



ISSN: 2651-4451 • e-ISSN: 2651-446X

Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation

2021 32(1)10-19

Zekiye İpek KATIRCI KIRMACI, MSc, PT¹
Tüzün FIRAT, PhD, PT²
Melda SAĞLAM, PhD, PT²
Abdurrahman NEYAL, MD³
Ayşe Münife NEYAL, MD⁴
Nevin ERGUN, PhD, PT¹

- 1 Sanko University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Gaziantep, Turkey.
- 2 Hacettepe University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Ankara, Turkey.
- 3 Dr. Ersin Arslan Training and Research Hospital, Gaziantep, Turkey.
- 4 Sanko University, Faculty of Medicine, Department of Neurology, Gaziantep, Turkey.

Correspondence (İletişim):

Correspondence (İletişim):
Zekiye İpek KATIRCI KIRMACI, PT, MSc.
Sanko University,
Faculty of Health Sciences,
Department of Physiotherapy and Rehabilitation,
İncili Pınar, Gazi Muhtar Paşa Blv. No:36,
27090 Şehitkamil, Gaziantep, Turkey.
Phone: +90-342 211 65 00/6578
E-mail: ikirmaci@sanko.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7225-5123

Tüzün FIRAT

E-mail: tuzun75@gmail.com,
ORCID: 0000-0003-2200-7222

Melda SAĞLAM

E-mail: msaglam@hacettepe.edu.tr
ORCID: 0000-0001-5323-1943.

Abdurrahman NEYAL

E-mail: aneyal@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8913-9337

Ayşe Münife NEYAL

E-mail: munifeneyal@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7864-9166

Nevin ERGUN

E-mail: nergun@sanko.edu.tr
ORCID: 0000-0001-6575-7205.

Received: 05.03.2020 (Geliş Tarihi)

Accepted: 14.05.2020 (Kabul Tarihi)



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

MULTİPL SKLEROZDA EKSENTRİK VE KONSENTRİK EGZERSİZ EĞİTİMİNİN HEMODİNAMİK YANITLAR, FONKSİYONEL KAPASİTE VE YORGUNLUK ÜZERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ARAŞTIRMA MAKALESİ

ÖZ

Amaç: Çalışmada, Multipl Skleroz (MS) hastalarında eksentrik ve konsentrik egzersiz eğitiminin (EEE ve KEE), hemodinamik yanıtlar, fonksiyonel kapasite ve yorgunluk üzerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlandı.

Yöntem: Çalışmaya 22 MS hastası dahil edildi. Hastalar rastgele olarak koşubandında EEE (-% 10 eğimle yokuş aşağı yürüme) ve KEE (+% 10 eğimle yokuş yukarı yürüme) gruplarına ayrıldı. Eğitim, sekiz hafta süre ile 2 gün/hafta ve 30 dakika/gün olarak uygulandı. Her eğitim seansı öncesi ve sonrası oksijen saturasyonu ve hemodinamik yanıtlar ölçüldü ve "double-product" değerleri hesaplandı. Modifiye Borg Skalası (MBS) ile algılanan yorgunluk şiddeti değerlendirildi. Eğitim öncesi ve sonrasında fonksiyonel kapasite altı dakika yürüme testi (6DYT) ile, yorgunluk ise, Yorgunluk Şiddet (YŞÖ) ve Yorgunluk Etki Ölçeği (YEÖ) ile değerlendirildi.

Sonuçlar: EEE grubunda kalp hızı 5., 9., 12., 13. ve 16. seans, sistolik kan basıncı 7. ve 13. seans, diastolik kan basıncı 2., 5., 6., 11., 12. ve 13. seans, "double product" değeri 5., 7., 9., 11., 12., 13., 15. ve 16. seans, oksijen saturasyonu fark değeri 6., ve 8. seanslarda anlamlı olarak daha düşük bulundu ($p<0,05$). MBS puanı, EEE grubunda 13. seansta anlamlı olarak daha düşüktü ($p<0,05$). Her iki grupta tedavi sonrasında, 6DYT mesafesinde artış, YŞÖ ve YEÖ'de ise, anlamlı azalma olduğu görüldü ($p<0,05$). Gruplar arasında eğitim sonrası, 6DYT mesafesi, YŞÖ ve YEÖ değerleri birbirine benzerdi ($p>0,05$).

Tartışma: MS hastalarında EEE düşük hemodinamik yanıtlar, enerji harcama düzeyleri ve daha az yorgunluk oluşturması açısından avantajlı bir egzersiz türü olabilir. Cinsiyet dağılımının homojen olduğu, ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz; Hemodinamikler; Multipl Skleroz.

A COMPARISON OF THE EFFECTS OF ECCENTRIC AND CONCENTRIC EXERCISE TRAINING ON HEMODYNAMIC RESPONSE, FUNCTIONAL CAPACITY, AND FATIGUE IN PATIENTS WITH MULTIPLE SCLEROSIS

ORIGINAL ARTICLE

ABSTRACT

Purpose: The aim was to compare the hemodynamic response, functional capacity, and fatigue in eccentric and concentric exercise training (EET and CET, respectively) in MS.

Methods: Twenty-two patients with MS were included in the study. Individuals were randomly assigned as EET (downhill walking with -10% slope) and CET (uphill walking with +10% slope) exercise on a treadmill. The training was applied for eight weeks, 30 min/day, 2 days/week. Hemodynamic responses were measured, and double-product values were calculated before and after the sessions. Perceived fatigue was evaluated using the Modified Borg Scale (MBS). Functional capacity was evaluated using 6-minute walk test (6MWT) before and after the training. Fatigue was assessed using Fatigue Severity Scale (FSS) and Fatigue Impact Scale (FIS).

Results: In the EET group, heart rate at session 5, 9, 12, 13, and 16, systolic blood pressure session 7 and 13, diastolic blood pressure at session 2, 5, 6, 11, 12, and, double product at session 5, 7, 9, 11, 12, 13, 15, and 16, and oxygen saturation session 6 and 8 were found to be significantly lower ($p<0.05$). In the EET group, the MBS score was lower at session 13 ($p<0.05$). In both groups, a significant increase in 6MWT distance and a significant decrease in FSS and FIS scores were observed ($p<0.05$). The 6MWT distance, FSS, and FIS scores were similar between the groups ($p>0.05$).

Conclusion: The EET may be advantageous since it causes less fatigue due to lower hemodynamic responses and energy consumption in MS. Further study with homogeneous gender distribution is needed.

Key Words: Exercise; Hemodynamics; Multiple Sclerosis.

GİRİŞ

Multiple Skleroz (MS), santral sinir sistemine ait motor ve duyu kaybı ile seyreden ve farklı seviyelerde özürüllüğe yol açan, otoimmün, inflamatuvar, demiyelinizan bir hastalıktır (1). Bulgu ve belirtiler lezyonun yerine göre değişiklik göstermekle birlikte, hastaların büyük bir kısmında kas kuvvet kayıpları, spastisite, duyu bozuklukları ve yorgunluk gibi bulgular nedeni ile yürüme kapasitesi azalmaktadır (1). Kas kuvvet kayıpları ve yorgunluk, mobilite kaybına yol açarak, MS tanılı bireylerin aynı yaş grubundaki sağlıklı yetişkinlere göre fiziksel açıdan daha az aktif olmalarında rol oynamaktadır (2). MS olan bireylerin yaklaşık olarak % 40'ında yürüyüş problemi ve % 70'inde günlük yaşam aktivitelerinde azalma görülmektedir (3).

Genç yetişkinlerde sıklıkla görülen nörolojik bir hastalık olması, etkin tedavi programlarına duyulan ihtiyacın önemini daha da artırmaktadır. Fonksiyonel kayıpları iyileştirmeyi hedef alan egzersiz eğitimi, rehabilitasyon protokollerinin oldukça önemli bir parçasını oluşturur. MS'te endurans ve kuvvetlendirme egzersizlerinden oluşan çeşitli egzersiz eğitimlerinin, kas kuvvetini, fonksiyonel aktiviteyi ve mobiliteyi artırdığı ve yorgunluğu azalttığı bildirilmiştir (4-6). Yüzme ve yürüme gibi aerobik egzersizler ile kardiyorespiratuvar enduransın artırılacağı gösterilmiştir (7).

MS tanılı bireylerde, uzun yıllar boyunca yüksek şiddetli egzersizlerin, vücut iç ısı ile yorgunluğu artırdığı ve hareketliliği azalttığı için kaçınılması gerektiği savunulsa da günümüzde yapılan çok sayıda çalışmada, MS tanılı hastalarda düzenli ve kontrollü egzersizlerin yararları üzerinde durulmuştur (4-6,8). Ancak literatürde bu egzersiz protokollerinin tipi, içeriği, şiddeti ve süresi hakkında halen görüş birliğine varılamamıştır.

Konsentrik kontraksiyon ile üretilen kuvvet eksentrik kuvvetten daha azdır (9). Bunun sebebinin konsentrik kasılma sırasında sadece kontraktıl elemanların devreye girmesi olduğu belirtilmektedir (10). Konsentrik kasılma sırasında harcanan oksijen ise, eksentrik egzersize göre 4-5 kat daha fazladır (9). Eksentrik kontraksiyonda kasta meydana gelen kuvvet, uygulanan dış kuvvetten daha azdır ve negatif iş olarak tanımlanır (11). Eksentrik kasılma ile, konsentrik kasılmaya göre daha fazla kuvvet üretimi

gerçekleşir. Bu durumun sebebi, eksentrik kasılma da kontraktıl elemanların yanı sıra kas etrafındaki elastik konnektif dokunun da devreye girmesidir (10). Eksentrik kasılma ile daha fazla kuvvet üretimi olmasına rağmen, daha az yorgunluk meydana getirdiği belirtilmiştir. Eksentrik kontraksiyonda her bir kas lifi daha fazla kuvvet oluştururken, motor üniteler enerjiyi depo eder ve daha az enerji harcar. Aynı şiddetteki konsentrik egzersize göre, eksentrik egzersiz ile daha az oksijen harcandığı, kalp hızında ise daha az artış olduğu bildirilmektedir (9).

Literatürde, MS'e yönelik eksentrik ve konsentrik egzersizlerin kas kuvvetini artırmada ve yorgunluğu azaltmada etkili egzersiz yaklaşımları olduğu belirtilmektedir (12,13). MS hastalarında aerobik egzersizlerin hemodinamik yanıtlarını inceleyen kısıtlı çalışmalar vardır. Buna karşılık, konsentrik ve eksentrik egzersiz eğitiminin yorgunluk, fonksiyonel kapasite ve hemodinamik yanıtlar üzerine etkisini araştıran bir çalışma yoktur. Bu nedenle bu çalışmada; MS hastalarında eksentrik ve konsentrik egzersiz eğitiminin hemodinamik yanıt, fonksiyonel kapasite ve yorgunluk üzerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlandı. Eksentrik egzersizin, hemodinamik yanıtlar, fonksiyonel kapasite ve yorgunluk üzerine etkisi olacağı yönünde hipotez kuruldu.

YÖNTEM

Bireyler

Ocak-Aralık 2019 tarihleri arasında SANKO Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Araştırma ve Tedavi Ünitesi'ne yönlendirilen MS tanılı hastalar çalışma hakkında bilgilendirildi. Gönüllü katılımcılara aydınlatılmış onam formu imzalatıldı. Bireylerin dahil edilme kriterleri; 18-50 yaş arasında olmak, Genişletilmiş Özürüllük Durum Ölçeği (Expanded Disability Status Scale [EDSS]) skorunun 1-4 arasında olması, düzenli egzersiz yapma alışkanlığının olmaması, yürümeye engel olabilecek bozukluğun (ortopedik yaralanma, akut ağrı) olmaması ve eşlik eden diğer kronik hastalıkların (hipertansiyon, Diabetes Mellitus vb) bulunmamasıydı. Çalışma dışında bırakma kriterleri ise; son bir ay içerisinde atak geçirmemiş olması veya Fampridin etken maddesi içeren ilaç kullanması, son altı ay

içerisinde botulinum toksin tedavisi alması ve gebe olması idi. Çalışmanın etik onayı, 24.07.2018 tarihinde SANKO Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alındı (No: 2018/08, Karar No: 10 sayılı Etik Kurul Kararı).

Prospektif, rastgele kontrollü olan çalışmaya dahil edilen hastalar, minimizasyon yöntemi ile iki gruba ayrıldı (14). Bu yöntem küçük örneklem genişliklerinde bile çok sayıda faktör için gruplar arasında denge sağlamada etkili bir yöntemdir. Hastaların EDSS skorları, yaşları ve cinsiyetleri, egzersiz eğitiminden bağımsız olarak, değerlendirme parametrelerini etkileyebileceği düşünüldüğünden, randomizasyonda EDSS skoru, yaş ve cinsiyet minimizasyon parametreleri olarak kullanıldı. Minimizasyonda, EDSS skorları; 0-1,5, 1,5-2,5 ve 2,5-4 arası ve yaşları; 18-29, 30-39 ve 40-50 arasında olan bireyler cinsiyet farkı gözetilerek, her gruba eşit olarak dağıtıldı.

Değerlendirme Yöntemleri

Eğitim öncesi ve sonrası tüm değerlendirmeler çalışmada yer almayan deneyimli başka bir fizyoterapist tarafından yapıldı. Seanslar sırasındaki hemodinamik yanıtlar, egzersiz eğitimini uygulayan fizyoterapist tarafından takip edildi.

Demografik Bilgiler

Dahil edilen hastaların fiziksel özellikleri ve demografik bilgileri (yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı) ve hastalık ile ilgili bilgileri (hastalık süresi ve EDSS skoru) kaydedildi. Vücut kütle indeksi (VKİ); vücut ağırlığının, boyun metre cinsinden karesine bölünmesi ile hesaplandı.

Hemodinamik Yanıtlar ve Oksijen Saturasyonu

Tüm hastaların hemodinamik yanıtları (kalp hızı, kan basıncı) ve oksijen saturasyonu değerleri, her seansta egzersiz öncesi ve sonrasında kaydedildi. Kalp hızı ve oksijen saturasyonu pulse oksimetre (Tekcell, CMS50DL, ShenZhen, Çin) ile, kan basıncı mekanik tansiyon aleti (ERKA, Bad Tölz, Almanya) ile ölçüldü. Miyokardın oksijen tüketimini belirleyen "double product (DP)" değeri, sistolik kan basıncı ve kalp hızı değerleri ile "Double Product = Sistolik Kan Basıncı x Kalp Hızı x 10-2" formülüne yerleştirilerek hesaplandı (15,16).

Fonksiyonel Kapasite

Fonksiyonel kapasite, altı dakika yürüme testi

(6DYT) ile değerlendirildi (17). Bu testte bireyin altı dakika sürede maksimum yürüme mesafesi ölçülerek, mobilite yönünden fonksiyonel kapasitesi değerlendirilir. Bireylerden altı dakika boyunca 30 m uzunluğundaki bir koridorda yürüyebileceği en uzun mesafeyi yürütmesi istendi. Bu sürenin sonunda bireyin yürüdüğü toplam mesafe metre cinsinden kaydedildi (18). 6DYT, MS'li bireylerde yüksek test-tekrar test güvenilirliğine (ICC=0,95-0,99) sahiptir ve tek bir test uygulaması yeterlidir (19).

Algılanan efor şiddetinin sorgulanmasında, 0-10 arasında derecelendiren Modifiye Borg Skalası kullanıldı. Skalaya göre bireyler algıladıkları egzersiz şiddetini 0-10 arası bir değer ile ifade etti. Modifiye Borg Skalası'nda, "0: Hiç yorgunluğum yok" ve "10: Çok şiddetli" olarak ifade edilir (20). Her seansın öncesi ve sonrası alınan değerlerin arasındaki fark kaydedildi.

Yorgunluk

Değerlendirmede, Yorgunluk Şiddet Ölçeği (YŞÖ) ve Yorgunluk Etki Ölçeği (YEÖ) kullanıldı (21,22). YŞÖ, MS'li bireylerde yorgunluğu kapsamlı olarak değerlendiren ve literatürde sık kullanılan ölçektir. Dokuz sorudan oluşan ölçekte, en yüksek puan 63, en düşük puan ise 9'dur. YŞÖ puanının artması, yorgunluğun şiddetinin fazla olduğunu gösterir. Ölçeğin Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması Armutlu ve ark. tarafından yapılmıştır (21). YŞÖ test-tekrar test güvenilirliğine sahiptir. Ölçeğin iç tutarlılığının ise, MS hastaları için iyi düzeyde olduğu bulunmuştur. Ölçeğin kullanımı için izin alındı.

YEÖ, yorgunluğun mental sağlık durumunu ve genel sağlık durumunu nasıl etkilediğini değerlendirmek için kullanılan bir ölçektir. Toplam 40 sorudan oluşur. Her soru 0 (problem yok) ile 4 (maksimum problem) puan arasında puanlanmaktadır. En yüksek puan 160'tır. Skorun artması, yorgunluğun sağlık durumunu olumsuz yönde etkilediğini gösterir. Ölçeğin Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması Armutlu ve ark. tarafından yapılmış olup, ölçeğin kullanımı için izin alındı (22). YEÖ test-tekrar test güvenilirliğine sahiptir. Ölçeğin iç tutarlılığının ise yüksek olduğu belirtilmiştir.

Değerlendirmeler, sekiz hafta uygulanan egzersiz eğitimi öncesi ve sonrasında yapıldı.

Egzersiz Eğitim Programı

Eksentrik Egzersiz Eğitimi grubundaki hastalara sekiz hafta boyunca haftada iki gün, günde bir defa fizyoterapist eşliğinde egzersiz eğitimi uygulandı. Her seansta, hastaların koşubandında (Dunlop SR 7600, Jingjiang, Çin) beş dakika yürüyerek yapılan ısınmasının ardından, -% 10 yokuş aşağı eğimle, maksimum kalp hızının % 60-75'ine denk gelen hızda 20 dakika boyunca yürümeleri istendi. Daha sonra beş dakika soğuma egzersizi ile seans sonlandırıldı.

Konsentrik Egzersiz Eğitimi grubundaki hastalara, sekiz hafta boyunca haftada iki gün, günde bir kez fizyoterapist eşliğinde egzersiz eğitimi uygulandı. Her seansta, hastaların koşu bandında (Dunlop SR 7600, Jingjiang, Çin) yürüyerek yapılan ısınmasının ardından, +%10 yokuş yukarı eğimle, maksimum kalp hızının % 60-75'ine denk gelen hızda 20 dakika boyunca yürümeleri istendi. Daha sonra beş dakika soğuma egzersizi ile seans sonlandırıldı.

Egzersizler birinci ve ikinci haftalar için yaşla tahmin edilen maksimum kalp hızının % 60 şiddetinde, üçüncü ve dördüncü haftalar için % 65 şiddetinde, beşinci ve altıncı haftalar için % 70, yedinci ve sekizinci haftalar için % 75 şiddetinde kademeli bir şekilde artırılarak uygulandı. Egzersizler sırasında kalp hızı, koşubandının nabız monitörü ile kontrol edildi (23).

İstatistiksel Analiz

Analizler IBM SPSS paket programı (Version 20.0, IBM Corp, Armonk, ABD) ile yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Tanımlayıcı istatistik olarak, ölçümle belirtilen sürekli değişkenler için ortalama ve standart sapma, nitel de-

ğişkenler için frekans ve yüzde değerleri verildi. Gruplar arasındaki karşılaştırmalarda, parametrik test koşulları sağlandığından, Student t testi ve eksentrik-konsentrik grupların değişimlerinin karşılaştırılmasında Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi kullanıldı. İkişerli post-hoc karşılaştırmalarda Tukey testi kullanıldı. Bağımlı değişken karşılaştırmalarında normal dağılan veriler için paired t testi kullanıldı. Farklı seanslardaki karşılaştırmalarda, Tek Yönlü Varyans Analizi kullanıldı. Gruplara dahil edilen beş bireyin 16. seans kalp hızı ve 16. seans "double product" ortalama ve standart sapma değerleri dikkate alınarak, % 80 güç, % 5 a hata olasılığı ile toplamda 18 bireyin dahil edilmesinin uygun olduğu hesaplandı. Kayıpların olabileceği göz önünde bulundurularak örneklem büyüklüğü 20 olarak belirlendi (G*Power 3.1, Düsseldorf, Almanya).

SONUÇLAR

Dahil edilme kriterlerine uygun 20 kadın ve 2 erkek olmak üzere; toplam 22 birey belirlendi. İki erkek ve 2 kadın MS tanılı hasta EDSS skoru 4'ün üzerinde olduğu için dahil edilmedi. Grupların homojen olması göz önüne bulundurulduğundan 2 erkek hasta çalışmaya dahil edilmedi (Şekil 1).

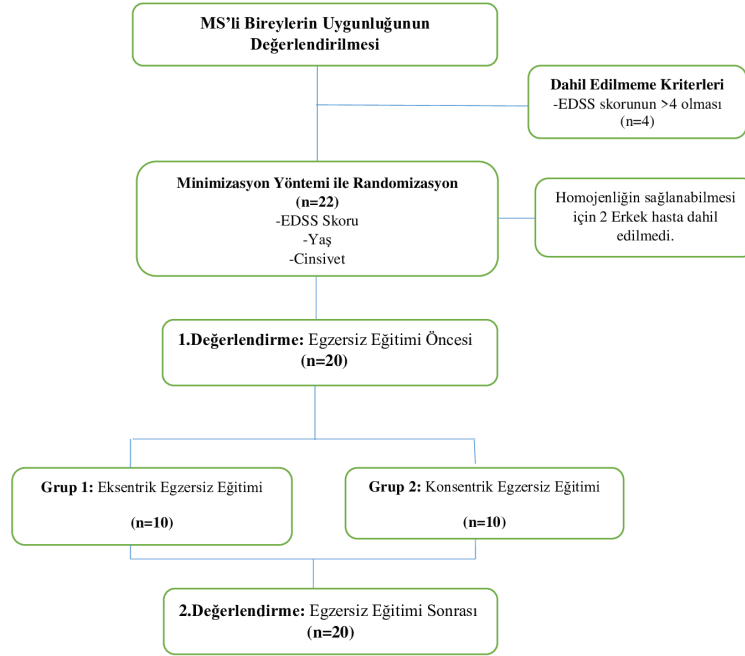
Çalışmaya katılan gruplar yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi (VKİ), hastalık süresi ve EDSS skoru açısından benzerdi ($p>0,05$, Tablo 1).

Eksentrik Egzersiz Eğitim grubunda; ilk seansta maksimum kalp hızının % 60'ına denk gelen eğitim hızı $3,30\pm 0,83$ km/saat, son seansta maksimum kalp hızının % 75'ine denk gelen eğitim hızı ise $3,86\pm 0,68$ km/saat idi. Konsentrik egzersiz eğitim grubunda, ilk seansta maksimum kalp hızının % 60'ına denk gelen eğitim hızı $3,30\pm 0,51$ km/saat, son seansta maksimum kalp hızının % 75'ine denk gelen eğitim hızı ise $3,69\pm 0,68$ km/saat idi. Grup-

Tablo 1: Hastaların Demografik ve Klinik Özellikleri.

Değişken	Eksentrik Egzersiz Eğitimi (n=10) (X±SS)	Konsentrik Egzersiz Eğitimi (n=10) (X±SS)	p
Yaş (yıl)	34,8±8,02	37,80±7,06	0,387
Boy (cm)	164,20±6,23	160,60±5,08	0,791
Vücut ağırlığı (kg)	67,70±10,03	69,20±8,50	0,737
VKİ (kg/m ²)	25,05±2,91	26,87±3,48	0,223
Hastalık Süresi (yıl)	6,7±6,42	5,2±3,96	0,538
EDSS Skoru (0-10)	1,60±0,84	1,65±0,57	0,879

Student t Testi. VKİ: Vücut Kütle İndeksi, EDSS: Expanded Disability Status Scale.



Şekil 1: Çalışma Akış Şeması.

ların eğitimde hız değişimleri birbirine benzerdi ($p=0,363$).

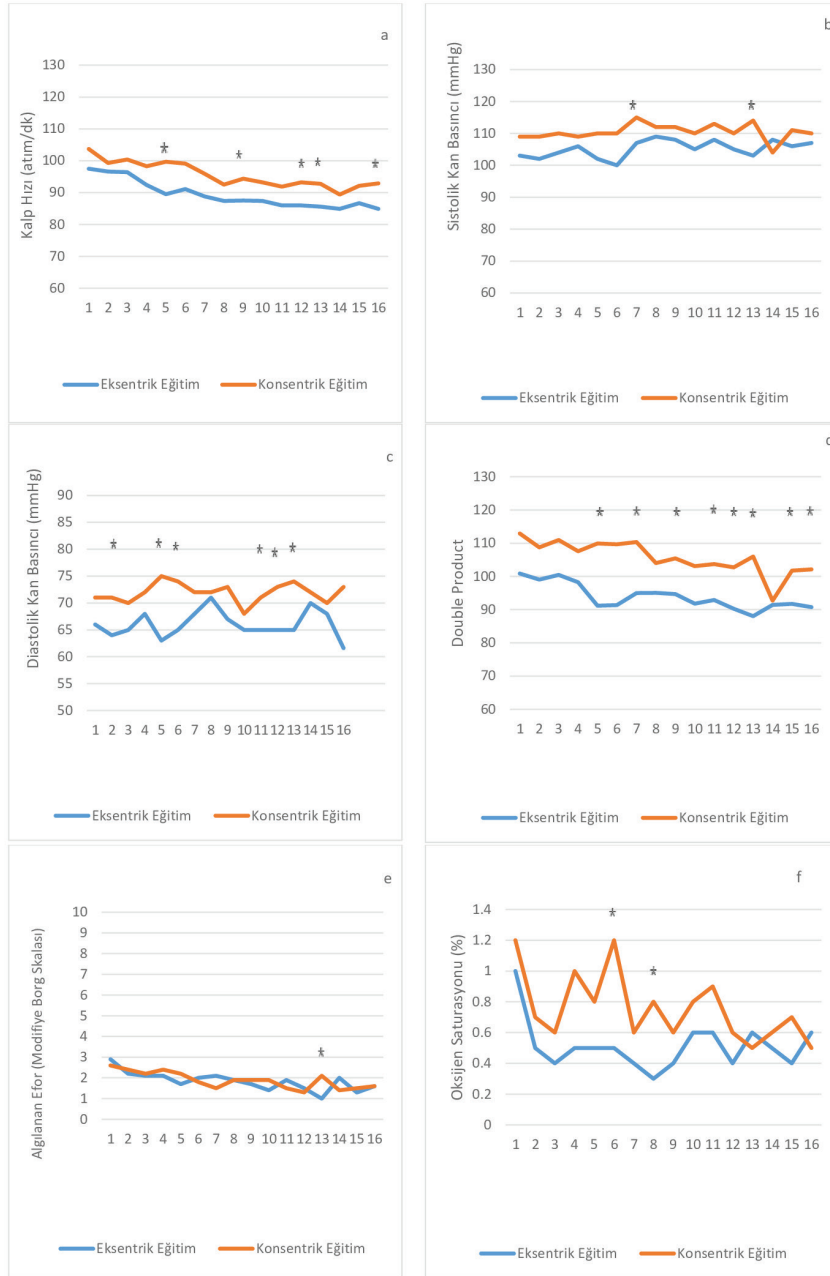
Grupların hemodinamik yanıtları karşılaştırıldığında, eksentrik egzersiz grubunda, kalp hızı, beşinci ($p=0,045$), dokuzuncu ($p=0,012$), 12. ($p=0,040$), 13. ($p=0,031$), ve 16. ($p=0,005$) seanslarda, konsentrik egzersiz grubuna göre anlamlı olarak daha düşük bulundu. Eksentrik egzersiz grubunda, konsentrik egzersiz grubuna göre sistolik kan basıncı yedinci

($p=0,032$) ve 13. seanslarda ($p=0,026$), diastolik kan basıncı ise, ikinci ($p=0,024$), beşinci ($p=0,003$), altıncı ($p=0,029$), 11. ($p=0,006$), 12. ($p=0,008$) ve 13. ($p=0,019$) seanslarda anlamlı olarak daha azdı. "Double product" değeri ise, beşinci ($p=0,014$), yedinci ($p=0,014$), dokuzuncu ($p=0,040$), 11. ($p=0,023$), 12. ($p=0,0018$), 13. ($p=0,004$), 15. ($p=0,037$) ve 16. ($p=0,016$) seanslarda eksentrik egzersiz grubunda anlamlı olarak daha düşüktü (Şekil 2). Grupların

Tablo 2: Yorgunluk Şiddet Ölçeği, Yorgunluk Etki Ölçeği ve Altı Dakika Yürüme Testinin Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması.

Değişken	Eksentrik Egzersiz Eğitimi (n=10) (X±SS)	Konsentrik Egzersiz Eğitimi (n=10) (X±SS)	p
Yorgunluk Şiddet Ölçeği			
Eğitim Öncesi	44,50±8,52	45,80±3,01	0,957 ^a
Eğitim Sonrası	36,50±8,24	37,90±5,80	
p^b	0,001 ^{tb}	0,008 ^{tb}	
Yorgunluk Etki Ölçeği			
Eğitim Öncesi	60,50±19,52	60,4±12,09	0,420 ^a
Eğitim Sonrası	41,40±5,87	45,40±17,41	
p^b	0,001 ^{tb}	<0,001 ^{tb}	
6DYT Yürüme Testi (m)			
Eğitim Öncesi	412,70±104,92	330,0±70,98	0,938 ^a
Eğitim Sonrası	483,70±86,19	399,3±90,40	
p^b	0,001 ^{tb}	0,001 ^{tb}	

^ap<0,05. ^aTekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi. ^bPaired t Testi. 6DYT: Altı Dakika Yürüme Testi.



Şekil 2: Eksentrik ve Konsentrik Egzersiz Eğitimin Hemodinamik Yanıtları ve Modifiye Borg Skalası Sonuçları. (a) Kalp Hızı (atım/dk), (b) Sistolik Kan Basıncı (mmHg), (c) Diastolik Kan Basıncı (mmHg), (d) “Double Product”, (e) Algılanan Efor (Modifiye Borg Skalası, 0-10 puan), ve (f) Oksijen Saturasyonu (%). * $p < 0,05$. Tek Yönlü Varyans Analizi.

başlangıçtaki oksijen saturasyonları eksentrik egzersiz eğitim grubunda % $97,60 \pm 0,96$, konsentrik egzersiz eğitim grubunda ise % $97,80 \pm 0,63$ idi, değerler normal sınırlarda olup, değişimler cihaz hata payı sınırları içerisindeydi. Seanslardaki oksijen saturasyon fark değeri, altıncı ($p = 0,015$) ve sekizinci ($p = 0,024$) seanslarda eksentrik egzersiz grubunda anlamlı olarak daha düşüktü.

Sekiz haftalık egzersiz eğitimi sonrasında, 6DYT mesafesi, YŞÖ ve YEÖ sonuçları yönünden gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p > 0,05$). Gruplar arasında 6DYT testi sonrası ulaşılan kalp hızları açısından da bir fark bulunmadı ($p = 0,397$). Her iki grupta da egzersiz eğitimi sonrası, 6DYT mesafesi eğitim öncesine göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p < 0,05$) (Tablo 2). YŞÖ ve YEÖ toplam puanı ise,

eğitim öncesine göre anlamlı olarak daha düşüktü ($p<0,05$) (Tablo 2).

Eksentrik egzersiz eğitim grubunun, Modifiye Borg Skalası değerleri, konsentrik egzersiz eğitim grubuna göre 13. seansta anlamlı olarak daha düşüktü ($p=0,009$) (Şekil 2).

TARTIŞMA

MS tanılı bireylerde eksentrik ve konsentrik aerobik egzersizlerin yorgunluk, fonksiyonel kapasite ve hemodinamik yanıtlarını karşılaştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada, egzersiz eğitiminin yorgunluk algısını ve etkisini azalttığı, fonksiyonel kapasiteyi artırdığı, bununla birlikte egzersiz eğitimi tiplerinin birbirine üstünlüğü olmadığı bulundu. Grupların hemodinamik yanıtlarından özellikle son seanslarda kalp hızı ve “double product” değerlerinde olmak üzere, sistolik ve diastolik kan basıncı değerlerinin, oksijen saturasyonunun farkının bazı seanslarda eksentrik egzersiz grubunda daha düşük olduğunu ortaya koydu.

MS’in motor kayıpla sonuçlanan bir nörolojik hastalık olması, kasların zayıflamasına ve fonksiyonel kapasitenin azalmasına neden olmakta ve önleyici tedaviler gerektirmektedir. MS hastalarında, farklı egzersiz eğitimlerinin hemodinamik yanıtlarını gösteren az sayıda çalışma yer almaktadır. Yalnızca Monteiro Junior ve ark.’nın 2012 yılında yaptıkları bir çalışmada, MS’de Nintendo Wii eğitimlerinin, akut hemodinamik yanıtları incelenmiştir (24). Çalışmanın sonucunda “boks” ile yapılan egzersiz seansının “kılıç oyununa” göre, Amerikan Spor Hekimliği Koleji yönergelerine uygun olarak fiziksel uygunluğun korunması için önerilen değerleri elde etmek için kalp hızını uyarabildiği belirtilmiştir. Çalışmamız MS hastalarında, farklı aerobik egzersiz eğitimlerinin tüm seanslarındaki, hemodinamik yanıtlarını inceleyen ilk çalışmadır.

Eksentrik ve konsentrik egzersizlerin vücutta farklı fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonlara neden olduğu gösterilmiştir (25). Eksentrik egzersiz eğitimi sırasında, antigravite kaslarından, quadriseps ve tibialis anterior kasları eksentrik kontraksiyon ile çalışmaktadır. Yokuş aşağı inerken quadriseps kası her adımda eksentrik olarak kasılıp graviteye karşı diz fleksiyon derecesini ayarlayarak, hareketin yavaş ve kontrollü olmasını sağlar (26). Bu süreçte

kasta mekanik yolla bir enerji oluşur. Oluşan enerji kasın nasıl kullanıldığına bağlı olarak ısıya dönüşür veya kasta potansiyel enerji olarak depolanır. Dolayısıyla eksentrik kontraksiyon ile beraber enerji üretiminde verim sağlanmakta, bu durum eksentrik kontraksiyonlarda negatif iş olarak tanımlanmaktadır (27). Konsentrik yürüme eğitiminde oluşan daha yüksek egzersiz şiddeti ile mekanik ve vasküler yüklenmenin sonucunda, kardiyak sempatik modülasyon yanıtı, mekanoreseptör ve baroreseptörlerdeki aktivasyon artışından kaynaklanabilir (28). Bir başka mekanizmada venöz dönüşün azalması ile birlikte kardiyopulmoner reseptörlerde deaktivasyon ve kalp hızında artış görülebileceği belirtilmiştir (28). Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde çalışmamızda; eksentrik egzersiz grubunda kalp hızı, “double product” değerinin ve oksijen saturasyon farkının daha düşük bulunmasının nedeninin sempatik aktivite artışı ve parasempatik aktivite azalışının, artmış kardiyovasküler risk ile ilişkisi ve negatif iş yükü olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, MS olan bireylerde, karotis barorefleks kontrol bozukluğu ve kan basıncında düzensizliğe yol açabilen kardiyovasküler otonomik fonksiyon bozukluğu görülebilmesi kan basıncında, eğitim sonrası değişim olmamasını açıklamaktadır (29,30).

Toyomura ve ark. sağlıklı bireylerde 15 seans uygulanan eksentrik ve konsentrik egzersiz eğitiminin etkilerini karşılaştırdıkları çalışmada, kalp hızında, her iki grupta seanslar boyunca anlamlı fark olmadığını belirtmiştir (31). Keytsman ve ark.’nın 2019 yılında yaptığı pilot çalışmada ise, yüksek şiddetli aerobik egzersizin kardiyovasküler risk faktörleri üzerine etkisi incelenmiştir. Eğitim sonrasında kalp hızında anlamlı azalma olduğu belirtilirken, sistolik ve diastolik kan basıncında değişim gözlenmemiştir (32). Çalışmamızda, MS hastalarında; hemodinamik yanıtlardan kalp hızında eksentrik egzersiz eğitimi ile, konsentrik egzersiz eğitime göre, üç seansta anlamlı bir azalma olduğu bulundu. Sistolik kan basıncında iki seans dışında anlamlı azalma görülmezken, diastolik kan basıncında dört seans dışında anlamlı azalma görülmedi. Ancak her iki egzersiz grubunda, sistolik ve diastolik kan basıncında, eğitim sonrasında değişiklik görülmedi. Miyokardın iş yükünü gösteren “double product” değeri, eksentrik egzersiz grubunda, konsentrik egzersiz grubuna göre daha düşük bulundu. Yapılan bir çalışmada,

egzersiz eğitimine bağlı olarak gelişen nöromusküler adaptasyonun eksentrik eğitim ile daha fazla geliştiği belirtilmiştir (33). Eksentrik egzersiz eğitiminde sekizinci seanstan itibaren (9., 10. ve 16. seanslar) kalp hızının, konsentrik egzersiz eğitime göre daha düşük olmasının, gelişen nöromusküler adaptasyona bağlı olarak, iş yükündeki azalmadan kaynaklandığını düşündürmektedir.

Çalışmamızda eksentrik ve konsentrik egzersiz eğitiminin fonksiyonel kapasiteyi artırdığı bulundu. İstatistiksel olarak egzersizlerin birbirine göre üstünlüğü bulunmasa da, eksentrik egzersiz grubunda fonksiyonel kapasitede daha fazla artış elde edildi. Newman ve ark. çalışmalarında, MS tanılı hastalara, koşubandında düz zeminde, maksimum kalp hızının % 55-85'inde 12 seans boyunca verilen aerobik egzersiz eğitiminin fonksiyonel kapasiteyi artırmadığı gösterilmiştir (34). Newman ve ark. ile aynı egzersiz protokolünü uygulayan Van den Berg ve ark. da benzer sonuçlar elde etmişlerdir (35). Ancak, çalışmamızda egzersizler 16 seans boyunca uygulandı ve koşubandı egzersiz eğitimi her iki grupta farklı yönlerde olmakla birlikte % 10 eğitimde verildi. Eksentrik egzersiz eğitimi ile fonksiyonel kapasitede meydana gelen artışın, kas kuvvet artışına bağlı olarak elde edildiği düşünülmektedir.

Samaei ve ark. MS'li bireyler üzerine yaptıkları araştırmada eksentrik egzersiz eğitiminin fonksiyonel kapasiteyi artırdığını belirtirken; Toyomura ve ark. sağlıklı bireylerde eksentrik eğitimin fonksiyonel kapasiteyi artırmada konsentrik egzersize göre üstünlüğü olmadığını bulmuşlardır (31,36). Samaei ve ark. yokuş aşağı yapılan eksentrik egzersiz eğitiminin, quadriseps kas kuvvetinde gelişme sağlayarak, fonksiyonel kapasiteyi artırdığını belirtmişlerdir (36). Eksentrik ve konsentrik aerobik egzersiz eğitiminin alt ekstremitte kas kuvvetine etkisi ve fonksiyonel kapasite ile ilişkisinin ayrıca araştırılması gerekmektedir.

MS'e ait bulgulardan yorgunluk, bireylerin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (37). MS hastalarında yorgunluğu azaltmak için birçok egzersiz yaklaşımı ortaya konmuştur (13). Samaei ve ark.'ın çalışmasında, MS tanılı hastalara dört hafta boyunca, üç gün/hafta, maksimum kalp hızının % 85'inde, eksentrik (-%10 eğim) ve konsentrik egzersiz (+% 10 eğim) eğitimi verilmiştir (36). Çalı-

şmanın sonucunda; eksentrik egzersiz grubunda daha belirgin olarak, yorgunluk düzeyinin azaldığı gösterilmiştir (36). Çalışmamızda ise, sekiz hafta boyunca, iki gün/hafta, maksimum kalp hızının % 60-75'inde uygulanan egzersiz eğitiminin yorgunluğu azalttığı, ancak eksentrik egzersizin konsentrik egzersize göre üstünlüğü olmadığı bulundu. Çalışmamızda, egzersiz şiddetinin daha düşük uygulanması nedeni ile iki grup arasında fark bulunmadığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda egzersiz şiddeti, MS tanılı hastalarda seans sırasında oluşabilecek ısı artışına bağlı yorgunluğu azaltmak için submaksimal seviyede ayarlandı. Çalışmamızda, Samaei ve ark.'ın çalışmasından farklı olarak, egzersiz seanslarında algılanan yorgunluk şiddetini sorguladığımızda, eksentrik egzersiz eğitiminin belli seanslarda daha az yorgunluk oluşturduğu görüldü. Eksentrik egzersiz sırasında farklı kas aktivasyon stratejilerinin, erken yorgunluğu önleyebileceği bildirilmiştir (38). Konsentrik egzersiz sırasında ısı şok proteini konsantrasyonunun, eksentrik egzersiz ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde artabileceği gösterilmiştir. Bu nedenle, yokuş aşağı yürüyüşün MS tanılı hastalar için daha kolay tolere edilebileceği düşünülmektedir.

Hemodinamik yanıtlar, fonksiyonel kapasite ve yorgunluk cevaplarının cinsiyetler arasında fark oluşturduğu bilinmektedir. MS'in kadınlarda daha fazla görülmesi ve homojenliği sağlayabilmek için, çalışmamıza erkek MS hastalarının dahil edilmemesi limitasyonlarımızdan biridir. Uzun dönem takip sonuçlarının olmaması, katılımcıların büyük çoğunluğunun düşük EDSS skoruna sahip olması da çalışmanın limitasyonlarından biridir. Bir diğer limitasyon ise, kalp hızı ve kan basıncı değişimlerine neden olacak otonomik fonksiyon bozukluğunun çalışmada değerlendirilmemesidir.

Sonuç olarak, çalışmadan elde edilen tüm veriler ışığında, MS tanılı hastalarda eksentrik egzersiz eğitiminin, yorgunluğu azaltması, fonksiyonel kapasiteyi artırması ve kardiyovasküler açıdan daha düşük enerji gerektirmesi gibi faydalı etkilerinden dolayı, rehabilitasyon programları içerisinde yer alması gerektiğini düşünmekteyiz. Ayrıca yapılacak ileride çalışmalarda, egzersiz eğitimlerinin takibinde hemodinamik yanıtların incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Destekleyen Kuruluş: Bu çalışma için herhangi bir kuruluştan destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Onay: Bu çalışmanın etik onayı, SANKO Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 24.07.2018 tarihinde 2018/08, Karar No:10 kayıt numarası ile alınmıştır.

Aydınlatılmış Onam: Tüm katılımcılardan çalışma öncesinde bilgilendirilmiş sözlü ve yazılı onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız hakemler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazar Katkıları: Konsept- ZİKK, TF; Dizayn- ZİKK, TF, MS, NE; Süpervizyon- ZİKK; Kaynaklar- ZİKK, TF, MS, NE; Materyaller- ZİKK, TF, MS, AN, AMN, NE; Veri toplama ve/veya İşleme- ZİKK, AN, AMN; Analiz ve/veya Yorumlama- ZİKK, TF, MS, AN, AMN, NE; Literatür Tarama- ZİKK, TF, MS, NE; Makale Yazımı- ZİKK, TF, MS, AN, AMN, NE; Eleştirel İnceleme- ZİKK, TF, MS, AN, AMN, NE.

Açıklamalar: Yok.

KAYNAKLAR

1. Derle E, Uzuner N, Canbaz Kabay S, Tuncer A. Multipl Skleroz sürecinde izlenen semptomlar ve tedavi yaklaşımları. Efendi H, Yardım Kuşçu D, eds. Multipl Skleroz tanı ve tedavi kılavuzu. İstanbul: Galenos Yayınevi; 2018: p. 150-66.
2. Hayes HA, Gappmaier E, LaStayo PC. Effects of high-intensity resistance training on strength, mobility, balance, and fatigue in individuals with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *J Neurol Phys Ther.* 2011;35(1):2-10.
3. Motl RW, Learmonth YC. Neurological disability and its association with walking impairment in multiple sclerosis: brief review. *Neurodegener Dis Manag.* 2014;4(6):491-500.
4. Cruickshank TM, Reyes AR, Ziman MR. A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or parkinson disease. *Medicine.* 2015;94(4):1-15.
5. 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;16:31-9.
6. Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, Abolhasani M. Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurol.* 2017;17(1):185-96.
7. Wens I, Eijnde BO, Hansen D. Muscular, cardiac, ventilatory and metabolic dysfunction in patients with multiple sclerosis: Implications for screening, clinical care and endurance and resistance exercise therapy, a scoping review. *J Neurol Sci.* 2016;367:107-21.
8. Andreasen A, Stenager E, Dalgas U. The effect of exercise therapy on fatigue in multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2011;17(9):1041-54.
9. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Eccentric exercise:

- physiological characteristics and acute responses. *Sports Med.* 2017;47(4):663-75.
10. Dean E. Physiology and therapeutic implications of negative work: a review. *Phys Ther.* 1988;68(2):233-7.
11. Padulo J, Chamari K, Concu A, Dal Pupo J, Laffaye G, Zagatto AM, et al. Concentric and eccentric: muscle contraction or exercise? New perspective. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2014;4(2):158.
12. Ponichtera JA, Rodgers MM, Glaser RM, Mathews TA, Camaione DN. Concentric and eccentric isokinetic lower extremity strength in persons with multiple sclerosis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;16(3):114-22.
13. Heine M, Van de Port I, Rietberg MB, Van Wegen EE, Kwakkel G. Exercise therapy for fatigue in multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;9:1-117.
14. Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V, Güney Z. Klinik araştırmalar, bilimsel planlama ve analiz yöntemleri. 1. Baskı. Ankara: Hatipoğlu Yayınevi; 2007.
15. Guyton A, Hall J. Textbook of medical physiology. 11th ed. Philadelphia: Elsevier; 2006.
16. Froelicher V, Myers J. Exercise and the heart. 5th ed. Philadelphia, PA: Saunders, Elsevier; 2006.
17. Savci S, Inal-Ince D, Arıkan H, Guclu-Gunduz A, Cetisli-Korkmaz N, Armutlu K, Karabudak R. Six-minute walk distance as a measure of functional exercise capacity in multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 2005;27(22):1365-71.
18. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan MA, Pepin V, Saey D, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J.* 2014;44:1428-46.
19. Wetzel JL, Fry DK, Pfaller LA. Six-minute walk test for persons with mild or moderate disability from multiple sclerosis: performance and explanatory factors. *Physiother Can.* 2011;63(2):166-80.
20. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
21. Armutlu K, Korkmaz NC, Keser I, Sumbuloglu V, Akbiyik DI, Güney Z, et al. The validity and reliability of the Fatigue Severity Scale in Turkish multiple sclerosis patients. *Int J Rehabil Res.* 2007;30(1):81-5.
22. Armutlu K, Keser İ, Korkmaz N, Akbiyik Dİ, Sümbüloğlu V, Güney Z, et al. Psychometric study of Turkish version of Fatigue Impact Scale in multiple sclerosis patients. *J Neurol Sci.* 2007;255(1-2):64-8.
23. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
24. Monteiro Junior RS, Dantas A, De Souza CP, Da Silva EB. Acute responses of a physical training session with a Nintendo Wii on hemodynamic variables of an individual with multiple sclerosis. *Games Health J.* 2012;1(6):456-9.
25. Maciejczyk M, Więcek M, Szymura J, Szygula Z. Comparison of physiological and acid-base balance response during uphill, level and downhill running performed at constant velocity. *Acta Physiol Hung.* 2013;100(3):347-54.
26. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol.* 2001;537(2):333-45.
27. Numanoğlu EA. Eksentrik kas eğitimi ve kliniğe uyarlanması. In: Karaduman A, Ülger Ö, Kılınc M, Vardar Yağlı N, Serel S, eds. Fizyoterapi Seminerleri. Ankara: Pelikan Kitapevi; 2014(1): p. 278-89.
28. Simões RP, Mendes RG, Castello V, Machado HG, Almeida LB, Baldissera V, et al. Heart-rate variability and blood-lactate threshold interaction during progressive resistance exercise in healthy older men. *J Strength Cond Res.* 2010;24(5):1313-20.
29. Huang M, Allen DR, Keller DM, Fadel PJ, Frohman EM, Davis SL. Impaired carotid baroreflex control of arterial blood pressure in

- multiple sclerosis. *J Neurophysiol.* 2016;116(1):81-7.
30. Huang M, Jay O, Davis SL. Autonomic dysfunction in multiple sclerosis: implications for exercise. *Auton Neurosci.* 2015;188:82-5.
31. Toyomura J, Mori H, Tayashiki K, Yamamoto M, Kanehisa H, Maeo S. Efficacy of downhill running training for improving muscular and aerobic performances. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2018;43(4):403-10.
32. Keytsman C, Hansen D, Wens I, O. Eijnde B. Impact of high-intensity concurrent training on cardiovascular risk factors in persons with multiple sclerosis: pilot study. *Disabil Rehabil.* 2019;41(4):430-5.
33. Vernillo G, Giandolini M, Edwards WB, Morin J-B, Samozino P, Horvais N, et al. Biomechanics and physiology of uphill and downhill running. *Sports Med.* 2017;47(4):615-29.
34. Newman M, Dawes H, Van den Berg M, Wade D, Burridge J, Izadi H. Can aerobic treadmill training reduce the effort of walking and fatigue in people with multiple sclerosis: a pilot study. *Mult Scler.* 2007;13(1):113-9.
35. Van den Berg M, Dawes H, Wade D, Newman M, Burridge J, Izadi H, et al. Treadmill training for individuals with multiple sclerosis: a pilot randomised trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2006;77(4):531-3.
36. Samaei A, Bakhtiary AH, Hajihassani A, Fatemi E, Motaharinezhad F. Uphill and downhill walking in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Int J MS Care.* 2016;18(1):34-41.
37. Ayache SS, Chalah MA. Fatigue in multiple sclerosis—insights into evaluation and management. *Neurophysiol Clin.* 2017;47(2):139-71.
38. Lollo PC, Moura CS, Morato PN, Amaya-Farfan J. Differential response of heat shock proteins to uphill and downhill exercise in heart, skeletal muscle, lung and kidney tissues. *J Sports Sci Med.* 2013;12(3):461-6.