s41440-019-0328-1>
- Johansson, B. B. (2000). Brain plasticity and stroke rehabilitation. The Willis lecture. *Stroke*, 31(1), 223-230. <https://doi.org/10.1161/01.str.31.1.223>

- Ko, M. C., Wu, L. S., Lee, S., Wang, C. C., Lee, P. F., Tseng, C. Y., & Ho, C. C. (2017). Whole-body vibration training improves balance control and sit-to-stand performance among middle-aged and older adults: a pilot randomized controlled trial. *Eur Rev Aging Phys Act*, 14, 11. <https://doi.org/10.1186/s11556-017-0180-8>
- Krause, A., Lee, K., Freyler, K., Bühner, T., Gollhofer, A., & Ritzmann, R. (2019). Whole-body vibration impedes the deterioration of postural control in patients with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*, 31, 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2019.03.026>
- Kwakkel, G. (2006). Impact of intensity of practice after stroke: issues for consideration. *Disabil Rehabil*, 28(13-14), 823-830. <https://doi.org/10.1080/09638280500534861>
- Liu, Y., Fan, Y., & Chen, X. (2022). Effects of Whole-Body Vibration Training with Different Body Positions and Amplitudes on Lower Limb Muscle Activity in Middle-Aged and Older Women. *Dose Response*, 20(3), 15593258221112960. <https://doi.org/10.1177/15593258221112960>
- Marín, P. J., García-Gutiérrez, M. T., Da Silva-Grigoletto, M. E., & Hazell, T. J. (2015). The addition of synchronous whole-body vibration to battling rope exercise increases skeletal muscle activity. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 15(3), 240-248.
- Martin, B. J., & Park, H. S. (1997). Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 75(6), 504-511. <https://doi.org/10.1007/s004210050196>
- Mester, J., Kleinöder, H., & Yue, Z. (2006). Vibration training: benefits and risks. *J Biomech*, 39(6), 1056-1065. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2005.02.015>
- Newhart, S., Pearson, A., Salas, E., Jones, C., Hulla, R., & Gatchel, R. J. P. P. M. (2019). Whole body vibration: potential benefits in the management of pain and physical function. 1, 1-12.
- Newsome, S. D., Wang, J. I., Kang, J. Y., Calabresi, P. A., & Zackowski, K. M. (2011). Quantitative measures detect sensory and motor impairments in multiple sclerosis. *J Neurol Sci*, 305(1-2), 103-111. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2011.03.003>
- Ozkul, C., Guclu-Gunduz, A., Eldemir, K., Apaydin, Y., Yazici, G., & Irkeç, C. (2020). Clinical features and physical performance in multiple sclerosis patients with and without cognitive impairment: a cross-sectional study. *Int J Rehabil Res*, 43(4), 316-323. <https://doi.org/10.1097/mrr.0000000000000428>
- Park, S. H., Oh, Y. J., Seo, J. H., & Lee, M. M. (2022). Effect of stabilization exercise combined with respiratory resistance and whole body vibration on patients with lumbar instability: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*, 101(46), e31843. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000031843>
- Rittweger, J., Mutschelknauss, M., & Felsenberg, D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*, 23(2), 81-86. <https://doi.org/10.1046/j.1475-097x.2003.00473.x>

- Scherder, R. J., Kant, N., Wolf, E. T., Pijnenburg, B. C. M., & Scherder, E. J. A. (2018). Sensory Function and Chronic Pain in Multiple Sclerosis. *Pain Res Manag*, 2018, 1924174. <https://doi.org/10.1155/2018/1924174>
- Schuhfried, O., Mittermaier, C., Jovanovic, T., Pieber, K., & Paternostro-Sluga, T. (2005). Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clin Rehabil*, 19(8), 834-842. <https://doi.org/10.1191/0269215505cr919oa>
- Schyns, F., Paul, L., Finlay, K., Ferguson, C., & Noble, E. (2009). Vibration therapy in multiple sclerosis: a pilot study exploring its effects on tone, muscle force, sensation and functional performance. *Clin Rehabil*, 23(9), 771-781. <https://doi.org/10.1177/0269215508101758>
- Turbanski, S., Haas, C. T., Schmidtbleicher, D., Friedrich, A., & Duisberg, P. (2005). Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's disease. *Res Sports Med*, 13(3), 243-256. <https://doi.org/10.1080/15438620500222588>
- Uhm, Y. H., & Yang, D. J. (2017). The effects of whole body vibration combined biofeedback postural control training on the balance ability and gait ability in stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 29(11), 2022-2025. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.2022>
- Wolfsegger, T., Assar, H., & Topakian, R. (2014). 3-week whole body vibration does not improve gait function in mildly affected multiple sclerosis patients--a randomized controlled trial. *J Neurol Sci*, 347(1-2), 119-123. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2014.09.030>
- Yang, F., & Liu, X. (2020). Relative importance of vision and proprioception in maintaining standing balance in people with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*, 39, 101901. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2019.101901>