

## PAPER DETAILS

TITLE: Multipl Skleroz hastalarinda aerobik egitim ile kombine gövde stabilizasyon egitiminin denge, alt ekstremite kas kuvveti ve kor stabilite üzerine etkilerinin incelenmesi: randomize kontrollü bir çalışma

AUTHORS: Taskin ÖZKAN,Nezihat Özgöl ÜNLÜER

PAGES: 20-29

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1431713>

## ORIGINAL ARTICLE

# Multiple sklerozlu hastalarda aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitiminin denge, alt ekstremité kas kuvveti ve kor stabilite üzerine etkilerinin incelenmesi: randomize kontrollü bir çalışma

Taşkın ÖZKAN<sup>1</sup>, Nezahat Özgül ÜNLÜER<sup>2</sup>

**Amaç:** Çalışmanın amacı, Multiple skleroz (MS) hastalarında aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitiminin denge, alt ekstremité kas kuvveti ve kor stabilite üzerine etkilerinin incelenmesiydi.

**Yöntem:** Çalışmaya alevlenme ve düzelme tipi MS tanısı alan 16 birey dahil edildi. MS-egzersiz grubuna (6'sı kadın, 2'si erkek) aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitimi, MS-aktif kontrol grubuna (5'i kadın, 3'ü erkek) aerobik eğitim verildi. Haftada 2 gün ve toplam 8 hafta olmak üzere egzersiz eğitimi uygulandı. Denge, alt ekstremité kas kuvveti ve kor endürans tedavi öncesi ve sonrası değerlendirildi.

**Bulgular:** Çalışma sonucunda MS-egzersiz grubunda dengenin alt parametreleri olan postüral stabilite ve stabilite limitinde, alt ekstremité kas kuvveti ve kor endüransta anlamlı gelişme olduğu ( $p<0,05$ ), MS-aktif kontrol grubunda postüral stabilite ve alt ekstremité kas kuvvetinde anlamlı gelişme olduğu ( $p<0,05$ ), stabilite limiti ve kor endürans değerlerinde ise anlamlı bir değişim olmadığı belirlendi ( $p>0,05$ ). MS-egzersiz ve MS-aktif kontrol gruplarının eğitim öncesi ve sonrası stabilite limitleri ve kor endürans test sonuçlarının farkları arasında anlamlı bir değişim olduğu ( $p<0,05$ ), postüral stabilite ve alt ekstremité kas kuvveti test sonuçlarının farkları arasında ise anlamlı bir değişim olmadığı gözlemlendi ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitimi denge, alt ekstremité kas kuvveti ve kor endürans üzerine etkilidir. Aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitiminin daha ileri özürlü düzeyindeki relapsing-remitting tip MS hastalarında daha uzun süreli etkilerinin araştırılacağı çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar kelimeler:** Denge, Egzersiz, Multiple skleroz, Kas kuvveti.

Investigation of the effects of trunk stabilization training combined with aerobic training on balance, lower limb muscle strength, and core stability in patients with Multiple Sclerosis: a randomized controlled study

**Purpose:** The aim of this study was to examine the effects of trunk stabilization training combined with aerobic training on balance, lower extremity muscle strength, and core stability in patients with Multiple Sclerosis (MS).

**Methods:** Sixteen individuals diagnosed with relapsing-remitting MS were included in the study. Trunk stabilization training combined with aerobic training was given to the MS-exercise group (6 women, 2 men), and aerobic group was given to the MS-active control group (5 women, 3 men). Exercise training was applied 2 days a week for 8 weeks. Balance, lower extremity muscle strength and core endurance were assessed before and after the training.

**Results:** There was a significant improvement in postural stability and stability limit, which are sub-parameters of balance, lower extremity muscle strength and core endurance in MS-exercise group ( $p<0.05$ ), there was a significant improvement in postural stability and lower extremity muscle strength ( $p<0.05$ ), and there was no significant change in stability limits and core endurance ( $p>0.05$ ) in MS-active control group. There was a significant change between the stability limits and core endurance test results differences before and after the training of MS-exercise and MS-active control groups ( $p<0.05$ ), but there was no significant change between the differences in postural stability and lower extremity muscle strength test results ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** Trunk stabilization training combined with aerobic training is effective on balance, lower extremity muscle strength and core endurance. There is a need for studies to investigate the longer-term effects of trunk stabilization training combined with aerobic training in relapsing-remitting MS patients with more severe disability.

**Keywords:** Balance, Exercise, Multiple sclerosis, Muscle strength.



1: Giresun University, Vocational School of Health Services, Therapy and Rehabilitation Department, Giresun, Turkey

2: Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Health Sciences, Physiotherapy and Rehabilitation Department, Ankara, Turkey.

Corresponding Author: Taskin Ozkan: fzttaskinozkan@hotmail.com

ORCID IDs (order of authors): 0000-0001-9448-0516; 0000-0003-2314-0738

Received: December 4, 2020. Accepted: March 29, 2021.

**M**ultiple Skleroz (MS) hastalığında santral sinir sisteminin etkilenimine bağlı olarak motor (kas zayıflığı, spastisite, inkoordinasyon, tremor), duyuşal (proprioseptif kayıp, parestezi, dizestezi, nöropatik ağrı), kognitif, vizüel, vestibüler (vertigo, denge bozukluğu) bozukluklar ve yorgunluk olmak üzere çok çeşitli nörolojik işlevler etkilenir.<sup>1,2</sup> Denge bozuklukları genellikle MS hastalığının ilk semptomlarından biridir ve hastalarda yaygın bir şekilde gözlenmektedir. MS hastalarında denge bozukluğu ile ilişkili 3 anormalliğin olduğu bildirilmektedir; pozisyonu sürdürme yetenekleri azalmakta, stabilite limitlerine doğru sınırlı ve yavaş hareket etmekte ve postüral yer değiştirmelere veya pertürbasyonlara olan tepkilerde gecikme meydana gelmektedir.<sup>3</sup> Gövdenin postüral stabilitesi olarak da adlandırılan ve dengenin önemli bir komponenti olan kor stabilite de MS hastalarında etkilenmektedir. Kor stabilite, ekstremitelerdeki hareketleri ve diğer pertürbasyonlara karşı gövdeyi kontrol etme yeteneği olarak tanımlanır.<sup>4-5</sup> MS hastalarında sağlıklı bireylere göre kor kas kuvvet ve enduransının azaldığı gösterilmiştir.<sup>5</sup> MS hastalarında gövde kaslarının yanı sıra alt ekstremitelerdeki kas grupları da genellikle etkilenmektedir. Bir sistematik derlemede, MS hastalarında alt ekstremitelerdeki fleksör ve ekstansör kas gruplarının eksentrik ve konsantrik olmak üzere izokinetik kas kuvvetinin azaldığı ifade edilmiştir.<sup>6</sup>

MS hastalarında egzersiz eğitimleri; aerobik eğitim, dirençli eğitim, kombine aerobik ve dirençli eğitim, alternatif ve uyarlanmış eğitim yöntemlerini içermektedir.<sup>7,8</sup> Aerobik egzersizler ile genel olarak kas zayıflığını önlemek, yürüyüşü geliştirmek, kassal enduransı ve fiziksel aktiviteyi artırmak amaçlanmaktadır.<sup>9,10</sup> Genellikle aerobik eğitim ile birlikte dirençli eğitimin kombine olarak etkileri incelenmiş ve bu iki eğitimin kombine olarak yapılmasının semptomlar üzerindeki etkinliği artıracağı ifade edilmiştir.<sup>7,8,11</sup> Son yıllarda, aerobik ve dirençli eğitimlerin yanı sıra, kor stabilitenin birçok fonksiyon ve semptom üzerinde etkili olduğu bilgisine dayanarak, MS hastalarında fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarına gövde stabilizasyon eğitiminin dahil edilmeye başlandığı görülmektedir.<sup>12-14</sup> Gövde

stabilizasyon eğitimi ile basitten karmaşığa, tüm fonksiyonel hareketlerde, omurganın otomatik stabilizasyonu ve kontrolü kazanılmaya çalışılır.<sup>15</sup> Bilgimiz dahilinde literatür incelendiğinde, MS hastalarında aerobik eğitim ve gövde stabilizasyon eğitiminin ayrı ayrı denge, alt ekstremitelerdeki kas kuvveti ve kor stabilite üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalar görülmektedir.<sup>12-14,16,17</sup> Kombine eğitimlerin semptomları azaltmada daha etkili olduğu düşüncesiyle, aerobik eğitim ve gövde stabilizasyon eğitiminin kombine olarak uygulandığında, MS hastalarında semptomları azaltmada daha etkili olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca, yapılan bu çalışmalarda dahil edilen MS hastalarının alt tipleri belirtilmemiştir. MS hastalığının en çok görülen tipi olan relapsing-remitting tip MS (RR-MS) hastalarında spesifik olarak bu eğitimlerin denge, alt ekstremitelerdeki kas kuvveti ve kor stabilite üzerine etkileri ise gösterilmemiştir. Bu nedenle, RR-MS hastalarında aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitiminin denge, alt ekstremitelerdeki kas kuvveti ve kor stabilite üzerine etkilerini incelemek amacıyla bu çalışma planlandı. Çalışmanın hipotezi, RR-MS hastalarında aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitiminin denge, alt ekstremitelerdeki kas kuvveti ve kor stabilite üzerinde etkili olacağı yönünde idi.

## YÖNTEM

Bu çalışma, Aralık 2019-Ekim 2020 tarihleri arasında Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Çalışma için Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Yenimahalle Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2021-02-09 karar numarası ile 03.02.2021 tarihinde etik izin alındı. Çalışma Helsinki Bildirgesi'nde tanımlanan ilkelere uygun şekilde yürütüldü. Bireyler çalışma hakkında bilgilendirilerek, her katılımcıya aydınlatılmış onam imzalatıldı.

### Bireyler

Çalışmaya uzman hekim tarafından RR-MS tanısı alan, son 3 ay içerisinde MS atağı geçirmemiş, Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği'ne (Expanded Disability Status Scale-EDSS)<sup>18</sup> göre özür düzeyi 1-5 değerleri arasında olup, herhangi bir yardımcı cihaz olmadan

ayakta en az 60 saniye bağımsız durabilen, son 3 ay içinde herhangi bir fizyoterapi ve rehabilitasyon programına dahil olmayan ve bilişsel düzeyi Mini Mental Statü değerlendirmesine göre 24 puanın üzerinde olan hastalar<sup>19,20</sup> dahil edildi. Çalışmaya hamile bireyler, omurga veya alt ekstremitayı ilgilendiren ortopedik problemi olanlar ve/veya cerrahi geçirmiş olanlar, gövde ve alt ekstremitaya ait biyomekanik kısıtlılıkları olanlar dahil edilmedi. Yaş, cinsiyet ve EDSS gibi üç faktöre göre tabakalandırılan hastalar, Kovaryat Odaklı Randomizasyonun, minimizasyon yöntemi ile iki gruba (MS-egzersiz grubu ve MS-aktif kontrol grubu) ayrıldı. Toplam 18 RR-MS hastası değerlendirildi. İki MS hastası ileriki dönemde egzersiz eğitimine devam etmek istemediğinden dolayı çalışma dışı bırakıldı.

#### **Egzersiz eğitimi**

MS-egzersiz grubuna aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitimi, MS-aktif kontrol grubuna yalnızca aerobik eğitim verildi. Egzersiz eğitimi haftada 2 gün olmak üzere toplam 8 hafta uygulandı. MS-egzersiz grubu için eğitime aerobik eğitim ile başlandı, aynı seans içinde gövde stabilizasyon eğitimi ile devam edildi. Hastalar gövde stabilizasyon eğitimine başlatılmadan önce 15 dakika dinlendirildi.

**Aerobik eğitim:** Çalışmamızda aerobik eğitim, kalp hızını ölçebilen bir koşu bandı kullanılarak verildi. İlk seans, koşu bandında yürüyüş tecrübesi olmayan hastalar düşünülerek, deneme seansı olarak uygulandı. Fizyoterapist hastanın takibi ve korunması amacıyla eğitim boyunca hastanın yanında durdu. 5 dakika ısınma, ardından eğitim iş yüküne ulaşılacak şekilde 20 dakika yükleme ve son olarak 5 dakika soğuma olacak şekilde eğitim bitirildi. Her hasta için maksimal kalp hızı hesaplandı (MKH=220-Yaş). Eğitim iş yükü, her hasta için maksimum kalp hızının %60-80'i olacak şekilde hesaplandı.<sup>11,21</sup>

**Gövde stabilizasyon eğitimi:** Gövde stabilizasyon eğitimi, başlangıç, orta ve ileri olmak üzere 3 seviyede uygulandı. Her seviyede 10-12 egzersiz hastaya uygulandı. Her hasta başlangıç seviyesinde eğitime başlatıldı, hastanın egzersiz uyumu ve yapabilirliğine göre orta ve ileri seviye egzersizlere geçildi. Egzersizlerin süresi yaklaşık 30 dakika olarak planlandı. Eğitime başlamadan önce ilk olarak

güvenli eğitim ve pozisyon farkındalığı için kinestetik eğitim verildi. Ayrıca transversus abdominus ve multifidus kaslarını nasıl kasacakları hastalara öğretildi ve her egzersiz öncesi bu kasları kasmaları istendi. Ardından basit egzersizler ve paternlerdeki kontrol arttırıldı. İleriki dönemde ise daha karmaşık ileri seviye egzersizlere geçildi.<sup>22</sup>

#### **Değerlendirmeler**

Özür düzeyi, nörolog tarafından EDSS kullanılarak belirlendi.<sup>18</sup> Bilişsel düzeyi Mini Mental Statü Değerlendirmesi kullanılarak değerlendirildi.<sup>19</sup> Yaş, boy, vücut ağırlığı, tanı süresi ve atak sayısı kaydedildi. Tüm değerlendirmeler aynı fizyoterapist tarafından yapıldı.

#### **Denge**

Biodex Denge Sistemi SD™ (Biodex Medical Systems, Shirley, New York, USA) kullanılarak değerlendirildi. Biodex Denge Sistemi, hastaların dengelerini değerlendirmede kullanılan güvenilir bir denge cihazıdır. Hastaların dengesi Postüral Stabilite Testi ve Stabilite Limitleri Testi ile değerlendirildi.<sup>23,24</sup>

**Postüral Stabilite Testi:** Postüral Stabilite Testi ile hastanın ayakta durma sırasındaki dengesi, ağırlık merkezini destek yüzeyi üzerinde tutma becerisi ile değerlendirilmektedir. Test ayakta durma sırasında her iki ayak üzerinde ve gözler açık pozisyonda gerçekleştirildi. Başlangıç pozisyonunda, hastaların ayak basınç merkezinin sembolik bir gösterimi olan siyah bir noktanın, cihazın monitör ekranında koordinat eksenlerinin tam ortasına yerleştirilmesi istendi ve katılımcılar test boyunca siyah noktayı merkezde tutmayı hedeflediler. Test süresi 30 saniye idi ve iki kez tekrarlandı. Test sonunda toplam stabilite indeksi, anterior/posterior indeks ve medial/lateral indeks skorları elde edildi. Daha düşük puanlar daha iyi performansı göstermektedir.<sup>23,24</sup>

**Stabilite Limitleri Testi:** Stabilite Limitleri Testi ile hastanın destek yüzeyi içinde farklı yönlerde istemli ağırlık aktarması ve bu pozisyonlarda stabilitesini koruma yeteneği değerlendirilmektedir. Test sırasında hastanın gravite merkezinin yer değiştirmesi kaydedilmektedir. Ekranda 8 farklı yönde; öne, arkaya, sola, sağa, öne-sola, öne-sağa, arkaya-sola, arkaya-sağa ve 1 ortada olmak üzere 9 adet hedef bulunmaktadır. Test bireyin ağırlık

merkezini ortada bulunan nokta üzerine getirmesi ile başlatıldı. Daha sonra, bireyin yanan hedefe doğru mümkün olan en az sapmayla ve olabildiğince kısa sürede uzanması, hedefe ulaştığında da tekrar ortadaki hedefe geri dönmesi istendi. Test kolay (%50), orta (%75) ve zor (%100) olmak üzere 3 zorluk derecesinde yapılabilmektedir. Ön değerlendirmelerimizde MS hastalarının orta ve zor zorluk derecesindeki testleri tamamlayamadıkları görüldü. Bu nedenle testler kolay (%50) zorluk derecesinde uygulandı. Test sonunda toplam yön kontrol puanı elde edildi. Yüksek toplam yön kontrol puanı daha iyi performansı göstermektedir.<sup>23,24</sup>

#### **Alt ekstremite kas kuvveti**

Hastaların alt ekstremite kas kuvveti, 60°/sn açısal hızda diz fleksör ve ekstansör kaslarının kuvveti değerlendirilerek belirlendi. Değerlendirmeler, Biodex Sistem 4 (Biodex Corp, Shirley, NY, USA) kullanılarak yapıldı. Testler hem dominant hem de nondominant tarafta tekrar edildi. Hastalar test öncesi ısınma amaçlı bisiklet ergometresine alındı ve hastalara bisiklet ergometresinde 5 dakika süre ile ısınma egzersizleri yaptırıldı. Cihazın kalibrasyonu yapıldıktan sonra hastalar diz ve kalçada 90° fleksiyon olacak şekilde oturma pozisyonuna yerleştirildi. Diz dönme eksenini dinamometrenin dönüş eksenini ile aynı seviyeye getirmek için katılımcıyla birlikte sandalye yukarı/aşağı veya ileri/geriye doğru hareket ettirildi. Hastalar stabilizasyon bantları ile gövde ve distal femur üzerinden sabitlendi. Alt bacak, ayak bileğinin bir veya iki parmak genişliğinde proksimalinden olacak şekilde dinamometrenin kaldırma koluna sabitlendi. Hareket açıklığı 0-90° idi. Testlerden önce hastaların testleri anlayabilmesi ve testlere uyum sağlayabilmesi için iki deneme yapıldı. Her ölçüm sırasında, hastalara sözlü cesaret verildi ve görsel geri bildirimler ile hastaların en iyi performansını göstermesi teşvik edildi. Değerlendirmeler sonucunda Tepe Tork (N/m) ve Tepe Tork/Vücut Ağırlığı (%) değerleri elde edildi.<sup>25,26</sup>

#### **Kor stabilize**

McGill protokolü kullanılarak kor endurans testleri ile değerlendirildi. Kullanılan kor endurans testleri gövde fleksiyon endurans testi, gövde ekstansiyon endurans testi ve sağ ve sol lateral endurans testleridir. Sonuçlar saniye cinsinden kaydedildi. Testler, test pozisyonu

bozulduğunda veya kişi testi devam ettiremeyeceğini söylediğinde sonlandırıldı.<sup>27</sup>

**Gövde fleksiyon endurans testi:** Hastalar gövde 60° fleksiyon, kalça ve dizler 90° fleksiyon pozisyonunda olacak şekilde pozisyonlandı. Değerlendirmeyi yapan fizyoterapist ayak ucundan destek vererek hastanın ayaklarını yerde sabitledi. Hastanın gövde pozisyonu bozulduğunda test sonlandırıldı.<sup>27</sup>

**Gövde ekstansiyon endurans testi:** Hastalar yüzüstü pozisyonunda pelvis, kalça ve dizler yatakta olacak ve anterior superior spina iliaka hizasında gövde yataktan dışarıda olacak şekilde pozisyonlandı. Değerlendirme yapan fizyoterapist alt ekstremiteleri stabilize ederken, hastadan kolları gövde üzerinde çapraz pozisyonunda iken gövdenin horizontal pozisyonunu koruması istendi. Hastanın gövdesi horizontal pozisyonun altına düştüğünde test sonlandırıldı.<sup>27</sup>

**Lateral endurans testi:** Test sağ ve sol olmak üzere iki tarafta da değerlendirildi. Hastalar yan yatışta, değerlendirilen taraf kol yere dik, dirsek 90° fleksiyonda ve önkol yatak üzerinde, üstteki ekstremiteler gövde üzerinde çapraz olacak şekilde, alt ekstremiteler ekstansiyonda ve üstteki ayak alttaki ayağın önünde olacak şekilde pozisyonlandı. Hastadan vücudunu önkolları ve ayakları üzerinde kaldırıp bu pozisyonu koruması istendi. Hasta vücudun düz pozisyonunu koruyamadığında ve kalça yatağa doğru düştüğünde test sonlandırıldı.<sup>27</sup>

#### **İstatistiksel analiz**

Bu çalışmada, vaka sayısını belirlemek amacıyla güç analizi PASS 15 "PASS 15 Power Analysis and Sample Size Software (2017) NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA, ncss.com/software/pass." ile yapıldı. Bu çalışmanın %80,69 güçte ve %5 hata payıyla yapılabilmesi için çalışma grubuna ait ortalama skorun 0,76 etki genişliğinde her bir grupta en az 8 denek olmak üzere toplamda en az 16 deneğe ulaşılması öngörüldü.<sup>28,29</sup> Verilerin istatistiksel değerlendirmesinde "Statistical Package for Social Sciences" (SPSS) Versiyon 20 istatistik programı kullanıldı. Tüm değişkenler için ortanca, çeyrekler arası aralık, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı. Gruplar arası farklılıklar Mann Whitney U Testi ile, grup içi farklılıklar Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi ile analiz edildi. İstatistiksel hata düzeyi p<0,05 olarak belirlendi.



## BULGULAR

Çalışma RR-MS tanılı toplam 16 birey ile tamamlandı. Çalışmaya dahil edilen MS-egzersiz (n=8) ve MS-aktif kontrol (n=8) gruplarındaki bireylerin demografik özellikleri; yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi, cinsiyet ve klinik özelliklerinin; özür düzeyi, tanı süresi ve atak sayısı benzer olduğu gözlemlendi ( $p>0,05$ ) (Tablo 1).

MS-egzersiz ve MS-aktif kontrol gruplarının tedavi öncesi denge, alt ekstremita kas kuvveti ve kor stabilite test sonuçlarının benzer olduğu bulundu ( $p>0,05$ , Tablo 2). MS-egzersiz grubunda denge, alt ekstremita kas kuvveti ve kor enduransta anlamlı gelişme olduğu belirlendi ( $p<0,05$ , Tablo 3).

MS-aktif kontrol grubunda postüral stabilite ve dominant taraf ekstansör tepe tork değeri hariç alt ekstremita kas kuvvetinde anlamlı gelişme olduğu ( $p<0,05$ , Tablo 4), stabilite limiti ve kor endurans test sonuçlarında ise anlamlı bir değişim olmadığı gözlemlendi ( $p>0,05$ , Tablo 4). MS-egzersiz ve MS-aktif kontrol gruplarının eğitim öncesi ve sonrası stabilite limitleri ve kor endurans test sonuçlarının farkları arasında anlamlı bir değişim olduğu ( $p<0,05$ , Tablo 5), postüral stabilite ve alt ekstremita kas kuvveti test sonuçlarının farkları arasında ise anlamlı bir değişim olmadığı belirlendi ( $p>0,05$ , Tablo 5).

## TARTIŞMA

RR-MS hastalarında aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitiminin denge, alt ekstremita kas kuvveti ve kor stabilite üzerine etkileri araştırılan bu çalışmada, aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitiminin denge, alt ekstremita kas kuvveti ve kor stabilite üzerinde etkili olduğu, gövde stabilizasyon eğitiminin aerobik eğitime göre stabilite limitini ve kor enduransı geliştirmede daha etkili olduğu belirlendi. Çalışmamızda, RR-MS hastalarında aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitiminin dengenin hem postüral stabilite hem de stabilite limiti parametreleri üzerinde olumlu etkileri olduğu, gövde stabilizasyon eğitiminin stabilite limitini geliştirmede daha etkili olduğu gösterildi. Ayrıca postüral stabilitenin her iki grupta da gelişmesi ve gruplar arasında anlamlı bir farkın

olmaması, aerobik eğitimin postüral stabiliteyi geliştirmede daha etkili olduğunu düşündürmektedir.

MS hastalarında aerobik eğitim ve gövde stabilizasyon eğitiminin denge üzerine etkili olduğu çalışmalarda gösterilmiştir. Kara vd. MS hastalarında haftada 2 gün ve toplam 8 hafta uygulanan aerobik eğitimin denge üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.<sup>16</sup> Benedetti vd. EDSS düzeyi 1,5-2,5 arasında olan üç MS hastasında, 4 hafta süresince toplam 10 seans koşu bandında uygulanan aerobik eğitimin postüral stabiliteyi geliştirdiğini bildirmiştir.<sup>17</sup> Freeman vd. haftada 2 gün ve toplam 8 hafta uygulanan kor stabilizasyon eğitiminin EDSS düzeyi 4-6,5 arasında olan MS hastalarında denge ve yürüyüş üzerine etkili olduğunu göstermiştir.<sup>12</sup> Amiri vd. özellikle EDSS düzeyi 3,5-4,5 arasında olan kadın MS hastalarında, kor stabilizasyon eğitiminin kor kas fonksiyonunu geliştirmesi nedeniyle dinamik ve statik dengeyi iyileştirmek için etkili bir klinik müdahale olarak önerilebileceğini bildirmiştir.<sup>14</sup> Kas kuvveti, MS hastaları için önemli bir uygunluk parametresidir ve kas kuvvetindeki azalmanın denge bozukluklarına neden olduğu bilinmektedir.<sup>9</sup> Bizim çalışmamızda da her iki grupta alt ekstremita kas kuvveti arttı ve statik dengenin bir göstergesi olan postüral stabilitede gelişim gözlemlendi. Aerobik eğitimin kombine eğitim grubuna göre postüral stabiliteyi geliştirmede aynı etkiye sahip olduğu göz önüne alınırsa, postüral stabilitedeki gelişimin özellikle aerobik eğitim verilen grupta alt ekstremita kas kuvvetinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı düşünüldü. Dinamik dengenin bir göstergesi olan stabilite limitinin aerobik eğitim verilen grupta değişmezken, aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitimi verilen grupta artmasının kombine eğitim grubunda kor stabilitede meydana gelen artışa bağlı olduğu düşünüldü. Ayrıca zeminin sürekli hareket ettiği, bireyin genellikle destek almadan yürümeye ve koşmaya çalıştığı koşu bandının kullanımının da dengenin gelişimine etkisi olduğunu düşünmekteyiz.

Literatürde alt ekstremita kas kuvveti üzerine etkileri incelenen kombine eğitim uygulamalarında genellikle aerobik eğitim ve dirençli eğitimin yer aldığı görülmektedir.<sup>8,30</sup> Sangelaji vd. MS hastalarında haftada 4 gün ve toplam 8 hafta uygulanan aerobik egzersiz ile

Tablo 1. MS hastalarının demografik ve klinik özellikleri.

|                                          | MS-kombine eğitim grubu | MS-aerobik eğitim grubu |                    |
|------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
|                                          | X±SD                    | X±SD                    | p                  |
| Yaş, yıl                                 | 37,88±9,73              | 35,88±11,53             | 0,674 <sup>a</sup> |
| Boy, m                                   | 164,25±8,97             | 165,63±5,71             | 0,599 <sup>a</sup> |
| Vücut ağırlığı, kg                       | 64,38±10,53             | 72,53±19,91             | 0,430 <sup>a</sup> |
| Vücut kütle indeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | 24,34±4,59              | 26,29±6,79              | 0,834 <sup>a</sup> |
|                                          | n (%)                   | n (%)                   |                    |
| Cinsiyet, kadın/erkek (n (%))            | 6 (75)/2 (25)           | 5 (62,5)/3 (37,5)       | 0,590 <sup>b</sup> |
|                                          | Ortanca (IQR)           | Ortanca (IQR)           |                    |
| EDSS, skor                               | 3,50 (3,25-3,75)        | 3,25 (3-3,75)           | 0,578 <sup>a</sup> |
| Tanı süresi, yıl                         | 7,50 (5,50-10,50)       | 8,00 (5,00-12,50)       | 0,872 <sup>a</sup> |
| Atak sayısı, sayı                        | 3,00 (2,50-5,50)        | 3,00 (2,00-5,50)        | 0,829 <sup>a</sup> |

IQR: Çeyrekler arası aralık. EDSS: Genişletilmiş Özürlülük Durum Ölçeği. a: Mann Whitney U. b: Chi-Squared Test.

Tablo 2. MS-kombine eğitim ve MS-aerobik eğitim gruplarının tedavi öncesi denge, kor stabilite ve alt ekstremitte kas kuvveti test sonuçlarının karşılaştırılması.

|                                    |                                  | MS-kombine eğitim grubu | MS-aerobik eğitim grubu |       |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
|                                    |                                  | X±SD                    | X±SD                    | p     |
| <b>Denge Testleri</b>              |                                  |                         |                         |       |
| <b>Postüral Stabilite Testi</b>    |                                  |                         |                         |       |
|                                    | Toplam stabilite indeksi         | 1,64±0,82               | 1,34±0,34               | 0,562 |
|                                    | Anterior-posterior indeks        | 1,15±0,76               | 0,94±0,27               | 0,672 |
|                                    | Medial-lateral indeks            | 0,88±0,57               | 0,71±0,36               | 0,635 |
| <b>Stabilite Limiti Testi</b>      |                                  |                         |                         |       |
|                                    | Toplam yön kontrol puanı         | 47,38±10,45             | 48,25±8,75              | 0,958 |
| <b>Kor Endurans Testleri</b>       |                                  |                         |                         |       |
|                                    | Gövde fleksiyon endurans testi   | 8,76±8,87               | 15,35±17,27             | 0,563 |
|                                    | Gövde ekstansiyon endurans testi | 31,55±15,84             | 33,59±23,02             | 1,000 |
|                                    | Sağ lateral endurans testi       | 9,97±5,87               | 8,78±12,12              | 0,344 |
|                                    | Sol lateral endurans testi       | 13,39±9,82              | 11,96±15,93             | 0,344 |
| <b>Alt Ekstremitte Kas Kuvveti</b> |                                  |                         |                         |       |
| Dominant Ekstansiyon               | TT (N/m)                         | 86,24±28,84             | 82,45±29,15             | 0,793 |
|                                    | TT/VK (%)                        | 131,80±30,76            | 114,69±43,42            | 0,189 |
| Dominant Fleksiyon                 | TT (N/m)                         | 34,83±18,10             | 43,71±16,63             | 0,208 |
|                                    | TT/VK (%)                        | 51,82±19,90             | 60,81±22,02             | 0,248 |
| Nondominant Ekstansiyon            | TT (N/m)                         | 91,24±21,72             | 80,69±22,69             | 0,345 |
|                                    | TT/VK (%)                        | 141,26±26,66            | 116±41,46               | 0,115 |
| Nondominant Fleksiyon              | TT (N/m)                         | 34,64±12,15             | 40±9,84                 | 0,345 |
|                                    | TT/VK (%)                        | 53,66±15,02             | 55,51±10,06             | 0,674 |

MS: Multiple skleroz. TT: Tepe Tork; VK: Vücut Kütlesi.

Tablo 3. MS-kombine eğitim grubunun denge, kor endurans ve alt ekstremitte kas kuvvetinin eğitim öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılması.

|                                    |           | Eğitim Öncesi | Eğitim Sonrası | p      |
|------------------------------------|-----------|---------------|----------------|--------|
|                                    |           | X±SD          | X±SD           |        |
| <b>Denge Testleri</b>              |           |               |                |        |
| <b>Postüral Stabilite Testi</b>    |           |               |                |        |
| Toplam stabilite indeksi           |           | 1,64±0,82     | 0,89±0,27      | 0,012* |
| Anterior-posterior indeks          |           | 1,15±0,76     | 0,70±0,24      | 0,034* |
| Medial-lateral indeks              |           | 0,88±0,57     | 0,38±0,19      | 0,018* |
| <b>Stabilite Limiti Testi</b>      |           |               |                |        |
| Toplam yön kontrol puanı           |           | 47,38±10,45   | 58,75±11,07    | 0,018* |
| <b>Kor Endurans Testleri</b>       |           |               |                |        |
| Gövde fleksiyon endurans testi     |           | 8,76±8,87     | 17,08±13,65    | 0,018* |
| Gövde ekstansiyon endurans testi   |           | 31,55±15,84   | 40,82±13,47    | 0,012* |
| Sağ lateral endurans testi         |           | 9,97±5,87     | 16,44±9,28     | 0,012* |
| Sol lateral endurans testi         |           | 13,39±9,82    | 20,37±12,06    | 0,012* |
| <b>Alt Ekstremitte Kas Kuvveti</b> |           |               |                |        |
| Dominant Ekstansiyon               | TT (N/m)  | 86,24±28,84   | 94,36±27,98    | 0,012* |
|                                    | TT/VK (%) | 131,80±30,76  | 143,96±30,61   | 0,017* |
| Dominant Fleksiyon                 | TT (N/m)  | 34,83±18,10   | 46,59±20,31    | 0,012* |
|                                    | TT/VK (%) | 51,82±19,90   | 70,46±23,99    | 0,012* |
| Nondominant Ekstansiyon            | TT (N/m)  | 91,24±21,72   | 100,09±24,05   | 0,017* |
|                                    | TT/VK (%) | 141,26±26,66  | 155,29±31,48   | 0,017* |
| Nondominant Fleksiyon              | TT (N/m)  | 34,64±12,15   | 46,01±13,86    | 0,012* |
|                                    | TT/VK (%) | 53,66±15,02   | 70,73±15,66    | 0,018* |

\* p&lt;0,05; MS: Multiple skleroz. TT: Tepe Tork; VK: Vücut Kütlesi.

Tablo 4. MS-aerobik eğitim grubunun denge, kor endurans ve alt ekstremitte kas kuvvetinin eğitim öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılması.

|                                    |           | Eğitim Öncesi | Eğitim Sonrası | p      |
|------------------------------------|-----------|---------------|----------------|--------|
|                                    |           | X±SD          | X±SD           |        |
| <b>Denge Testleri</b>              |           |               |                |        |
| <b>Postüral Stabilite Testi</b>    |           |               |                |        |
| Toplam stabilite indeksi           |           | 1,34±0,34     | 0,83±0,35      | 0,011* |
| Anterior-posterior indeks          |           | 0,94±0,27     | 0,54±0,25      | 0,029* |
| Medial-lateral indeks              |           | 0,71±0,36     | 0,48±0,30      | 0,042* |
| <b>Stabilite Limiti Testi</b>      |           |               |                |        |
| Toplam yön kontrol puanı           |           | 48,25±8,75    | 50,13±9,82     | 0,246  |
| <b>Kor Endurans Testleri</b>       |           |               |                |        |
| Gövde fleksiyon endurans testi     |           | 15,35±17,27   | 16,16±17,17    | 0,128  |
| Gövde ekstansiyon endurans testi   |           | 33,59±23,02   | 39,54±23,91    | 0,093  |
| Sağ lateral endurans testi         |           | 8,78±12,12    | 9,37±12,50     | 0,173  |
| Sol lateral endurans testi         |           | 11,96±15,93   | 12,49±16,29    | 0,249  |
| <b>Alt Ekstremitte Kas Kuvveti</b> |           |               |                |        |
| Dominant Ekstansiyon               | TT (N/m)  | 82,45±29,15   | 98,55±35,71    | 0,050* |
|                                    | TT/VK (%) | 114,69±43,42  | 138,73±48,73   | 0,036* |
| Dominant Fleksiyon                 | TT (N/m)  | 43,71±16,63   | 51,58±17,60    | 0,012* |
|                                    | TT/VK (%) | 60,81±22,02   | 72,21±22,95    | 0,012* |
| Nondominant Ekstansiyon            | TT (N/m)  | 80,69±22,69   | 99,86±24,96    | 0,012* |
|                                    | TT/VK (%) | 116±41,46     | 143,29±42,53   | 0,012* |
| Nondominant Fleksiyon              | TT (N/m)  | 40±9,84       | 51,19±13,70    | 0,012* |
|                                    | TT/VK (%) | 55,51±10,06   | 71,16±13,36    | 0,017* |

\* p&lt;0,05; MS: Multiple skleroz. TT: Tepe Tork; VK: Vücut Kütlesi.



Tablo 5. MS-kombine eğitim ve MS-aerobik eğitim gruplarının eğitim öncesi ve sonrası denge, kor stabilite ve alt ekstremité kas kuvveti test sonuçlarının farklarının karşılaştırılması.

|                            |                                  | MS-kombine eğitim grubu | MS-aerobik eğitim grubu | p      |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------|
|                            |                                  | X±SD                    | X±SD                    |        |
| Denge Testleri             |                                  |                         |                         |        |
| Postüral Stabilite Testi   |                                  |                         |                         |        |
|                            | Toplam stabilite indeksi         | -0,75±0,59              | -0,51±0,17              | 0,598  |
|                            | Anterior-posterior indeks        | -0,45±0,61              | -0,40±0,33              | 0,673  |
|                            | Medial-lateral indeks            | -0,50±0,43              | -0,24±0,25              | 0,243  |
| Stabilite Limiti Testi     |                                  |                         |                         |        |
|                            | Toplam yön kontrol puanı         | 11,38±9,58              | 1,87±4,70               | 0,018* |
| Kor Endurans Testleri      |                                  |                         |                         |        |
|                            | Gövde fleksiyon endurans testi   | 8,33±7,03               | 0,82±1,31               | 0,005* |
|                            | Gövde ekstansiyon endurans testi | 9,28±6,51               | 5,94±8,61               | 0,046* |
|                            | Sağ lateral endurans testi       | 6,47±3,95               | 0,59±1,26               | 0,001* |
|                            | Sol lateral endurans testi       | 6,98±6,47               | 0,52±1,41               | 0,003* |
| Alt Ekstremité Kas Kuvveti |                                  |                         |                         |        |
| Dominant Ekstansiyon       | TT (N/m)                         | 8,13±6,02               | 16,10±18,10             | 0,462  |
|                            | TT/VK (%)                        | 12,16±9,13              | 24,04±22,77             | 0,294  |
| Dominant Fleksiyon         | TT (N/m)                         | 11,76±7,80              | 7,86±3,10               | 0,248  |
|                            | TT/VK (%)                        | 11,64±11,91             | 11,40±5,67              | 0,248  |
| Nondominant Ekstansiyon    | TT (N/m)                         | 8,85±6,79               | 18,89±16,30             | 0,172  |
|                            | TT/VK (%)                        | 14,03±9,05              | 27,29±20,21             | 0,208  |
| Nondominant Fleksiyon      | TT (N/m)                         | 11,38±8,54              | 11,19±9,59              | 0,834  |
|                            | TT/VK (%)                        | 17,06±13,86             | 15,65±12,54             | 0,798  |

\* p&lt;0,05; MS: Multiple skleroz. TT: Tepe Tork; VK: Vücut Kütlesi.

kombine dirençli egzersizin alt ekstremité kas kuvveti üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir.<sup>30</sup> MS hastalarında aerobik eğitim ve gövde stabilizasyon eğitimlerinin alt ekstremité kas kuvveti üzerine ayrı ayrı etkilerinin incelendiği ve çalışmamızın sonuçları ile benzer sonuçların elde edildiği çalışmalar da yer almaktadır. Petajan vd. MS hastalarında haftada 3 gün ve toplam 15 hafta alt ve üst ekstremité ergometre eğitimini içeren aerobik eğitiminin alt ve üst ekstremité kas kuvvetini geliştirdiğini göstermiştir.<sup>31</sup> Güçlü-Gündüz vd. MS hastalarında kor stabilizasyon egzersizlerini de içeren pilates eğitiminin denge, alt ve üst ekstremité kas kuvveti üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir.<sup>32</sup> Alt ekstremité kas kuvvetinin her iki grupta da gelişmesi ve gruplar arasında anlamlı bir farkın olmaması, bu gelişimdeki esas rolün aerobik eğitime ait olduğunu düşündürmektedir. Gövde stabilizasyon eğitimi ile ağırlık aktarılması, elastik bantlar, çeşitli pozisyon ve hareketlerden yararlanılarak ekstremiteler kuvvetlendirmeye çalışılsa da temel olarak gövdenin stabilitesini artırmaya

odaklanılmaktadır. Aerobik eğitim ise, kas iskelet sistemi ve fiziksel uygunluk gibi birçok parametreye etki etmektedir ve özellikle koşu bandı eğitimi alt ekstremitelerin bilateral çalıştığı bir tedavi yaklaşımıdır. Ayrıca, kuvvetlendirme eğitimlerinin kas kuvveti üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalara bakıldığında, eğitimlerin çok daha uzun süreli olduğu görülmektedir.<sup>8,31</sup> Bu nedenle, bir çeşit kuvvetlendirme eğitimi olan gövde stabilizasyon eğitimin süresinin alt ekstremité kas kuvvetini geliştirmek açısından yetersiz kalmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Bilgimiz dahilinde literatürde, MS hastalarında aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitiminin kor stabilite üzerine etkilerinin incelendiği herhangi bir çalışmanın olmadığı, yapılan çalışmaların genellikle kor stabilite, pilates ve kuvvetlendirme eğitimlerini içerdiği görülmektedir. Amiri vd. kadın MS hastalarında 10 hafta ve haftada 3 gün uygulanan kor stabilite eğitimin tüm kor endurans testlerinde anlamlı gelişme sağladığını bildirmiştir.<sup>14</sup> Arntzen vd. 6 hafta ve

haftada 3 gün uygulanan grup temelli bireyselleştirilmiş kapsamlı kor stabilite eğitiminin EDSS düzeyi 1-6,5 arasında olan MS hastalarında gövde kontrolü üzerine etkili olduğunu ifade etmiştir.<sup>13</sup> Shahtahmassebi vd. egzersiz eğitiminin genellikle bel ağrısı olan hastalar olmak üzere, sağlıklı bireyler ve yaşlı bireylerde gövde kas morfolojisi üzerindeki etkilerinin incelendiği 29 çalışmayı derlemiş ve kor stabilite temelli eğitimler ile kombine aletsiz dirençli eğitimin ve ayrıca aletli dirençli eğitimlerin gövde kas boyutu üzerinde etkili olduğunu, aerobik egzersizlerin ise gövde kas morfolojisi üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını bildirmiştir.<sup>33</sup> Çalışmamızda kor enduranstaki gelişimin özellikle gövde stabilizasyon eğitiminden kaynaklandığını ve aerobik eğitimin de bu olumlu etkileri daha da artırdığını düşünmekteyiz. Gövde stabilizasyon eğitiminin kazanımları düşünüldüğünde, RR-MS hastalarında kor enduransın gelişmiş olması beklenen bir durumdur. Bunun yanında, proksimal alt ekstremité kaslarının kor stabilitedeki önemi düşünüldüğünde, aerobik eğitim sonucunda kor endurans değerlerinde bir miktar gelişme sağlandı, fakat bu gelişme istatistiksel olarak anlamlı değildi. Bu nedenle daha uzun süreli yapılacak aerobik eğitimlerin kor endurans üzerinde etkilerinin incelenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

#### Limitasyonlar

Çalışmaya yalnızca hafif ve orta düzey RR-MS hastalarının dahil edilmesi, bu sebeple çalışmanın tüm RR-MS hastalarına genellenememesi ve gruplara verilen eğitimlerin sürelerinin eşit olmaması çalışmamızın limitasyonlarıdır. Ayrıca, çalışmada uygulanan egzersiz eğitiminin daha uzun dönem etkilerinin incelenmesi ve eğitim bittikten sonraki dönemde de etkinliğinin incelenmesinin MS'de egzersiz eğitimlerinin anlaşılabilmesine daha da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### Sonuç

Sonuç olarak, RR-MS hastalarında haftada 2 gün ve toplam 8 hafta olmak üzere uygulanan aerobik eğitim ile kombine gövde stabilizasyon eğitimi denge, alt ekstremité kas kuvveti ve kor endurans üzerine etkilidir. Aerobik eğitim ve gövde stabilizasyon eğitiminden oluşan kombine egzersiz eğitiminin denge, alt ekstremité kas kuvveti ve kor stabiliteyi

geliştirmede etkili bir tedavi modeli olduğu görülmektedir.

**Teşekkür:** Doç. Dr. Gönül VURAL ve Doç. Dr. Gamze ERIKOĞLU ÖRER'e çalışmamıza vermiş oldukları katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

**Yazarların Katkı Beyanı:** TÖ: Konsept/fikir gelişimi, çalışma dizaynı, proje yönetimi, veri toplama/işleme, veri analizi/yorumlama, literatür araştırması, tesislerin/ekipmanın sağlanması, yazma, kritik gözden geçirme; NÖÜ: Konsept/fikir gelişimi, çalışma dizaynı, proje yönetimi, veri analizi/yorumlama, tesislerin/ekipmanın sağlanması, yazma, kritik gözden geçirme.

**Finansal Destek:** Yok

**Çıkar Çatışması:** Yok

**Etik Onay:** Bu araştırma protokolü Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Yenimahalle Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (sayı:2021-02-09, tarih: 03.02.2021) tarafından onaylandı.

## KAYNAKLAR

1. Hunter SF. Overview and diagnosis of multiple sclerosis. Am J Manag Care. 2016;22:141-150.
2. Jacobs JV, Kasser SL. Balance impairment in people with multiple sclerosis: preliminary evidence for the Balance Evaluation Systems Test. Gait Posture. 2012;36:414-418.
3. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. Curr Neurol Neurosci. 2010;10:407-412.
4. Preuss R, Fung J. Musculature and biomechanics of the trunk in the maintenance of upright posture. J Electromyogr Kinesiol. 2008;18:815-828.
5. Yoosefinejad AK, Motealleh A, Khademi S, et al. Lower endurance and strength of core muscles in patients with multiple sclerosis. Int J MS Care. 2017;19:100-104.
6. Jørgensen MLK, Dalgas U, Wens I, et al. Muscle strength and power in persons with multiple sclerosis - a systematic review and meta-analysis. J Neurol Sci. 2017;376:225-241.
7. Motl RW, Pilutti LA. The benefits of exercise training in multiple sclerosis. Nat Rev Neurol. 2012;8:487-497.
8. Latimer-Cheung AE, Pilutti LA, Hicks AL, et al. Effects of exercise training on fitness, mobility,

- fatigue, and health-related quality of life among adults with multiple sclerosis: a systematic review to inform guideline development. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013;94:1800-1828.
9. Edwards T, Pilutti LA. The effect of exercise training in adults with multiple sclerosis with severe mobility disability: a systematic review and future research directions. *Mult Scler Relat Disord.* 2017;16:31-39.
  10. Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, et al. Exercise prescription for patients with multiple sclerosis: potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurol.* 2017;17:185.
  11. Latimer-Cheung AE, Ginis KAM, Hicks AL, et al. Development of evidence-informed physical activity guidelines for adults with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2013;94(9):1829-36. e7.
  12. Freeman J, Gear M, Pauli A, et al. The effect of core stability training on balance and mobility in ambulant individuals with multiple sclerosis: a multi-centre series of single case studies. *Mult Scler J.* 2010;16:1377-1384.
  13. Arntzen EC, Straume BK, Odeh F, et al. Group-based individualized comprehensive core stability intervention improves balance in persons with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2019;99:1027-1038.
  14. Amiri B, Sahebozamani M, Sedighi B. The effects of 10-week core stability training on balance in women with multiple sclerosis according to Expanded Disability Status Scale: a single-blinded randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2019;55:199-208.
  15. Novak CB. Upper extremity work-related musculoskeletal disorders: a treatment perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34:628-637.
  16. Kara B, Küçük F, Tomruk MS, et al. Different types of exercise in multiple sclerosis: aerobic exercise or pilates, a single-blind clinical study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2017;30:565-573.
  17. Benedetti M, Gasparroni V, Stecchi S, et al. Treadmill exercise in early multiple sclerosis: a case series study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009;45:53-59.
  18. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology.* 1983;33:1444-1452.
  19. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12:189-198.
  20. Tombaugh TN, McIntyre NJ. The mini-mental state examination: a comprehensive review. *J Am Geriatr Soc.* 1992;40:922-935.
  21. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation.* 2001;104:1694-1740.
  22. Jemmett R. Spinal stabilization: The new science of back pain. 2<sup>nd</sup> ed. Halifax: Novont Health Publishing, 2003.
  23. Hinman MR. Factors affecting reliability of the Biodex Balance System: a summary of four studies. *J Sport Rehabil.* 2000;9:240-252.
  24. Cachupe WJ, Shifflett B, Kahanov L, et al. Reliability of biodex balance system measures. *Meas Phys Educ Exerc Sci.* 2001;5:97-108.
  25. Dvir Z. Isokinetics: Muscle Testing, Interpretation, and Clinical Applications. New York: Elsevier Health Sciences, 2004.
  26. Sole G, Hamrén J, Milosavljevic S, et al. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:626-631.
  27. McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80:941-944.
  28. Edwards LK. Applied Analysis of Variance in the Behavior Sciences. New York: Marcel Dekker;1993.
  29. Mueller KE, LaVange LE, Ramey SL, et al. 'Power Calculations for General Linear Multivariate Models Including Repeated Measures Applications.' *J Am Stat Assoc.* 1992;87:1209-1226.
  30. Sangelaji B, Kordi M, Banihashemi F, et al. A combined exercise model for improving muscle strength, balance, walking distance, and motor agility in multiple sclerosis patients: A randomized clinical trial. *Iranian J Neurol.* 2016;15(3):111-120.
  31. Petajan JH, Gappmaier E, White AT, et al. Impact of aerobic training on fitness and quality of life in multiple sclerosis. *Ann Neurol.* 1996;39:432-441.
  32. Guclu-Gunduz A, Citaker S, Irkeç C, et al. The effects of pilates on balance, mobility and strength in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation.* 2014;34:337-342.
  33. Shahtahmassebi B, Hebert JJ, Stomski NJ, et al. The effect of exercise training on lower trunk muscle morphology. *Sports Med.* 2014;44:1439-1458.