

JOURNAL OF  
**EXERCISE THERAPY**  
AND REHABILITATION



## JOURNAL OF EXERCISE THERAPY AND REHABILITATION

Cilt / Volume 10 Sayı / No 1 Nisan / April 2023



Dadırac,  
*Salvia verticillata subsp. amasiaca*  
(Türkiye endemik bitkisi / Endemic plant of Türkiye)

### Dergi hakkında ([www.jetr.org.tr](http://www.jetr.org.tr))

- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation (JETR), fizyoterapi ve rehabilitasyon, spor ve egzersiz, odyoloji, konuşma terapisi, iş-ugraşı terapisini içeren diğer sağlık disiplinlerinin yanı sıra egzersiz fizyolojisi, beslenme ve çocuk gelişimi alanlarında İngilizce ve Türkçe vaka çalışmaları ile birlikte araştırma ve derleme makalelerini yayınlamaktadır.
- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation (JETR), aynı zamanda, başyazılar, editöre mektup, ulusal ve uluslararası kongreler, panel toplantıları, konferans ve sempozyumlardaki özetleri yayınlar ve güncel ilgi alanlarının önemli konuları üzerine açık bir tartışma forumu olarak işlev görebilir.
- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation (JETR), yılda üç kez, Nisan, Ağustos ve Aralık aylarında yayınlanmaktadır.
- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation (JETR), EBSCOhost, ULAKBİM TR Dizin, Google Scholar and Directory of Research Journal Indexing isimli indekslerde yer almaktadır.
- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation "J Exerc Ther Rehabil" olarak kısaltılmaktadır.
- Tüm hakları saklıdır ©.

### About JETR ([www.jetr.org.tr](http://www.jetr.org.tr))

- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation (JETR) publishes research and review articles together with case studies in the fields of physiotherapy and rehabilitation, sports and exercise, and other health disciplines including audiology, speech therapy, occupational therapy as well as exercise physiology, nutrition, and child development in English and Turkish.
- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation (JETR) is published three times yearly, in April, August and December.
- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation (JETR) also publishes editorials, a letter to editor section, abstracts from international and national congresses, panel meetings, conference and symposia, and can function as an open discussion forum on significant issues of current interests.
- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation (JETR) indexed in EBSCOhost, ULAKBİM TR Index, Google Scholar and Directory of Research Journal Indexing.
- Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation is abbreviated as "J Exerc Ther Rehabil".
- All rights reserved ©.

## Editor in Chef

Prof. Yavuz YAKUT, *Hasan Kalyoncu University, Gaziantep, Türkiye*

## Editors

Prof. Kezban BAYRAMLAR, *Hasan Kalyoncu University, Gaziantep, Türkiye*  
Prof. Volga BAYRAKCI TUNAY, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Asst. Prof. Özgen ARAS, *Kütahya Health Sciences University, Kütahya, Türkiye*  
Prof. Mintaze KEREM GÜNEL, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*

Prof. Tülin DÜĞER, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Zafer ERDEN, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Asst. Prof. Aydın MERİÇ, *Lefke European University, North Cyprus*

## Associate Editors

Prof. Songül ATASAVUN UYSAL, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Assoc. Prof. Çiğdem AYHAN KURU, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Aydan AYTAZ, *Başkent University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Sevil BİLGİN, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Meral BOŞNAK GÜÇLÜ, *Gazi University, Ankara, Türkiye*  
Assoc. Prof. İlkşan DEMİRBÜKEN, *Marmara University, İstanbul, Türkiye*

Assoc. Prof. Ceren GÜRŞEN, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Assoc. Prof. Gizem İrem KINIKLI, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Assoc. Prof. Nursen ÖZDEMİR İLÇİN, *Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye*  
Assoc. Prof. Serap ÖZGÜL, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Engin ŞİMŞEK, *Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye*  
Prof. Naciye VARDAR YAĞLI, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*

## English Editors

Prof. Fatma UYGUR, *Cyprus International University, North Cyprus*  
Prof. Buket ERKAL, *Yakındoğu University, North Cyprus*  
Prof. Meral BOŞNAK GÜÇLÜ, *Gazi University, Ankara, Türkiye*

Prof. Engin ŞİMŞEK, *Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye*  
Assoc. Prof. Gizem İrem KINIKLI, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*

## Technical Editor

Vesile YILDIZ KABAK, PhD, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*

Kübra SEYHAN BIYIK, PhD, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*

## Associate Technical Editors

Mehmet Alphan ÇAKIROĞLU, MSc, *Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye*  
Dilara KARA, MSc, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Sefa ÜNEŞ, MSc, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*

Aykut ÖZÇADIRCI, MSc, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Burak ULUSOY, MSc, *Çankırı Karatekin University, Çankırı, Türkiye*

## Statistical Advisor

Prof. Mutlu Hayran, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*

## Ethic Advisor

Prof. Nükhet Ömek Büken, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*

## Advisory Board

Prof. Ali Kitiş, *Pamukkale University, Denizli, Türkiye*  
Prof. Ayşe Livanelioğlu, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Baran Yosmaoğlu, *Başkent University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Derya Özer Kaya, *İzmir Katip Çelebi University, İzmir, Türkiye*  
Prof. Didem Karadibak, *Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye*  
Prof. Edibe Ünal, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Ekin Akalan, *İstanbul Kültür University, İstanbul, Türkiye*  
Prof. Ela Tarakçı, *İstanbul University, Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye*  
Prof. Fatih Erbahceci, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Fatma Uygur, *Cyprus International University, North Cyprus*  
Prof. Ferdi Başkurt, *Süleyman Demirel University, Isparta, Türkiye*  
Prof. Funda Demirtürk, *Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye*  
Prof. Gül Baltacı, *Cyprus Health and Social Sciences University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Hasan Hallaçeli, *Mustafa Kemal University, Hatay, Türkiye*  
Prof. İlker Yılmaz, *Eskişehir Technical University, Eskişehir, Türkiye*  
Prof. İnci Yüksel, *Eastern Mediterranean University, North Cyprus*  
Prof. İpek Yeldan, *İstanbul University, Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye*  
Prof. Joseph Balogun, *Illinois, Chicago State University, USA*  
Prof. Kadriye Armutlu, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Kılıçhan Bayar, *Muğla University, Muğla, Türkiye*  
Prof. Mine Gülden Polat, *Marmara University, İstanbul, Türkiye*  
Prof. Mithat Koz, *Eastern Mediterranean University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Muzaffer Çolakoğlu, *Ege University, İzmir, Türkiye*  
Prof. Necmiye Ün Yıldırım, *Health Sciences University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Nevin Ergun, *Sanko University, Gaziantep, Türkiye*  
Prof. Nihal Gelecek, *Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye*  
Prof. Nur Tunali, *İstanbul Medipol University, İstanbul, Türkiye*

Prof. Pınar Bayhan, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Saadet Otman, *Biruni University, İstanbul, Türkiye*  
Prof. Salih Angın, *Cyprus International University, North Cyprus*  
Prof. Selnur Narin, *Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye*  
Prof. Servet Tunay, *Ankara, Türkiye*  
Prof. Seyit Çitaker, *Gazi University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Songül Aksoy, *Lokman Hekim University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Türkan Akbayrak, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Ümit Uğurlu, *Bezmialem Vakıf University, İstanbul, Türkiye*  
Prof. Yeşim Bakar, *Bakırçay University, İzmir, Türkiye*  
Prof. Yeşim Gökçe Kutsal, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Prof. Zuhâl Kunduraçılar, *Health Sciences University, İstanbul, Türkiye*  
Prof. Zübeyir Sarı, *Marmara University, İstanbul, Türkiye*  
Assoc. Prof. Esra Atılğan, *Medipol University, İstanbul, Türkiye*  
Assoc. Prof. Ferruh Taşpınar, *İzmir Demokrasi University, İzmir, Türkiye*  
Assoc. Prof. Gözde Yağcı, *Hacettepe University, Ankara, Türkiye*  
Assoc. Prof. Hülya Yücel, *Health Sciences University, İstanbul, Türkiye*  
Assoc. Prof. Devrim Tarakçı, *Medipol University, İstanbul, Türkiye*  
Assoc. Prof. Serkan Taş, *Alanya Alaaddin Keykubat University, Antalya, Türkiye*  
Assoc. Prof. Yasin Yurt, *Eastern Mediterranean University, North Cyprus*  
Asst. Prof. Burcu Dilek, *Trakya University, Edirne, Türkiye*  
Asst. Prof. Duygu Türker, *Health Sciences University, Ankara, Türkiye*  
Asst. Prof. Gönül Ertuğç Gülcelik, *İstanbul Gedik University, İstanbul, Türkiye*  
Asst. Prof. Hülya Şişli, *Bilgi University, İstanbul, Türkiye*  
Asst. Prof. Özge Özalp, *Cyprus International University, North Cyprus*  
Asst. Prof. Yıldız Erdoğanoglu, *Antalya Bilim University, Antalya, Türkiye*

JOURNAL OF  
**EXERCISE THERAPY**  
AND REHABILITATION

Cilt / Volume 10

Sayı / No 1

Nisan / April 2023

## İçindekiler / Contents

### ORIGINAL ARTICLE

- 1 Unilateral transtibial amputelerde farklı yürüyüş hızlarında kalça eklem kinematiğinin incelenmesi  
*Investigation of hip joint kinematics at different walking speeds in unilateral transtibial amputees*  
Ali İmran YALÇIN, Fatma Gül YAZICIOĞLU
- 9 Effect of Yoga and Pilates exercises on lumbar spine physical parameters in healthy women  
*Sağlıklı kadınlarda Yoga ve Pilates egzersizlerinin lumbar omurga fiziksel parametreleri üzerine etkisi*  
Vural OKUNAKOL, Sebahat Yaprak ÇETİN, Emel TAŞVURAN HORATA, Suat EREL
- 17 Subakromiyal sıkışma sendromlu hastaların el kavrama performanslarında kinezyo bantlamanın akut etkileri: randomize kontrollü çalışma  
*Acute effects of Kinesio Taping on hand grip performance in patients with subacromial impingement syndrome: a randomized controlled trial*  
Selvin BALKİ, Hacer Hicran ŞİMŞEK
- 25 Sağlıklı genç yetişkinlerde telerehabilitasyon temelli sliding hamstring curl egzersizinin hamstring esnekliği ve kognitif fonksiyonlar üzerine etkisi: pilot çalışma  
*Effects of telerehabilitation-based sliding hamstring curl exercise on hamstring flexibility and cognitive functions in healthy young adults: a pilot study*  
Çağlar SOYLU, Necmiye ÜN YILDIRIM
- 37 Physical activity level, sleep, fatigue and quality of life in Behçet's Disease and Familial Mediterranean Fever Disease during the Covid 19 Pandemic  
*Covid 19 Pandemi'sinde Behçet hastalığı ve Ailesel Akdeniz Ateşi hastalığında fiziksel aktivite düzeyi, uyku, yorgunluk ve yaşam kalitesi*  
Nejla UZUN, Ela TARAKCI, Serdal UĞURLU
- 48 Burnout of the physiotherapists and encountered stress factors related to corona virus epidemic in Turkey  
*Korona virüs salgınında fizyoterapistlerin mesleki tükenmişlik düzeyi ve pandemiyle ilişkili karşılaşılan stres faktörleri*  
Emre ŞENOCAK, Seda KARACA, Abdurrahman TANHAN, Şahin DEMİR, Aysel YILDIZ ÖZER

- 57 Elit sporcularda anaerobik kapasite, anaerobik güç, yorgunluk indeksi ve fonksiyonel performansın karşılaştırılması  
*Comparison of anaerobic capacity, anaerobic power, fatigue index and functional performance in elite athletes*  
Gülşah BAŞANDAÇ, Gülşah BARGI, Volga BAYRAKCI TUNAY
- 66 Validity of the Gross Motor Function Measurement in a sample of Turkish Children with Neurofibromatosis Type 1  
*Nörofibromatosis Tip 1 tanılı Türk çocukları örnekleminde Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü'nün geçerliliği*  
Özge ÇANKAYA, Sinem Asena SEL, Gökçe GÜRLER, Hira ALTUNBÜKER·Banu ANLAR, Mintaze KEREM GÜNEL

## ORIGINAL ARTICLE

# Unilateral transtibial amputelerde farklı yürüyüş hızlarında kalça eklem kinematığının incelenmesi

Ali İmran YALÇIN<sup>1</sup>, Fatma Gül YAZICIOĞLU<sup>1</sup>

**Amaç:** Çalışma unilateral transtibial amputasyonu olan bireylerin farklı yürüyüş hızlarında kalça eklem kinematiklerinin 3 boyutlu olarak incelenmesi amacıyla planlandı.

**Yöntem:** Çalışmaya unilateral transtibial amputasyonu olan (n=10) ve sağlıklı bireyler(n=10) olmak üzere 20 birey dahil edildi. Bireylerin kalça eklem kinematikleri yürüme bandı üzerinde normal hızda, bu hızın %80'inde ve %120'sinde yapılan yürüyüşlerde 3 boyutlu hareket analiz sistemi ile değerlendirildi.

**Bulgular:** Çalışma sonucunda bireylerin farklı yürüyüş hızlarında ve bu hızlarda gruplar arasında sagittal düzlemde yapılan ölçümlerde fark bulundu ( $p<0,05$ ). Ampute bireylerde protezli ekstremitede kalça hareketlerinin sagittal düzlemde etkilenmemiş ekstremiteden fazla olduğu görüldü ( $p<0,05$ ).

**Sonuç:** Sagittal düzlemdeki kalça hareketleri yürüyüş hızı ile doğru orantılı olarak değişkenlik göstermektedir. Ekstremiteler arasındaki asimetri farklı hızlarda da devam etmektedir. Bu nedenle ampute rehabilitasyonunda farklı hızlarda da simetrik yürüyüşe yönelik uygulamaların rehabilitasyon programlarına dahil edilmesi gerektiği görüşüne varıldı.

**Anahtar kelimeler:** Ampute, Yürüyüş, Kinematik, Kalça.

## Investigation of hip joint kinematics at different walking speeds in unilateral transtibial amputees

**Purpose:** The study was planned to examine hip joint kinematics in 3-dimesional at different walking speeds of individuals with unilateral transtibial amputation.

**Method:** Twenty individuals, including unilateral transtibial amputation (n=10) and healthy individuals (n=10), were included in the study. The hip joint kinematics of the individuals were evaluated with a 3-dimensional motion analysis system during walking at normal speed, 80% and 120% of normal speed on the treadmill.

**Results:** As a result of the study, there was a difference in the measurements made in the sagittal plane between the groups at different walking speeds of the individuals ( $p<0.05$ ). It was observed that hip movements in the prosthetic extremity in amputees were higher than the unaffected extremity in the sagittal plane ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** Hip movements in the sagittal plane vary in direct proportion to walking speed. The asymmetry between the extremities continues at different speeds. For this reason, it was concluded that applications for symmetrical walking at different speeds should be included in rehabilitation programs in amputee rehabilitation.

**Keywords:** Amputees, Gait, Kinematics, Hip.

1: Hacettepe University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Ankara, Türkiye.

Corresponding Author: Ali İmran Yalçin: aliyalçin@hacettepe.edu.tr

ORCID IDs (order of authors): 0000-0002-7361-4535;0000-0002-1160-979X

Received: June 21, 2022. Accepted: June 28, 2022.



**A**lt ekstremite amputasyonlarını takiben günlük yaşama geri dönüş için bireylere kazandırılması hedeflenen en önemli fonksiyonlardan başında yürüyüş gelmektedir.<sup>1,2</sup> Unilateral alt ekstremite amputasyonu olan bireylerde yürüyüş esnasında asimetrik bir yüklenme paterni içerisinde oldukları, ampute olmayan ekstremiteye daha çok yük verdikleri ve bu ekstremite üzerindeki duruş fazının daha uzun olduğu belirtilmektedir.<sup>3-6</sup> Alt ekstremite amputasyonu olan bireylerde gelişen bu asimetrinin ampute edilen ekstremitedeki anatomik yapıların ve duyu girdisinin kaybı kaynaklı olduğu düşünülmektedir.<sup>7</sup> Oluşan bu asimetrik yüklenme unilateral alt ekstremite amputasyonu olan bireylerde sekonder komplikasyonlara yol açabilmektedir.<sup>6,8</sup> Asimetrik yüklenmenin ilerleyen dönemlerde kalça ve diz eklemlerinde en sık ağrı ve osteoartit gibi komplikasyonların gelişmesine yol açtığı belirtilmektedir.<sup>9,10</sup> Unilateral transtibial amputasyonu olan bireylerde gelişebilecek olan komplikasyonların önlenmesi amacıyla yürüyüşün detaylı bir şekilde incelenmesi, asimetrik yüklenmenin ve geliştirilen kompansasyon stratejilerinin belirlenmesi son derece önemlidir.

Unilateral transtibial amputasyonu olan bireylerin yürüyüşe ait kinematik özellikleri inceleyen çalışmaların büyük bir çoğunluğu sabit bir zeminde ve bireylerin kendi seçtikleri yürüyüş hızlarında yapılmaktadır.<sup>11</sup> Bu ölçümler fonksiyonel olmakla birlikte bireylerin günlük yaşamlarındaki yürüyüşlerini birebir yansıtmamaktadır. Çünkü günlük hayatın gereklilikleri ve karşılaşılan koşullar yürüyüş aktivitesinin farklı hızlarda da yapılmasına neden olmaktadır.

Unilateral transtibial amputasyonu olan bireylerde yürüyüş hızı değiştiğinde kalça eklem kinematiklerinde de değişiklik olacağı ve bu değişikliklerin sağlıklı bireylerden farklı olacağını öngörmekteyiz. Bu nedenle çalışma, unilateral transtibial amputasyonu olan bireylere farklı yürüyüş hızlarında kalça eklemine oluşan kinematik değişikliklerin protezli ve protezsiz ekstremitede sağlıklı bireylerle değişiklik gösterip göstermediğini incelemek amacıyla planlanmıştır.

## YÖNTEM

### Bireyler

Çalışmaya Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi'ne başvuran 18-64 yaş aralığında bulunan, unilateral transtibial amputasyonu olan, yürüyüşü etkileyecek başka bir kas-iskelet sistemi ya da nörolojik problemi olmayan ve Medicare Fonksiyonel Sınıflama Sistemi'ne göre K3 ve üzeri seviyedeki 10 birey ve bu bireylerle benzer demografik ve antropometrik özelliklere sahip 10 sağlıklı birey dahil edildi.

Çalışma öncesinde Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı (GO 18/1019, 06.11.2018) ve bireyler çalışma ile ilgili bilgilendirildikten sonra yazılı onam formu imzalandı.

### Değerlendirmeler

Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, protez kullanan bireyler için protez komponentlerinin özellikleri kaydedildi. Tüm değerlendirmeler aynı fizyoterapist tarafından yapıldı.

### Yürüyüş Analizi

Çalışma kapsamında yapılan tüm yürüyüş değerlendirmeleri Biodex Gait Trainer 2 (Biodex Inc., Shirley, New York, USA) marka yürüyüş bandı üzerinde yapıldı. Bireylerin rahat hissettikleri yürüyüş hızları belirlendikten sonra bu hızda 1 dakikalık ısınma yürüyüşü yapıldı. Isınma yürüyüşlerinin ardından 1'er dakikalık yürüyüşler esnasında değerlendirmeler yapıldı. Farklı hızlarda değerlendirme yapabilmek amacıyla bireylerin kendi seçtikleri hızların %80'inde ve %120'sinde ölçümler tekrarlandı.<sup>12,13</sup>

Kinematik ölçümlerde MVN BIOMECH Awinda (Xsens Technologies B. V., Enschede, Netherlands) sistemi kullanılarak veriler toplandı.<sup>14</sup> Öncelikle sistemin yönergeleri doğrultusunda mezura yardımıyla bireylerin boy, kulaç ve segment uzunlukları, her iki akromion arası mesafeleri ve spina ilaca anterior superiorlar arası mesafeler ölçülerek sisteme kaydedildi. Daha sonra sistem içerisinde yer alan bireyler üzerine her birinin içerisinde 3 boyutlu birer akselerometre, jiroskop ve magnetometre bulunan 17 atalet ölçü birimi (*Inertial measurment unit*-IMU) sensörü, üzerinde sensör yerleştirmek için özel

bölmeleri bulunan esnek bir yelek, bir kafa bandı, bir çift eldiven ve bantlar yardımıyla yerleştirildi. Nötral pozisyonda belirli bir süre hareketsiz bekleme ve yürüme işlemlerinden oluşan kalibrasyon sürecini takiben 60 Hertz veri toplama hızında yürüyüş verileri toplandı. Yürüyüşler esnasında bilgisayar monitöründen sistem içerisine girilen antropometrik özelliklere (segment uzunlukları, boy vb.) göre oluşturulmuş olan avatar üzerinden yürüyüşler eş zamanlı olarak kontrol edildi.

Elde edilen veriler Visual3D (C-Motion, Inc, Germantown,MD) yazılımı kullanılarak analiz edildi ve raporlandı.<sup>15</sup> Bu yazılımda eklemelerden elde edilen 3 boyutlu kinematik veriler her bir hareket için ayaklara yerleştirilen sensörlerden elde edilen topuk teması verilerine göre yürüyüş döngüsünde %0-%100 olacak şekilde hesaplanarak grafik üzerinde ortalamaları alınarak rapor haline getirildi. Her bir grafiğin en yüksek, en düşük değerleri maksimum değerler olarak ve iki değer arasındaki fark da hareket açıklığı olarak kaydedildi.

#### İstatistiksel analiz

Verilerin analizinde “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) Versiyon 21 istatistik programı kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığına Shapiro Wilk testi ile bakıldı. Tüm sayısal değişkenler için ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı. Nominal değişkenler yüzde (%) ile ifade edildi. 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. 5 sağlıklı, 5 ampute bireyin dahil edildiği pilot çalışma sonrasında protezli ekstremiteler ve sağlıklı bireylerin nondominant ekstremitelerinden bireylerin kendi seçtikleri hızlardaki kalça fleksiyon verileri ile G-Power 3.1 programı kullanılarak yapılan güç analizinde etki büyüklüğünün 1,7 olduğu, 14 katılımcı ile çalışmanın %80 güce ulaşacağı hesaplanmıştır. Veri kaybı olabileceği düşünülerek 20 birey ile çalışma tamamlanmıştır.

## BULGULAR

Çalışmaya 20 adet erkek birey dahil edildi. Unilateral transtibial amputasyonu olan (n=10)

ve sağlık bireylere (n=10) ait demografik ve antropometrik özellikler bakımından gruplar arasında fark bulunmadığı görüldü ( $p > 0,05$ ). Çalışmaya dahil edilen ampute bireylerin amputasyon nedenleri ve protez özellikleri Tablo 1’de verildi. Çalışmaya dahil edilen tüm bireyler K3-K4 karbon ayak kullanmaktaydı (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmaya dahil edilen bireylerin demografik ve antropometrik özellikleri, amputasyon ve protezlerine ait bilgiler.

	Ampute X±SD	Sağlıklı X±SD	p
Yaş (yıl)	36,5±10,3	33,7±6,3	0,761
Boy (cm)	173,7±9,7	177,5±5,8	0,209
Vücut ağırlığı (kg)	77,9±11,4	76,8±11,9	0,545
	n (%)		
Amputasyon nedeni			
Travma	6 (60)		
Vasküler nedenler	3 (30)		
Konjenital	1 (10)		
Protez tipi			
Modüler	10 (100)		
Süspansiyon sistemi			
Aktif vakum	7 (70)		
Pasif Vakum	2 (20)		
Klasik	1 (10)		
Protez ayak			
K3-K4 karbon ayak	10 (100)		

Amputasyonu olan bireylerin sağlıklı bireylerden daha düşük hızlarda yürüdükleri görüldü ( $p < 0,05$ , Tablo 3). Bireylerin farklı yürüyüş hızlarında kalça eklem kinematikleri incelendiğinde ampute bireylerde yürüyüş hızı azaldığında ampute her iki ekstremitelerde de kalça fleksiyon değerinin azaldığı ve etkilenmemiş ekstremitelerde maksimum fleksiyon değerinin azaldığı görüldü ( $p < 0,05$ , Tablo 2). Yürüyüş hızı arttığında etkilenmemiş ekstremitelerde kalça ekstansiyonunda anlamlı artış görülürken protezli ekstremitelerde fleksiyon-ekstansiyon yönündeki hareket açıklığının arttığı görüldü ( $p < 0,05$ , Tablo 2).

Sağlıklı bireylerde yürüyüş hızı ile abduksiyon adduksiyon yönündeki hareket açıklığı artarken, nondominant ekstremitelerde maksimum fleksiyon ve ekstansiyon değerleri ile internal rotasyon değerlerinin yürüyüş hızı



ile doğru orantılı olarak anlamlı bir şekilde değiştiği ve yürüyüş hızı azaldığında kalça rotasyonu hareket açıklığının azaldığı görüldü ( $p<0,05$ , Tablo 2).

Çalışmaya dahil edilen bireylerin kalça eklem kinematiklerinin ekstremiteler arası karşılaştırmaları incelendiğinde ampute bireylerde protezli ve protezli taraf arasında tüm yürüyüş hızlarında sagittal düzlemde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü ( $p<0,05$ , Tablo 3). Ampute bireylerin ekstremiteleri sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında, bireylerin kendi seçtikleri hızda ekstansiyon hareket açıklığında fark bulunurken, seçilen yürüyüş hızı arttığında sagittal düzlemdeki diğer hareketlerde de istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü ( $p<0,05$ , Tablo 3).

## TARTIŞMA

Unilateral transtibial amputasyonu olan bireylerde farklı yürüyüş hızlarında kalça eklem kinematiklerinin incelendiği çalışmamızda unilateral alt ekstremitte amputasyonu olan bireylerin sağlıklı bireylerden daha düşük hızlarda yürüdükleri görüldü. Bu bulgu literatürdeki daha önce yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Azalmış duyuşal girdi, yapay uzvun kontrolünün anatomik ekstremiteye oranla daha güç kontrol ediliyor olması ve güvensizlik hissinin bu duruma neden olduğu düşünülmektedir.<sup>7</sup>

Çalışmamızda yürüyüş hızının daha çok fleksiyon-ekstansiyon yönündeki hareketleri etkilediği görüldü. Yürüyüş hızı ile belirli bir süre içerisinde kat edilen mesafenin de artacağı düşünüldüğünde kalça eklemine yürüyüş hattı doğrultusundaki hareketlerindeki artışın beklenen bir sonuç olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar yürüyüş hızı ile yürüyüşün zaman-mesafe parametrelerinde de artış olduğunu göstermektedir.<sup>11,16</sup> Artmış adım uzunluğunun sağlanabilmesi açısından artmış kalça fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin görülmesi çalışmamızda elde ettiğimiz verileri desteklemektedir. Çalışmamızda ampute grupta elde ettiğimiz kalça hareket açıklığı değerleri Venicek vd. yaptığı çalışmadaki verilerle frontal düzlemde benzerlik gösterirken, sagittal düzlemde elde ettiğimiz verilerin daha düşük olduğu görülmektedir.<sup>17</sup>

Bunun sebebinin Venicek vd. çalışmasında bireylerin daha yüksek hızlarda yürümelerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Fukuchi vd. yaptığı sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında da yürüyüş hızındaki değişikliklerle kalça eklemine sagittal düzlemdeki hareketlerinin doğru orantılı olarak artıp azaldığı belirtilmiştir.<sup>18</sup>

Ekstremiteler arası karşılaştırmalar incelendiğinde amputasyonu olan bireylerde protezli ve protezsiz taraf karşılaştırmalarında en fazla farkın yine sagittal düzlemdeki verilerde olduğu ve özellikle yürüyüş hızı değişikliklerinde bu farkın arttığı görülmüştür. Isakov vd. yaptıkları çalışmada transtibial amputasyonu olan bireylerde hız değişikliği ile birlikte kalça eklemi sagittal düzlemdeki hareketlerinde hızlı ve normal yürüyüşte kalça eklemine protezli taraf lehine anlamlı fark olduğunu belirtmiştir.<sup>19</sup> Bu sonuç çalışmamızda elde ettiğimiz verilerle paralellik göstermektedir.

Sağlıklı bireylerde abduksiyon-adduksiyon hareketleri dışındaki tüm parametreler tüm yürüyüş hızlarında simetrik bir yürüyüş sergilendiğini göstermektedir. Farklılık gösteren verilerin yalnızca normal hızdaki abduksiyon ve hızlı yürüyüşteki adduksiyon verisinde olması toplam hareket açıklığında farklılık olmaması farkın kalibrasyon kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir.

Sağlıklı bireylerden ve transtibial amputasyonu olan bireylerden normal yürüyüş esnasında toplanan veriler literatürdeki düz zeminde yapılan çalışmalara oranla değişiklik göstermektedir.<sup>15,20-22</sup> Gates vd. yaptıkları çalışmada düz zemindeki yürüyüşle hareketli zemindeki yürüyüş arasında sağlıklı bireylerde adım uzunluğunun ve adım süresinin azaldığını belirtmişlerdir.<sup>23</sup> Aradaki farkın çalışmamızın hareketli zemin üzerinde yapılmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Amputasyonu olan bireyler ve sağlıklı bireylerin ekstremitelerinin karşılaştırılmasında özellikle artan hızlarda sagittal düzlemde sağlıklı bireyler lehine anlamlı fark bulunduğu görülmektedir. Bunun nedeninin de sağlıklı bireylerin amputasyonu olan bireylerden daha hızlı yürümelerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Amputasyonu olan bireyler ile sağlıklı bireyler arasındaki frontal düzlemdeki veri farklılıklarının da yine

**Tablo 2.** Kalça eklem kinematiklerinin farklı hızlarda karşılaştırılması.

	Seçilen Hız X±SD	%120 X±SD	%80 X±SD	Seçilen Hız- %120 p	Seçilen Hız- %80 p
<b>Ampute</b>					
Hız (m/sn)	0,75±0,23	0,91±0,27	0,59±0,19	0,005*	0,005*
<b>Ampute protezli taraf (°)</b>					
Fleksiyon	26,18±5,21	26,17±4,35	24,37±4,86	0,888	0,050
Ekstansiyon	9,77±6,34	10,92±6,40	9,44±6,11	0,590	0,574
FE-EHA	34,79±4,74	37,09±6,18	33,81±6,14	0,012*	0,153
Abduksiyon	6,75±3,49	4,71±3,21	5,23±3,20	0,168	0,722
Adduksiyon	3,00±2,28	4,26±2,65	3,06±2,48	0,235	0,508
AA-EHA	9,75±2,61	9,07±2,62	8,29±2,81	0,235	0,280
İnt. Rotasyon	5,85±2,60	6,50±3,22	6,62±2,15	0,202	0,066
Ekst. Rotasyon	5,28±4,26	4,38±4,66	5,00±4,35	0,068	0,609
Rot-EHA	11,13±4,51	10,90±5,45	11,62±4,81	0,444	0,202
<b>Ampute etkilenmemiş taraf (°)</b>					
Fleksiyon	24,82±5,21	23,62±4,90	21,35±5,54	0,168	0,013*
Ekstansiyon	7,99±5,31	9,17±5,68	7,07±6,54	0,024*	0,183
FE-EHA	32,81±7,38	33,73±7,25	28,39±7,84	0,213	0,007*
Abduksiyon	3,82±1,97	3,68±1,84	3,42±1,55	0,476	0,202
Adduksiyon	4,13±1,55	4,47±2,41	4,04±2,08	0,575	0,284
AA-EHA	8,05±2,60	8,18±2,61	7,66±2,64	0,515	0,333
İnt. Rotasyon	3,99±3,57	4,82±3,34	3,96±4,42	0,201	0,859
Ekst. Rotasyon	5,97±2,53	5,24±1,48	5,48±1,27	0,646	0,720
Rot-EHA	9,96±4,67	10,16±4,14	10,44±7,08	0,721	0,721
<b>Sağlıklı</b>					
Hız (cm/sn)	0,96±0,12	1,17±0,14	0,74±0,11	0,005*	0,005*
<b>Sağlıklı Dominant (°)</b>					
Fleksiyon	25,63±3,44	26,62±6,66	22,11±4,14	0,240	0,093
Ekstansiyon	12,30±3,19	13,78±4,36	10,05±5,26	0,470	0,139
FE-EHA	37,93±3,57	40,50±9,70	31,96±4,51	0,386	0,007*
Abduksiyon	5,13±2,14	7,61±7,77	4,46±1,79	0,262	0,386
Adduksiyon	5,49±2,78	7,05±2,86	6,15±3,26	0,906	0,036*
AA-EHA	10,52±2,59	14,66±9,13	10,61±3,28	0,017*	0,953
İnt. Rotasyon	7,80±3,43	7,24±3,77	6,74±3,78	0,575	0,139
Ekst. Rotasyon	3,98±4,58	5,01±5,27	4,07±5,12	0,168	0,721
Rot-EHA	11,78±2,48	12,25±3,44	10,81±2,82	0,221	0,126
<b>Sağlıklı Nondominat (°)</b>					
Fleksiyon	26,48±4,15	27,23±4,37	23,93±3,74	0,016*	0,005*
Ekstansiyon	12,15±2,88	14,17±3,06	9,35±5,09	0,005*	0,021*
FE-EHA	38,63±4,03	41,40±5,64	33,28±4,96	0,055	0,059
Abduksiyon	6,81±1,61	7,69±2,31	6,61±3,01	0,052	0,475
Adduksiyon	4,78±2,08	4,77±1,76	4,58±1,82	0,812	1,000
AA-EHA	11,59±2,27	12,42±2,64	11,19±3,32	0,185	0,374
İnt. Rotasyon	6,63±3,18	7,47±2,85	4,81±2,77	0,027*	0,047
Ekst. Rotasyon	4,46±3,35	3,69±3,34	4,84±3,47	0,138	0,608
Rot-EHA	11,09±2,74	11,16±2,94	9,63±2,02	0,959	0,041*

\*p&lt;0,05. FE-EHA: Fleksiyon-ekstansiyon hareket açıklığı. AA-EHA: Abduksiyon-adduksiyon hareket açıklığı. İnt: İnternal. Ekst: Eksternal. Rot-EHA: Rotasyon hareket açıklığı.

**Tablo 3.** Kalça eklem kinematiklerinin ekstremiteler arası karşılaştırması.

	Protezli- Etkilenmemiş p	Protezli- Nondominant p	Etkilenmemiş- Dominant p	Dominant- Nondominant p
<b>Seçilen Hız</b>				
Fleksiyon	0,221	0,910	0,384	0,110
Ekstansiyon	0,025*	0,012*	0,015*	0,838
FE-EHA	0,168	0,173	0,112	0,218
Abduksiyon	0,047*	0,597	0,174	0,017*
Adduksiyon	0,284	0,088	0,173	0,307
AA-EHA	0,041*	0,104	0,045	0,074
İnt. Rotasyon	0,169	0,762	0,045	0,168
Ekst. Rotasyon	0,721	0,650	0,096	0,445
Rot-EHA	0,308	0,570	0,059	0,878
<b>%120</b>				
Fleksiyon	0,017*	0,940	0,011*	0,132
Ekstansiyon	0,015*	0,033*	0,007*	0,070
FE-EHA	0,022*	0,025*	0,017*	0,470
Abduksiyon	0,721	0,069	0,082	0,074
Adduksiyon	0,959	0,364	0,054	0,047*
AA-EHA	0,241	0,008*	0,014*	0,799
İnt. Rotasyon	0,241	0,364	0,112	0,799
Ekst. Rotasyon	0,508	0,677	0,495	0,241
Rot-EHA	0,646	0,256	0,174	0,332
<b>%80</b>				
Fleksiyon	0,033*	0,571	0,762	0,059
Ekstansiyon	0,022*	0,649	0,186	0,445
FE-EHA	0,005*	0,940	0,112	0,113
Abduksiyon	0,241	0,257	0,325	0,066
Adduksiyon	0,541	0,307	0,069	0,241
AA-EHA	0,507	0,031*	0,041*	0,646
İnt. Rotasyon	0,092	0,427	0,151	0,074
Ekst. Rotasyon	0,646	0,970	0,104	0,333
Rot-EHA	0,203	0,199	0,212	0,203

FE-EHA: Fleksiyon-ekstansiyon hareket açıklığı. AA-EHA: Abduksiyon-adduksiyon hareket açıklığı. İnt: İnternal. Ekst: Eksternal. Rot-EHA: Rotasyon hareket açıklığı.

hız farkından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

### Limitasyonlar

Çalışmaya dahil edilen bireylerin K3-K4 fonksiyonel seviyelerinde olmaları nedeniyle ampute bireylerden elde edilen verilerin genel ampute popülasyonu tam olarak yansıtmaması limitasyonlarımızdan bir tanesidir. Yürüyüş analizinde kinematik verilerin 3 boyutlu olarak incelenmesinde IMU sensörler yerine yansıtıcı işaretleyicilerin kullanıldığı optik sistemler biplanar radyografiden sonraki hata payı en düşük olan yöntemlerdir. IMU sensörler

literatürde yürüyüş analizi için tüm düzlemlerde geçerli ve güvenilir olarak belirtilse de sagittal düzlemdeki verileri optik sistemlere oranla en az hata payına sahip olan verileridir. Manyetik alan etkilenimleri olması ve kalibrasyonun çok dikkatli yapılmadığı takdirde verilerde hatalar olabilmesi ihtimali çalışmanın en büyük limitasyonlarından biridir. Elde edilen kinematik verilerin yürüyüşün zaman-mesafe parametreleri ile incelenerek yorumlanmamış olması bir diğer limitasyondur. Daha sonraki çalışmalarda yansıtıcı işaretleyicilerin

kullanıldığı kameralı sistemlerle ve katılımcı sayısının farklı cinsiyetlerde bireyler dahil edilerek artırılması ile daha geniş örneklem büyüklüğünde ve daha farklı hızlarda, yürüyüşün kinematik analizi ile zaman mesafenin birlikte değerlendirildiği ya da kalça ile gövde kinematiklerinin birlikte değerlendirildiği çalışmaların gerektiğini düşünmekteyiz.

#### Sonuç

Unilateral transtibial amputasyonu olan bireylerde hareket hızı ile doğru orantılı olarak kalça eklemine sagittal düzlemde gerçekleşen hareketlerin miktarı artmaktadır. Protezli taraf ve etkilenmemiş ekstremiteler arasındaki asimetri farklı hızlarda da devam etmekte ve artmaktadır. Amputasyonu takiben ilerleyen dönemlerde gelişebilecek komplikasyonların önlenmesi amacıyla ampute rehabilitasyonuna farklı hızlarda da simetrik yürüyüş çalışmalarının eklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

**Teşekkür:** Yok

**Yazarların Katkı Beyanı:** **AİY:** Çalışma tasarımı, literatür tarama, verilerin toplanması, analiz, yazma; **FGY:** Çalışma tasarımı, kritik gözden geçirme, proje yönetimi.

**Finansal Destek:** Yok

**Çıkar Çatışması:** Yok

**Etik Onay:** Bu araştırma protokolü Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (sayı: GO 18/1019, tarih: 06.11.2018) tarafından onaylandı.

## KAYNAKLAR

1. Eshraghi A, Abu Osman NA, Karimi M, et al. Gait biomechanics of individuals with transtibial amputation: effect of suspension system. *PloS One*. 2014;9:e96988.
2. Staats T. The rehabilitation of the amputee in the developing world: a review of the literature. *Prosthet Orthot Int*. 1996;20:45-50.
3. Soares AS, Yamaguti EY, Mochizuki L, et al. Biomechanical parameters of gait among transtibial amputees: a review. *Sao Paulo Med J*. 2009;127:302-309.
4. Kovač I, Medved V, Ostojić L. Spatial, temporal and kinematic characteristics of traumatic transtibial amputees' gait. *Coll Antropol*. 2010;34:205-213.
5. Grumillier C, Martinet N, Paysant J, et al. Compensatory mechanism involving the hip joint of the intact limb during gait in unilateral trans-tibial amputees. *J Biomech*. 2008;41:2926-2931.
6. Yoo S. Complications following an amputation. *Phys Med Rehabil Clin*. 2014;25:169-178.
7. Rueda FM, Diego IMA, Sánchez AM, et al. Knee and hip internal moments and upper-body kinematics in the frontal plane in unilateral transtibial amputees. *Gait Posture*. 2013;37:436-439.
8. Ajibade A, Akinniyi O, Okoye C. Indications and complications of major limb amputations in Kano, Nigeria. *Ghana Med J*. 2013;47:185-188.
9. Lloyd CH, Stanhope SJ, Davis IS, et al. Strength asymmetry and osteoarthritis risk factors in unilateral trans-tibial, amputee gait. *Gait Posture*. 2010;32:296-300.
10. Struyf PA, van Heugten CM, Hitters MW, et al. The prevalence of osteoarthritis of the intact hip and knee among traumatic leg amputees. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90:440-446.
11. Tesio L, Lanzi D, Detrembleur C. The 3-D motion of the centre of gravity of the human body during level walking. II. Lower limb amputees. *Clin Biomech*. 1998;13:83-90.
12. Kim B, Youm C, Park H, et al. Characteristics of Gait Variability in the Elderly While Walking on a Treadmill with Gait Speed Variation. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:4704.
13. Krasovsky T, Lamontagne A, Feldman AG, et al. Effects of walking speed on gait stability and interlimb coordination in younger and older adults. *Gait Posture*. 2014;39:378-385.
14. Zhang J-T, Novak AC, Brouwer B, et al. Concurrent validation of Xsens MVN measurement of lower limb joint angular kinematics. *Physiol Meas*. 2013;34:63-69.
15. Robertson DGE, Caldwell GE, Hamill J, et al. Research methods in biomechanics. *Human kinetics*; 2013.
16. Bruening DA, Frimenko RE, Goodyear CD, et al. Sex differences in whole body gait kinematics at preferred speeds. *Gait Posture*. 2015;41:540-545.
17. Vanicek N, Strike S, McNaughton L, et al. Gait patterns in transtibial amputee fallers vs. non-fallers: Biomechanical differences during level walking. *Gait Posture*. 2009;29:415-420.
18. Fukuchi CA, Fukuchi RK, Duarte M. Effects of walking speed on gait biomechanics in healthy participants: a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2019;8:153.

19. Isakov E, Burger H, Krajnik J, et al. Influence of speed on gait parameters and on symmetry in transtibial amputees. *Prosthet Orthot Int.* 1996;20:153-158.
20. Liu Y, Lu K, Yan S, et al. Gait phase varies over velocities. *Gait Posture.* 2014;39:756-760.
21. Wilken JM, Rodriguez KM, Brawner M, et al. Reliability and minimal detectable change values for gait kinematics and kinetics in healthy adults. *Gait Posture.* 2012;35:301-307.
22. Hanlon M, Anderson R. Prediction methods to account for the effect of gait speed on lower limb angular kinematics. *Gait Posture.* 2006;24:280-287.
23. Gates DH, Darter BJ, Dingwell JB, et al. Comparison of walking overground and in a Computer Assisted Rehabilitation Environment (CAREN) in individuals with and without transtibial amputation. *J Neuroeng Rehabil.* 2012;9:1-10.

## ORIGINAL ARTICLE

## Effect of Yoga and Pilates exercises on lumbar spine physical parameters in healthy women

Vural OKUNAKOL<sup>1</sup>, Sebahat Yaprak ÇETİN<sup>2</sup>, Emel TAŞVURAN HORATA<sup>3</sup>, Suat EREL<sup>4</sup>

**Purpose:** In this study, it was aimed to examine the physical effects of participation in a Yoga and Pilates-based exercise program on the endurance and flexibility of the spine to protect the health of the lumbar region in healthy women.

**Methods:** A total of 40 healthy women with a mean age of 41.62±6.91 years were included in the study. Participants were divided into two groups as Yoga and Pilates groups randomly. Both groups participated in an exercise program for 45 minutes a day, two days a week for 12 weeks. Sit and reach test was used to evaluate flexibility, and curl up, Static back endurance test and horizontal side bridge building test were used to evaluate endurance.

**Results:** When both exercise groups were compared before and after treatment, statistically significant difference was found in favor of post-treatment in all measurements ( $p<0.001$ ). When the comparison was made between the groups, no significant difference was found between the groups in any parameter ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** According to the results of our study, it was determined that both exercise types improved both flexibility and muscle endurance performance. However, it was seen that Yoga and Pilates exercises were not superior to each other in terms of flexibility and endurance. Both Yoga and Pilates exercise methods can be used safely to protect and improve general health and especially lumbar region health.

**Keywords:** Yoga, Pilates, Lumbar region.

### Sağlıklı kadınlarda Yoga ve Pilates egzersizlerinin lumbar omurga fiziksel parametreleri üzerine etkisi

**Amaç:** Bu çalışmada, lumbar bölge sağlığı için önemli parametreler olan Yoga ve Pilates temelli bir egzersiz programına katılımın dayanıklılık ve esneklik performansını üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Çalışmaya yaş ortalaması 41,62±6,91 yıl olan toplam 40 sağlıklı kadın dahil edildi. Katılımcılar rastgele Yoga ve Pilates grupları olmak üzere iki gruba ayrıldı. Her iki grup da 12 hafta boyunca haftada iki gün, günde 45 dakika egzersiz programına katıldı. Esnekliği değerlendirmek için otur ve uzan testi, dayanıklılığı değerlendirmek için mekik, statik sırt dayanıklılık testi ve yatay yan köprü kuma testi kullanıldı.

**Bulgular:** Her iki egzersiz grubu tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında tüm ölçümlerde tedavi sonrası lehine fark bulundu ( $p<0,001$ ). Gruplar arasında karşılaştırma yapıldığında hiçbir parametrede gruplar arasında fark bulunmadı ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Çalışmamızın sonuçlarına göre her iki egzersiz türünün hem esnekliği hem de kas dayanıklılık performansını iyileştirdiği belirlendi. Fakat Yoga ve Pilates egzersizlerinin esneklik ve dayanıklılık açısından birbirine üstün olmadığı görüldü. Genel sağlığı ve özellikle bel bölgesi sağlığını korumak ve iyileştirmek için hem Yoga hem de Pilates egzersiz yöntemleri güvenle kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yoga, Pilates, Lumbar bölge.

1: Denizli Fizioform Center of Health Life, Denizli, Türkiye.

2: Akdeniz University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Antalya, Türkiye.

3: Afyon Karahisar Health Sciences Faculty, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Afyon, Türkiye.

4: Pamukkale University, School of Physiotherapy and Rehabilitation, Denizli, Türkiye.

Corresponding Author: Sebahat Yaprak Cetin: fzt.ycetin@gmail.com

ORCID IDs (order of authors): 0000-0002-1558-5617;0000-0002-7467-1398;0000-0002-2471-3713;0000-0001-7076-7651

Received: March 25, 2022. Accepted: June 20, 2022.



A sedentary lifestyle means sitting for a long time while at work, in spare times and while moving, and the lack of physical activity together with this lifestyle causes many problems.<sup>1</sup> These problems negatively affect the quality of life, such as deterioration of posture, low back pain, and decreased strength and flexibility.<sup>1,2</sup> Studies have shown that physical inactivity causes an increase in sedentary time in women, with women being less active than men.<sup>2</sup>

Yoga and Pilates, which are mind-body exercises, have been very popular in the literature in recent years because they reduce pain, strengthen core muscles, provide flexibility and relaxation. Both exercise methods are used separately, especially in women, to improve flexibility, provide muscle control and increase strength.<sup>3</sup>

Yoga targets many muscle groups to lengthen tense muscles and strengthen core muscles that are often underused.<sup>4,5</sup> It is known that the yoga exercise program produces beneficial results in protecting and improving the health of the lumbar region, as well as minimizing the negative effects of conditions such as pain caused by health problems in the lumbar region. In a study, it has been shown that regular participation in Yoga exercise protects the health of the lumbar region and is effective in minimizing the negativities that accompany the problems that occur in the lumbar region.<sup>6</sup>

Pilates is a type of exercise used to reduce back pain. The Pilates method is a technique that focuses on increasing lumbopelvic stabilization and improving posture, breathing, flexibility, increasing strength and providing muscle control. The Pilates approach provides active use of body muscles to stabilize the lumbopelvic region. There is evidence that Pilates is an effective approach to increase the strength of deep body core muscles.<sup>7,8</sup>

In the literature, it is seen that Pilates and Yoga exercises protect and improve physical health as in other types of exercise. On the other hand, it is seen that the effects of exercise types on general physical functions are discussed in the studies in the literature, and it is striking that there are limited studies examining the effects of exercise on parts of the body. As a result of the literature review, it was seen that the studies investigating the effects of Pilates and Yoga

exercises on the lumbar region were limited.<sup>4,5,7</sup> While one of these studies was a pilot study,<sup>4</sup> the other two separately examined the effect of Yoga and Pilates exercises on low back pain in different conditions.<sup>5,7</sup> As it is known, many health problems occur in the lumbar region, which is the center of gravity of the body, and studies<sup>9,10</sup> show that 80-84% of people experience health problems related to the lumbar region at least once in their life. Although the factors that cause people to have health problems in the lumbar region vary, it is stated that the problems seen in the lumbar region, especially in industrialized countries, are serious public health problems.<sup>11,12</sup> At this point, it is an important issue to conduct research on the effects of participation in exercise on the lumbar region in order to minimize the health problems in the lumbar region and to protect the health structure of the lumbar region. Although these two exercise methods are used separately in women in the literature, there is no such study as far as we know comparing Yoga and Pilates in middle-aged women before. The first hypothesis of this study was that the endurance and flexibility of the spine increase after Yoga and Pilates exercise programs; the other hypothesis was that Yoga is superior to Pilates in increasing the endurance and flexibility of the spine. Therefore, in this study, it was aimed to examine the effects of participation in a Yoga and Pilates-based exercise program on endurance and flexibility performance, which are important parameters for lumbar region health.

## METHODS

### Study design

In this study, the pre-posttest study model, which is widely used in experimental studies, was used. The performance tests of the individuals in the Yoga and Pilates exercise group were tested at both before and after the exercise programs. Differences between pre-posttest performance parameters were compared. Approval for the study was granted by the Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee of Pamukkale University (decision no: 60116787-020/54315). Informed consent was obtained from all study

participants and assurances were given of the confidentiality of the information. The study was carried out in accordance with the Declaration of Helsinki.

### **Participants**

This research was carried out in a Wellness Center in Denizli. Participants were divided into two groups as Yoga and Pilates groups by block randomization method according to body mass index (BMI).

Inclusion criteria were: Being in the 30-50 age range, no regular exercise habits, and ability to understand verbal and written information.

Exclusion criteria were: Having known physical, neurological, psychiatric, oncological, cardiovascular disease-causing functional disability, participating in any exercise or strength training in the last 3 months, pregnancy breastfeeding, and those with chronic low back pain.

### **Outcome measures**

**Sit and reach test:** The sit and reach test was used to determine the flexibility performance of the individuals participating in the research. The test was performed using a sit-and-reach bench with a length of 35 cm, a width of 45 cm and a height of 32 cm. Before the test, the participants were visually shown how the test was administered. Participants tried to reach as far as they could on a tripod prepared in accordance with the procedure, the test was repeated twice for everyone, and the best test score obtained was recorded as cm.<sup>13</sup>

**Curl up:** It was done to determine the endurance levels of the muscles in the abdominal region.

**1-Dynamic:** In the initial phase of the test, the individual is in the supine position. The lower extremities are abducted approximately shoulder-width apart and the knees are in the semi-infected position. During the test, the participant's ankles were fixed by the researcher. The upper extremities are located on the opposite shoulders. The number of curl ups that the subjects were able to do in 1 minute was recorded, in which the participants were asked to flex their trunk and get up enough to touch their elbows and knees.<sup>14</sup>

**2- Static:** The time that the participant could maintain this position with the hips and knees at 90 degrees in a crossed position in front of the body was recorded with a chronometer.<sup>15</sup>

**Static back endurance test:** It was used to determine the endurance levels of the back muscles. In the initial phase of the test, the participant lay flat on the table with the pelvis, hips, and knees in the prone position, with the inguinal region at the end of the table. The ankles of the participant were fixed. He/she was asked to place his/her upper extremities next to the trunk. The length of time the participant could stay on a straight line in the horizontal position was determined by a stopwatch. The test was terminated when the participant fell from the horizontal position or could not maintain the current position. The test was continued for a maximum of 240 seconds.<sup>16</sup>

**Horizontal side bridging:** It was used to determine the endurance levels of the spinal stabilizer muscles. In the initial phase of the test, the participant stands in a side-lying position with the lower extremities extended. The top foot was placed in front of the bottom foot for support. The participant made elevation on the forearm and ankle until the pelvis and trunk were in a horizontal position. During the test, attention was paid to ensure that the participant was on a straight line. The time that the participant could not maintain the position was determined in seconds with a stopwatch. Measurements were made for the right side of the participants because the dominant sides of all participants were right.<sup>17,18</sup>

### **Interventions**

Pilates and Yoga exercises were given to women by experienced and trained physiotherapists. The participants in both groups were given preliminary information about the purpose of the exercise program applied before the study and the physical activities to be performed within the scope of the exercise program. Individuals in the Pilates group participated in a 45-minute reformer Pilates exercise program twice a week for 12 weeks. All participants were informed about the reformer tool and the work program. Each session of the 12-week Pilates program applied in our study was started with horizontal costal breathing exercises and warm-up exercises applied on the mat for 5 minutes as a preliminary preparation. The exercises were initially performed as 6-8 repetitions. The degree of difficulty of the exercises was achieved by increasing the spring resistance and modifying the range of motion.<sup>19,20</sup> The names of



the exercises applied to the reformer Pilates group are in Table 1.

Individuals in the Yoga group participated in a Yoga exercise program for 45 minutes a day, two days a week for 12 weeks. Each session of the 12-week Yoga program applied in our study started with 5 minutes of pranayama (breathing) exercises in classical Yoga as preliminary preparation, 5-10 minutes of warm-up-stretching movements, 20 minutes of sun salutation sets, followed by 20-30 minutes of dynamic Yoga asanas. The program was completed by applying savasana for 5-10 minutes.<sup>21</sup> The exercises applied in the Yoga group are shown in Table 2.

No side effects or adverse events were experienced during the exercises in both exercise groups. All women completed the exercise program.

#### Statistical analysis

G-Power 3.1 program was used to calculate sample size. It was observed that the effect size obtained in the reference study<sup>22</sup> was strong ( $d:1.158$ ). As a result of the power analysis, we conducted for the study, using the effect size value calculated according to sit and reach test results in the reference study, it was calculated that 80% power could be obtained at the 95% confidence level when at least 22 participants (at least 11 participants for each group) were included in the study. Considering the risk of individuals leaving the study during follow up, it was planned to start the study with 40 participants (20 for each group). SPSS 22.0 program was used for the analysis of the data collected. Descriptive statistics were used to calculate the age and BMI values of the participants in the Yoga and Pilates group. The Kolmogorov-Smirnov test was used to examine whether the data conformed to the normal distribution. The Wilcoxon test was used to compare the measurement results between the in-group test and the post-test, while the Mann Whitney U analysis was used to compare the measurements taken in the pre-test and post-test between the groups because the data did not fit the normal distribution.  $p < 0.05$  was accepted as a significant difference.

## RESULTS

A total of 40 women (Group of Yoga  $n:20$ , group of Pilates  $n:20$ ) with a mean age of

$41.62 \pm 6.91$  years were included in the study. When the groups were compared in terms of age and BMI values, no statistically significant difference was found ( $p > 0.05$ , Table 3).

When both groups were compared before and after treatment, a statistically significant difference was found in favor of post-treatment in all measurements ( $p < 0.05$ , Table 4). When the comparison was made between the groups, there was no significant difference between the groups in any parameter before or after the treatment ( $p > 0.05$ , Table 4).

## DISCUSSION

In this study, it was investigated whether Yoga and Pilates exercises in women influence flexibility and endurance, which are related to the health of the lumbar region. According to the results of the study, it was determined that both exercise programs provided a significant increase in flexibility and endurance parameters, which are physical performance indicators in women. In addition, when both exercise programs were compared in terms of flexibility and endurance, it was seen that the exercise programs were not superior to each other.

Endurance and flexibility are important components of physical fitness and activity. These components improve with different types of exercise methods.<sup>23</sup> One of these exercise methods are Pilates and Yoga, which are known as complementary exercise methods in the literature.

Yoga is expressed as a means of "self-movement" of the nervous system and spine and extremity joints at the same time with its static-dynamic processes. In general, Yoga practice is performed slowly and gradually in a closed kinetic chain (certain poses or static postures), which may include active stretching, isometric muscle contractions, increasing concentration, and appropriate breathing patterns.<sup>8</sup> Therefore, many physical dysfunctions can be relieved, and the flexibility of the body can be improved with the practice of Yoga. There are different methods for assessing flexibility in the literature. One of these methods, the sit and reach test, has been frequently used in the literature to evaluate flexibility. This test is also used in studies involving Yoga intervention.<sup>24</sup> It has a simple procedure, is easy to administer,

Table 1. Pilates exercises.

1- Footwork Series	2- Short Box Twist
3- Running	4- Short Box Tree
5- Pelvic Tilt	6- Elephant
7- Leg Circles	8- Long Stretch
9- Frog	10- Up Stretch
11- Knee Stretch	12- Down Stretch
13- Knee Stretch Arched	14- Tendon Stretch
15- Knee Stretch Knees Off	16- Semi Circles
17- Scooter	18- Side Splits
19- Single Leg Stretch	20- Front Splits
21- Single Straight Leg Stretch	22- Thigh Splits
23- Hundred	24- Short Spine Massage
25- Coordination	26- Long Box Swan
27- Stomach Massage Round	28- Long Box Pulling The Straps
29- Stomach Massage Hands Back	30- Long Box T Pull
31- Stomach Massage Reach	32- Long Box Backstroke
33- Stomach Massage Twist	34- Long Box Teaser
35- Short Box Round	36- Long Spine Massage

Table 2. Yoga exercises.

1- Virabhadrasana	2- Eka pada Rajakapotosana
3- Navasana	4- Eka pada Rajakapotosana 2
5- Ardha Matsyendrasana	6- Shavasana
7- Anjaneyasana	8- Padmasana
9- Baddha Konasana	10- Bakasana
11- Virasana	12- Bidasana
13- Dandasana	14- Janu Sirsasana
15- Balasana	16- Chaturanga Dandasana
17- Purvottanasana	18- Adho Mukha Svanasana
19- Ananda Balasana	20- Plank Pose
21- Bhujangasana	22- Anantasana
23- Bitilasana	24- Supta Padangusthasana
25- Salambhasana	26- Matsyasana
27- Ardhattansana	28- Utkatasana
29- Agnisthambasana	30- Parsvottanasana
31- Vasisthasana	32- Setu Bandha
	33- Pavanamuktasana

Table 3. Demographic characteristics of the Yoga and the Pilates groups.

	Yoga Group	Pilates Group	p
	Mean±SD	Mean±SD	
Age (years)	39.75±5.84	43.5±7.99	0.139
Height (cm)	164.9±4.52	164.7±5.98	0.532
Body weight (kg)	62.4±10.14	63.15±10.36	0.807
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	22.85±2.84	23.27±3.59	0.946

Table 4. Pre-test and post-test results in the Yoga and the Pilates groups.

	Yoga Group		p	Pilates Group		p
	Pre-test Mean±SD	Post-test Mean±SD		Pre-test Mean±SD	Post-test Mean±SD	
Sit-reach test	-2.75±1.02	3.9±1.14	<0.001	-0.05±1.09	6.6±1.02	<0.001
Dynamic curl up	30.2±2.37	35.35±2.51	0.010*	31.05±2.48	34.95±2.71	<0.001
Static curl up	46.3±3.85	52.15±4.48	<0.001	48.8±3.86	54.65±4.43	<0.001
Static back endurance	26.45±3.13	31.6±3.32	<0.001	30.7±3.74	38.4±4.3	<0.001
Static endurance lateral bridge	18.4±2.04	23.85±2.93	<0.001	21.15±2.8	27.1±3.4	<0.001

\*p&lt;0.05.

Table 5. Comparison of Pre and posttest values between the Yoga and the Pilates groups.

	Pre-test			Post-test		
	Yoga Group Mean±SD	Pilates Group Mean±SD	p	Yoga Group Mean±SD	Pilates Group Mean±SD	p
Sit-reach test	-2.75±1.02	-0.05±1.09	0.097	3.90±1.14	6.60±1.02	0.142
Dynamic curl up	30.20±2.37	31.05±2.48	0.850	35.35±2.51	34.95±2.71	0.828
Static curl up	46.30±3.85	48.80±3.86	0.616	52.15±4.48	54.65±4.43	0.561
Static back endurance	26.45±3.13	30.70±3.74	0.323	31.60±3.32	38.40±4.30	0.256
Static endurance lateral bridge	18.40±2.04	21.15±2.80	0.745	23.85±2.93	27.10±3.40	0.674

\*p&lt;0.05.

requires minimal skill training to perform, and the equipment required to perform the test is affordable, used to assess flexibility in lower-back problems.<sup>25,26</sup> In a study, the increase obtained with this test after Yoga intervention<sup>22</sup> was found to be like the increase obtained in this study.

The literature also reported that Yoga improves muscular endurance. These studies focused especially on upper extremity and abdominal muscular endurance.<sup>21,27,28</sup> In one of these studies, it was reported that a significant improvement was achieved in the curl-up test, which we used in our study after the 12-week Yoga program. In the study of Lau et al., curl up measurement values increased after Yoga intervention as in our study.<sup>21</sup> In another study, it was reported that Yoga increased back endurance.<sup>29</sup> Spinal stabilization is provided as the abdominal and spine stabilizer muscles are strengthened during the performance of Yoga poses.<sup>29,30</sup> Therefore, an increase in spinal

stabilizer endurance is an expected result in this study.

It is well known in the literature that the Pilates improves flexibility. Pilates increase muscle strength and flexibility by gradually strengthening the muscles, cartilage, and connective tissue of the trunk segment. In a study conducted in postmenopausal women, flexibility increased after Pilates compared to the sit and reach test.<sup>31</sup> In other study, flexibility increased after Pilates in female volleyball players.<sup>32</sup> Findings of our study on flexibility Lee et al. 's study shows similarity with the flexibility scores.

Pilates includes many abdominal exercises, so it is expected to improve abdominal endurance. Like our study, in a different study that included healthy individuals, abdominal endurance increased according to the curl-up test.<sup>33</sup> Both abdominal and back endurance increased after 6 weeks of Pilates exercises in patients who experienced pain due to disc herniation. Our study was like other studies in

terms of abdominal and back endurance development. Since Pilates includes exercises that provide spinal stabilization, it is an expected result to increase spinal stabilization endurance.

In this study, there was no difference before the intervention in terms of flexibility and endurance in the Yoga and Pilates group, and there was no difference after the intervention. According to this result, it was seen that both exercise methods were not superior to each other in terms of flexibility and endurance. There are few studies in the literature comparing Yoga and Pilates. Lim et al. was found that Pilates was superior to Yoga in terms of feeling better about health-promoting lifestyle elements and physical and mental fitness.<sup>34</sup> On the other hand, Uluğ et al. stated that there was no difference between the groups in terms of pain, disability, depression and quality of life in individuals with neck pain.<sup>35</sup> There may be no difference between two exercise programs because both Yoga and Pilates have different movements that will improve flexibility and endurance, and our study was conducted only on sedentary women. Future studies may compare these two exercise methods on different cases, such as postmenopausal women with low back and neck pain. In Pilates and Yoga exercises, many muscle masses in the body, especially large muscle groups, are included in the exercise. According to this information, studies can be conducted on the effects of Pilates and Yoga exercises on different motor characteristics (balance, agility, strength, etc.).

One of the strengths of our study is that, unlike the literature, the duration of our exercise programs is 12 weeks. Generally, an 8-week program was applied in the studies. In addition, this study is the first to compare Yoga and Pilates in terms of flexibility and endurance in women.

#### Limitations

This study has several limitations. One of them is that there were no interim evaluations of the study, so it is not known from which week the development of flexibility and endurance began. Another limitation is that the results cannot be generalized since the study was conducted in healthy women of a certain age. Finally, it is a fact that we cannot give the long-term results of the groups. In future studies

comparing Yoga and Pilates, both interim results and long-term results can be examined.

#### Conclusion

According to the results of our study, it was determined that both exercise types improved both flexibility and muscle endurance performance. Both Yoga and Pilates exercises can be used safely to protect and improve general health and especially lumbar region health. There is a need for studies in which the effects of Yoga and Pilates exercise on the functional structure of younger and older people, who are not included in the middle-aged female group, are also included in our study.

---

**Acknowledgement:** *None*

**Authors' Contributions:** **VO:** Data collection, writing; **SYC:** writing; **ETH:** study design, analysis **SE:** design.

**Funding:** *None*

**Conflicts of Interest:** *None*

**Ethical Approval:** The protocol of the present study was approved by the Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee of Pamukkale University (issue: 60116787-020/54315 date: 25.07.2019).

---

## REFERENCES

1. Andersen Bo L, Wedderkopp N, Leboeuf-Yde C. Association between back pain and physical fitness in adolescents. *Spine J.* 2006;31:1740-1744.
2. Ruiz Barranco Y, Paz-Viteri S, Villa-Gonzalez E. Dance Fitness Classes Improve the Health-Related Quality of Life in Sedentary Women. *Internation J Environmen Res Public Health.* 2020;17:3771.
3. Sorosky S, Stilp S, Akuthota V. Yoga and pilates in the management of low back pain. *Curr Rev Musculoskel Med.* 2008;1:39-47.
4. Galantino ML, Bzdewka TM, Eissler-Russo JL, et al. The impact of modified Hatha yoga on chronic low back pain: a pilot study. *Alternat Ther Health Med.* 2004;10:56-59.
5. Williams KA, Petronis J, Smith D, et al. Effect of Iyengar yoga therapy for chronic low back pain. *Pain.* 2005;115:107-117.
6. Patil NJ, Nagarathna R, Tekur P, et al. Designing, validation, and feasibility of integrated yoga therapy module for chronic low back pain. *Internation J Yoga.* 2015;8:103-108.

7. Sonmezer E, Öksüz MA, Yosmaoglu HB. The effects of clinical pilates exercises on functional disability, pain, quality of life and lumbopelvic stabilization in pregnant women with low back pain: A randomized controlled study. *J Back Musculoskel Rehabil.* 2021;34:69-76.
8. Posadzki P, Parekh S. Yoga and physiotherapy: a speculative review and conceptual synthesis. *China J Integrat Med.* 2009;15:66-72.
9. Baygutalp F, Şenel K. Lomber faset sendromu. *Türk J Osteopor.* 2013;19:90-94.
10. Kudaş S, Yörübulut M, Ergen E. Derleme: Sporcuda bel ağrısı-nedenleri ve tedavi yaklaşımları. *Spor Hekimliği Dergisi,* 2008;43:129-140.
11. Çakmak A. Yaslanan Omurga-Lomber Dejenerasyon çakma. *Türk Fizik Tıp Rehabil Derg.* 2006;52:26-31.
12. Koyuncu H, Bozok N, Ulusoy H, et al. Mekanik bel ağrısı şiddeti ve süresi ile kas kuvveti ilişkisinin değerlendirilmesi. *Dirim.* 2008;83:117-123.
13. Talu B, Doğan M. 14-18 Yaş Arası gençlerin fiziksel uygunluk düzeyi, vücut yağ yüzdesi ve vücut yoğunluğunun belirlenmesi. *Fizyoter Rehabil.* 2016;27:95-101.
14. Ito T, Shirado O, Suzuki H, et al. Lumbar trunk muscle endurance testing: An inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:75-79.
15. Holmstrom E, Moritz U. Trunk muscle strength and back muscle endurance in construction workers with and without low back disorders. *Scand J Rehabil Med.* 1992;24:3-10.
16. Liebenson C. Documentation of physical capacity: its purpose in rehabilitation. *Dynam Chiropract.* 2000; 18(8).
17. McGill S. Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation. *Hum Kinet.* 2002.
18. de Souza LAG, Morimoto T, von Mühlen P, et al. Relation between performance in side bridge and injuries in amateur soccer. *Fisioter Mov* 2015;28:447-455.
19. Uzun A, Demir B. Effect of Pilates and Reformer Exercises on Body Composition. *Internation J Appl Exerc Physiol* 2020;9:148-156.
20. Pekel HA, Aydos L, Uzun A, et al. The Effect Of Zumba And Reformer Exercises On Female Body Composition. *Internation J Euras Edu Cultur.* 2020;5:2316-2339.
21. Lau C, Yu R, Woo J. Effects of a 12-week hatha yoga intervention on cardiorespiratory endurance, muscular strength and endurance, and flexibility in Hong Kong Chinese adults: a controlled clinical trial. *Evi Based Complemen Alternat Med.* 2015;12.
22. Sekendiz B, Altun Ö, Korkusuz F, Akın S. Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *J Bodywork Mov Ther.* 2007;11:318-326.
23. Schmidt SCE, Tittlbach S, Bös K, Wall A. Different Types of Physical Activity and Fitness and Health in Adults: An 18-Year Longitudinal Study. *Biomed Res Int.* 2017;10.
24. Petric M, Vauhnik R, Jakovljevic M The Impact of Hatha Yoga Practice on Flexibility: A Pilot Study. *Alternat Integrat Med.* 2014;3:160.
25. 25- Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. *J Sports Sci& Med.* 2014;13:1-14.
26. Cuberek R, Machová I, Lipenská M. Reliability of V sit-and-reach test used for flexibility self-assessment in females. *Acta Gymnica* 2013;18:43:35-39.
27. Shiraishi JC, Bezer LMA. Effects of yoga practice on muscular endurance in young women. *Complemen Ther Clin Pract.* 2016;22:69-73.
28. Jakhotia KA, Shimpi AP, Rairikar SA, Mhendale P, Hatekar R, Shyam A, et al. Suryanamaskar: An equivalent approach towards management of physical fitness in obese females. *Int J Yoga.* 2015;8:27-36.
29. Mistry A. Effects Of Yoga On Low Back Stability, Strength And Endurance. Thesis Submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Industrial and Systems Engineering 2011 Blacksburg, Virginia.
30. Galantino ML, Bzdewka TM, Eissler-Russo JL et al. The impact of modified hatha Yoga on low back pain: A pilot study. *Alternat Ther.* 2004;10: 56-59.
31. Lee H, Matthew J, Caguicla C et al. Effects of 8-week Pilates exercise program on menopausal symptoms and lumbar strength and flexibility in postmenopausal women. *J Exer Rehabil.* 2016;12:247-252.
32. Greco G, Patti A, Cataldi S, et al. Changes In Physical Fitness In Young Female Volleyball Players After An 8-Week In-Season Pilates Training Program. *Acta Med Mediterr.* 2019;35: 3375-3381.
33. Kloubec June A. Pilates for Improvement of Muscle Endurance, Flexibility, Balance, and Posture. *J Strength Condition Res.* 2010;24:661-667.
34. EJ Lim, Hyun E-J. The Impacts of Pilates and Yoga on Health-Promoting Behaviors and Subjective Health Status. *Internation J Enviro Res Public Health.* 2021;18:3802.
35. Uluğ N, Tunca Yılmaz Ö, Kara M, et al. Effects of Pilates and yoga in patients with chronic neck pain: A sonographic study. *J Rehabil Med.* 2018;50:80-85.

## ORIGINAL ARTICLE

# Subakromiyal sıkışma sendromlu hastaların el kavrama performanslarında kinezyo bantlamanın akut etkileri: randomize kontrollü çalışma

Selvin BALKI<sup>1</sup>, Hacer Hicran ŞİMŞEK<sup>2</sup>

**Amaç:** Etkilenen omuza uygulanan kinezyo bantlamanın (KB), subakromiyal sıkışma sendromu (SSS) hastalarının maksimum kavrama performansında oluşturduğu akut etkileri belirlemek.

**Yöntem:** Tek taraflı subakromiyal sıkışma sendromu olan 34 hasta, iki gruptan birine rastgele olarak ayrıldı: Sham KB (13 kadın, 5 erkek) ve KB (10 kadın, 6 erkek). KB grubu için deltoid ve supraspinatus kaslarına %10-25 gerilimle inhibe edici KB teknikleri, etkilenen omuza %50-75 gerilimle mekanik düzeltme KB tekniği uygulandı. Sham KB grubunda, iki I-bant (10-cm) akromiyoklavikular eklem ve deltoid distaline gerim olmadan uygulandı. Maksimum kavrama gücü ve süresi, hidrolik el dinamometresi ile başlangıçta ve bantlamadan hemen sonra test edildi. Ayrıca başlangıç ölçümünde, el dinamometresi ile izometrik omuz kas kuvveti ve 10-cm görsel analog skalası ile aktiviteye bağlı ağrı düzeyi değerlendirildi.

**Bulgular:** Demografik özellikler ve başlangıç ölçümlerinde gruplar arasında anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). Grup içi karşılaştırmada bantlama sonrasında Sham KB ( $p=0,013$ ,  $d=0,425$ ) ve KB ( $p=0,001$ ,  $d=0,549$ ) gruplarının maksimum kavrama gücü ölçümlerinde ve KB grubunun ( $p=0,030$ ,  $d=0,597$ ) maksimum kavrama süresinde azalma kaydedildi. Gruplar arası karşılaştırma sonucuna göre bantlama sonrasında KB grubunun maksimum kavrama süresinde azalma saptandı ( $p=0,000$ ,  $d=1,509$ ).

**Tartışma:** Subakromiyal sıkışma sendromu olan hastaların etkilenen omzuna inhibitör ve düzeltici kinezyo bantlama tekniklerinin uygulanması, elin maksimum kavrama süresinde akut bir azalmaya neden olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** El kuvveti, Dinamometre, Kinezyo bant, Subakromiyal sıkışma sendromu.

## Acute effects of Kinesio Taping on hand grip performance in patients with subacromial impingement syndrome: a randomized controlled trial

**Purpose:** To investigate the acute effects of Kinesio Taping (KT) of the affected shoulder on maximal hand grip performance in patients with subacromial impingement syndrome.

**Methods:** Thirty-four patients with unilateral subacromial impingement syndrome were randomly assigned to one of two groups: Sham KT (13 females, 5 males) and KT (10 women, 6 men). In the KT group, inhibitory KT techniques with a tension of 10-25% were applied to the deltoid and supraspinatus muscles, and the mechanical correction KT technique with a tension of 50-75% was applied to the affected shoulder. In the Sham KT group, two I-tapes (10 cm) were applied without tension over the acromioclavicular joint and distal to the deltoid muscle. Maximal grip strength and maximal grip duration were tested at baseline and immediately after taping using a hydraulic hand dynamometer. In addition, shoulder muscle isometric strength was measured at baseline with a hand dynamometer, and activity-related pain was assessed with a 10-cm visual analog scale.

**Results:** No significant difference was found between groups in terms of demographics and baseline measurements ( $p > 0.05$ ). Within group comparisons showed decreased maximal grip strength after taping in the Sham KT ( $p=0.013$ ,  $d=0.425$ ) and KT ( $p=0.001$ ,  $d=0.549$ ) groups, and decreased maximal grip duration in the KT group ( $p=0.030$ ,  $d=0.597$ ). Inter-group comparisons showed decreased maximum grip duration in the KT group after taping ( $p=0.000$ ,  $d=1.509$ ).

**Conclusion:** The application of inhibitory and corrective KT techniques over the affected shoulder of patients with subacromial impingement syndrome can lead to an acute decrease in maximal grip duration

**Keywords:** Hand strength, Dynamometer, Kinesio tape, Subacromial impingement syndrome.

1: Sivas Cumhuriyet University, School of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Sivas, Türkiye.

2: Sivas Cumhuriyet University, Institute of Health Sciences, Sivas, Türkiye.

Corresponding Author: Selvin Balki: balkipt@hotmail.com

ORCID IDs (order of authors): 0000-0003-4903-6349; 0000-0001-7261-8051

Received: April 8, 2021. Accepted: March 9, 2022.



Omuz ağrısı, kas-iskelet sistemiyle ilgili semptomların %16'sını oluşturmaktadır.<sup>1</sup> Prevalansının kadınlarda daha yüksek olduğu ve yaşlanmayla arttığı bilinmektedir.<sup>1,2</sup> Omuz ağrısı, genellikle subakromiyal eklem boşluğunun daralması sonucu subakromiyal bursa ve supraspinatus tendonunda oluşan hasar nedeniyle ortaya çıkmaktadır.<sup>3</sup> Omuz ağrısının, omuz kaslarının aktivasyonunda bozulmalara yol açtığı kabul edilmektedir.<sup>3</sup>

Subakromiyal sıkışma sendromu (SSS) olan hastaların konservatif tedavisi kapsamında; çeşitli egzersiz ve elektroterapi yöntemleri, soğuk uygulama, masaj ve manuel tedaviler, anestetik madde ve/veya kortikosteroidlerin lokal enjeksiyonu, kinezyo bant (KB) gibi çeşitli uygulamalar yer almaktadır.<sup>1,4,5</sup> KB, omuz ağrısına yol açan hastalıklar için son yıllarda çok fazla kullanılan ve dikkat çeken bir elastik bantlama yöntemidir.<sup>6</sup> Nörofizyolojik bant olarak da adlandırılan KB'nin; analjezi başta olmak üzere kaslarda fasilitasyon/inhibisyon, eklem/postürde koreksiyon, lenf/kan dolaşımında artış gibi önemli fizyolojik etkilerinin olduğu belirtilmektedir.<sup>7-9</sup> Deltoid ve supraspinatus (SSP) kaslarının insersiyosundan orijinine doğru (inhibitör) ve glenohumeral eklem koreksiyon tekniği ile yapılan kinezyo bantlama sonrasında subakromiyal eklem boşluğunda artışın olduğu kaydedilmiştir.<sup>9</sup> Subakromiyal sıkışma sendromu olan hastalara diğer tedaviler ile birlikte uygulanan kinezyo bantlamanın özellikle ağrı ve fonksiyon üzerine olumlu etkilerinin olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır.<sup>4,10,11</sup> Ancak, literatürde kinezyo bantlamanın omuz kas kuvveti ve aktivitesi üzerindeki etkileri ve bu etkilerin fonksiyonel sonuçları hakkında yeterli bilgi mevcut değildir.<sup>10</sup> Bu konuda yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Subakromiyal sıkışma sendromu olan hastalarda KB, genellikle omuz eklemine verilen mekanik destekle birlikte SSP, infraspinatus (ISP) ve deltoid kaslarında inhibisyon oluşturma amacıyla yapılmaktadır.<sup>7</sup> Rotator manşet kaslarının, özellikle ISP ve SSP kaslarının omuz stabilitesindeki önemi bilinmektedir.<sup>12</sup> El ile güçlü bir kavrama aktivitesi yapıldığında, ISP ve SSP kas aktivitesinde, önemli artışların olduğu rapor

edilmiştir.<sup>12</sup> Ancak bildiğimiz kadarıyla mevcut literatürde, subakromiyal sıkışma sendromu için etkilenen omuza uygulanan kinezyo bantlama ile el kavrama performansı arası etkileşimi incelemek için yapılmış çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmanın hipotezi, el kavrama performansının subakromiyal sıkışma sendromu için önerilen kinezyo bantlama uygulamasından etkilenebileceği düşüncesiyle oluşturuldu. Çalışmamızın amacı, subakromiyal sıkışma sendromunda randomize kontrollü olarak kinezyo bantlama veya sham kinezyo bantlama uygulamasının hemen sonrasında maksimum kavrama kuvvet ve süresinde oluşan akut etkilerin incelenmesi idi. Ayrıca, bantlama öncesinde hastaların etkilenen omuzunun aktivite-ilişkili ağrı seviyesi, izometrik kas kuvveti, maksimum kavrama kuvvet ve süresi arasındaki ilişki araştırıldı.

## YÖNTEM

### Çalışmanın Tasarımı ve Bireyler

Mevcut çalışma, omuz ağrısı nedeniyle klinik/radyolojik inceleme sonrası tek taraflı subakromiyal sıkışma sendromu tanısı alan hastaları içerdi. Hastalara çalışmanın amacı, yapılması planlanan ölçümler ve subakromiyal sıkışma sendromu hakkında bilgi verilip hastalardan yazılı onamları alındı. Üniversite etik kurulunca çalışma protokolü onayladı (Karar no: 2010-06/61).

Subakromiyal sıkışma sendromu olan hastalar; 18-70 yaş aralığında ise, en az bir ay devam eden omuz ağrısı varsa, pozitif Hawkins-Kennedy ve Neer sıkışma test sonuçlarına sahipse çalışmaya dahil edildi. Çalışma öncesinde kinezyo bantlama uygulaması yapılanlar, son 3 ayda subakromiyal sıkışma sendromu için fizik tedavi ve intra-artiküler enjeksiyon hikayesi olanlar ve üst ekstremitte performansını etkileyebilecek nörolojik ve ortopedik problemler ile katılımı engelleyebilecek psikolojik problemi tanımlanan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmaya subakromiyal sıkışma sendromu olan 40 hasta (27 kadın, 13 erkek) kabul edildi ve hastalar randomize sayı tablosu kullanılarak Sham KB ve KB gruplarına ayrıldı.

### Ölçümler

Cinsiyet, yaş, vücut kütle indeksi (VKİ), semptom süresi (SS), aktivite-ilişkili ağrı (10-cm görsel analog skala, GAS) ve etkilenen dominant kol (EDK) sayısına dair bilgiler çalışma grupları için kaydedildi.

#### **Ağrı şiddetinin değerlendirilmesi**

Hastalardan, etkilenen kolun aktif hareketi ile hissettikleri ağrıyı GAS üzerinde işaretlemeleri istendi. GAS için, bir düz çizgi (10-cm) üzerinde başında 'ağrı yok', sonunda 'çok şiddetli ağrı var' ifadeleri kullanıldı. İşaretlenen mesafe cm cinsinden ölçülerek aktivite-ilişkili ağrı sonucu saptandı.

#### **Kas kuvveti ölçümleri**

Kas kuvveti ölçümlerine başlamadan önce omuz hareketlerinin birkaç tekrarı olacak şekilde ısınma egzersizleri verildi. Bantlama öncesinde 40 hastanın tamamında izometrik kuvvet ölçümleri yapıldı. Bir denemeden sonra 1-2 dakika ara verilerek yapılan iki ardışık ölçümün ortalaması alınarak kaydedildi. Bu ölçümler, bir el dinamometresinin (Fabrication Enterprises Inc., NY, ABD) kullanımıyla ve *Make* test yöntemiyle gerçekleştirildi.<sup>13</sup> Bu test esnasında hastadan, ekstremitesine karşı dik pozisyonda yerleştirilmiş olan dinamometreyi maksimum bir çabayla itmesi ve 5 saniye tutması istendi. Andrews vd. tarafından tanımlanan standart sırt üstü pozisyonlarında<sup>13</sup>, fleksör, ekstansör, abduktör, iç ve dış rotator omuz kas grubu kuvvetleri ölçüldü.

#### **El kavrama performansının ölçümü**

Ölçümler bantlama öncesi ve bant tatbikinden 5 dakika sonra; Amerika El Terapistleri Derneği'nin önerdiği test pozisyonunda; sandalyede otururken omuz nötral rotasyon ve adduksiyonda, dirsek 90° fleksiyonda, ön kol destekli ve mid-rotasyonda ve el bileği nötralde gerçekleştirildi. Baseline® hidrolik el dinamometresi (Hixon, TN, ABD) kullanılarak maksimum kavrama kuvveti ve süresi, bir deneme sonrası 1-2 dakika ara ile yapılan üç ölçümün ortalaması alınarak hesaplandı. Hastaya tüm gücü ile dinamometreyi sıkması ve aynı güçle tutması istendi. Dinamometreyi maksimum kuvvetle tutma süresi kronometre ile ölçüldü. Maksimum kavrama kuvveti pound ve maksimum kavrama süresi saniye cinsinden kaydedildi.

#### **Bantlama prosedürü**

Kinezyo bantlama uygulamaları bu alanda sertifikası olan bir fizyoterapist tarafından

omuz kuvvet ölçümlerinin hemen sonra gerçekleştirildi. Omuz kuvvet ölçümlerine başlamadan önkolun iç bölümüne küçük bir parça KB yapıştırılarak 20-30 dakikalık bir alerji testi uygulandı ve hastalarda herhangi bir cilt reaksiyonu gözlenmedi. Etkisi olmayan/sham KB ve terapötik amaçlı KB yapıldı. Farklı renkte ama aynı etkiye sahip olan, 5 cm genişliğinde Kinesio® Tex Gold bantları kullanıldı. İki I-bant (10-cm), sham KB için Şekil 1A'da gösterildiği biçimde gerim verilmeden akromiyoklavikular eklem ve deltoidin distaline uygulandı. KB grubunda ise inhibitor KB kas tekniğine uygun bir şekilde, deltoid için mavi ve supraspinatus için siyah renkli Y-bantları kaslara insersiyon-orijin yönünde ve %10-25 gerimle tatbik edildi (Şekil 1B).<sup>7</sup> İlave olarak, bej renkli bir I-bant, korokoid çıkıntından deltoidin posterioruna doğru glenohumeral eklem mekanik koreksiyonu için yüksek gerimde (%50-75) uygulandı (Şekil 1B).<sup>7</sup>

#### **İstatistiksel analiz**

İstatistiksel analizler, "IBM SPSS Statistics 14" programı ile yapıldı. Tanımlayıcı istatistiksel analizler ile çalışma gruplarının özellikleri belirlendi. Bu analizlerde saplı kutu grafik dışında işaretlenen ve böylece el kavrama performansı sonuçlarında uç değerlere sahip olduğu belirlen 6 hasta çıkarılarak geriye kalan 34 hastanın sonucu ile istatistiksel analizler gerçekleştirildi. Değişkenlerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testiyle incelendi. Maksimum kavrama süresinin, Sham KB grubunda bantlama öncesi ve KB grubunda bantlama öncesi-sonrası normal dağılım gösterdiği saptandı. Normal dağılım gözlenmeyen diğer sonuçların analizinde, Mann-Whitney U ve Wilcoxon testleri kullanıldı. Normal dağılım gösteren sonuçlar için yapılan gruplar arası karşılaştırmalarda İlişkisiz Örneklem t testi ve grup içi karşılaştırmalarda ise İlişkili Örneklem t testi uygulandı. Kategorik değişkenler için Ki-kare testi yapıldı. Başlangıç maksimum kavrama kuvveti ve süresi, omuz izometrik kas kuvveti ve aktivite-ilişki ağrı sonuçları arası bağlantılar, Spearman korelasyon testi ile analiz edildi. Farklı formüllerin kullanımıyla Mann-Whitney U ve Wilcoxon ( $d = Z / \sqrt{N}$ ), İlişkisiz Örneklem t ( $d = t * \sqrt{N_1 + N_2} / \sqrt{N_1 * N_2}$ ) ve İlişkili Örneklem t ( $d = t / \sqrt{N}$ ) t test sonuçlarının etki büyüklüğü hesaplandı. Etki büyüklüğü ve korelasyon sonuçları, Cohen'in tanımladığı



düşük ( $d = 0,20$ ), orta ( $d = 0,50$ ) ve yüksek ( $d = 0,80$ ) etki büyüklüğü sınırlarına göre yorumlandı.<sup>14</sup> İstatistiksel anlamlılık,  $p < 0,05$  olarak kabul edildi. G\*Power (Ver. 3.1.7, Axel Buchner, Universität Kiel, Germany) program ile maksimum kavrama zamanının istatistik sonucu için post-hoc güç analizi yapıldı.

## BULGULAR

Sham KB grubunda; 13 kadın, 5 erkek, yaş:  $53,72 \pm 12,27$  yıl; VKİ:  $30,31 \pm 4,30$  kg/m<sup>2</sup>, SS:  $12,61 \pm 11,11$  ay, GAS:  $7,77 \pm 1,36$  cm ve EDK: 12 olarak bulundu. Etkilenen omzun fleksör, ekstansör, abduktör, iç ve dış rotator izometrik kas kuvvetleri sırayla;  $8,11 \pm 3,08$ ,  $8,00 \pm 2,32$ ,  $4,94 \pm 2,34$ ,  $5,78 \pm 2,94$  ve  $5,94 \pm 3,07$  kg-kuvvet şeklinde belirlendi.

KB grubunda, 10 kadın, 6 erkek, yaş:  $48,00 \pm 12,24$  yıl, VKİ:  $26,69 \pm 4,62$  kg/m<sup>2</sup>, SS:  $12,50 \pm 10,52$  ay, GAS:  $6,88 \pm 2,25$  cm ve EDK: 8 olduğu belirlendi. Etkilenen omzun fleksör, ekstansör, abduktör, iç ve dış rotator izometrik kas kuvvetleri sırayla;  $8,19 \pm 2,32$ ,  $6,88 \pm 2,42$ ,  $5,25 \pm 2,93$ ,  $5,75 \pm 2,93$  ve  $5,19 \pm 2,88$  kg-kuvvet şeklinde saptandı.

Başlangıç değişkenleri ve el performansı ölçümleri için gruplar arasında VKİ dışında, istatistiksel olarak önemli farklılığın olmadığı saptandı ( $p = 0,088-0,986$ ). Sadece VKİ için çalışma grupları arasında anlamlı farkın olduğu kaydedildi ( $p = 0,025$ ). Spearman korelasyon analiz sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. Maksimum kavrama kuvvetinin aktivite-ilişkili ağrı ile negatif ( $r = -0,505$   $p = 0,002$ ) ve omuz izometrik kas kuvveti sonuçlarıyla pozitif (rotatörlerle  $r = 0,639-0,682$ ;  $p = 0,000-0,000$ , diğerleriyle  $r = 0,356-0,739$ ;  $p = 0,039-0,000$ ) düşük-orta seviyelerde ilişkili olduğu belirlendi. Maksimum kavrama süresinin ise sadece omuz ekstansör, abduktör ve dış rotatör kas kuvvetleri ile düşük seviyede pozitif ( $r = 0,378-0,404$ ;  $p = 0,027-0,018$ ) yönde ilişkili olduğu gözlemlendi (Tablo 1).

Bantlama öncesi ve sonrası yapılan grup içi analizlerde; hem Sham KB ( $p = 0,013$ ) hem de KB ( $p = 0,001$ ) gruplarının maksimum kavrama kuvvetlerinde anlamlı azalmanın olduğu ancak, maksimum kavrama süresinin sadece KB grubunda önemli bir azalma gösterdiği bulundu ( $p = 0,030$ ,  $d = 0,597$ ) (Tablo 2 ve 3). Maksimum kavrama kuvvet için bantlamanın etki büyüklüğü KB grubunda ( $d = 0,549$ ), Sham KB

grubundan ( $d = 0,425$ ) daha yüksek olduğu ortaya kondu (Tablo 2).

Bantlama sonrası gruplar arası karşılaştırmalarda anlamlı olan tek sonuç, maksimum kavrama süresi için KB grubunda gözlenen azalma idi ( $p = 0,014$ ) (Tablo 3). Maksimum kavrama süresinde gözlenen bu akut azalma için İnhibitör ve düzeltici KB tekniklerinin etki büyüklüğü oldukça yüksekti ( $d = 1,509$ ). Maksimum kavrama kuvveti için bantlama sonrası yapılan gruplar arası analizde, anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0,05$ ) (Tablo 2). Bantlama sonrası gruplar arası maksimum kavrama süresi sonucu ile yapılan analizde, gücün, %81 olduğu saptandı.

## TARTIŞMA

Bu çalışma, subakromiyal sıkışma sendromu olan hastaların omuzlarına uygulanan kinezyo bantlamanın kavrama performansına etkisini araştırmak amacıyla yapıldı. Gruplar arası analiz sonuçları, inhibitör ve korektif KB uygulaması sonrasında maksimum kavrama süresinde önemli bir azalmanın olduğunu, ancak maksimum kavrama kuvvetinin değişmediğini gösterdi. Başlangıçta ölçülen maksimum kavrama kuvvet ve süresi ile izometrik omuz kas kuvvetleri pozitif yönde ilişkiliydi. Dolayısıyla, çalışmanın sonuçları çalışma hipotezini kısmen destekledi.

İnhibitör KB uygulamasının, kas aktivitesi ve performansında yaptığı etkiler tartışmalıdır.<sup>15</sup> Bir çalışmada, subakromiyal sıkışma sendromu olan hastaların deltoid kasına inhibitör KB tekniği uygulanmış ve hemen sonrasında trapez kasının alt parçasının aktivitesinde önemli bir azalmanın olduğu belirlenmiştir.<sup>16</sup> İnhibitör KB'nin etkisiyle omuz kuşağı kas aktivitesinde olan bir azalmanın, omuz stabilizasyonda bozulmaya ve maksimum kavrama performansında (kuvvet ve süre) azalmalara yol açacağı düşünülebilir. Çalışma sonuçları, subakromiyal sıkışma sendromu olan hastalara uygulanan inhibitör KB tekniğinin maksimum kavrama süresine negatif etkisi olduğunu gösterdi. Sham uygulama ve inhibitör KB bantlama uygulamalarını takiben her iki grupta da maksimum kavrama kuvvetinde azalma kaydedildi. Çalışmamızda, bantlama öncesi ve sonrasında maksimum kavrama kuvvet ölçümleri arasındaki dinlenme süresi 10 dakikadan daha kısaydı. Bu nedenle, oluşan

Tablo 1. Bantlama öncesi subakromiyal sıkışma sendromlu 34 hastanın etkilenen omuz kas kuvveti ve ağrısı ile maksimum kavrama kuvvet ve süresinin ilişkisi.

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1) Maksimum kavrama kuvveti	rho								
	p								
(2) Maksimum kavrama süresi	rho	0,207							
	p	0,241							
(3) Omuz izometrik fleksiyon kuvveti	rho	0,356	0,199						
	p	0,039*	0,260						
(4) Omuz izometrik ekstansiyon kuvveti	rho	0,739	0,400	0,464					
	p	<0,001	0,019*	0,006*					
(5) Omuz izometrik abduksiyon kuvveti	rho	0,496	0,404	0,429	0,656				
	p	0,003*	0,018*	0,001*	<0,001				
(6) Omuz izometrik iç rotasyon kuvveti	rho	0,639	0,312	0,385	0,720	0,654			
	p	<0,001	0,072	0,024*	<0,001	0,000*			
(7) Omuz izometrik dış rotasyon kuvveti	rho	0,682	0,378	0,422	0,728	0,645	0,839		
	p	<0,001	0,027*	0,013*	<0,001	0,000*	<0,001		
(8) Aktivite-ilişkili ağrı	rho	-0,505	-0,209	-0,079	-0,371	-0,427	-0,651	-0,542	
	p	0,002*	0,235	0,657	0,031*	0,012*	<0,001	0,001*	

\*p&lt;0,05. rho: Spearman korelasyon katsayısı.

Tablo 2. Bantlama öncesi ve hemen sonra ölçülen maksimum kavrama kuvveti (pound) için grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar.

	KB öncesi		KB sonrası		Fark	p	d
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD			
KB grubu (N=16)	45,06±19,61	39,69±17,28	5,38	0,001*	0,549		
Sham KB grubu (N=18)	52,89±28,58	45,89±26,10	7,00	0,013*	0,425		
Fark	7,83	6,20					
p	0,384	0,551					
d	0,152	0,107					

\*p&lt;0,05. KB: kinezyo bantlama. d: etki büyüklüğü.

Tablo 3. Bantlama öncesi ve hemen sonra ölçülen maksimum kavrama süresi (saniye) için grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar

	KB öncesi		KB sonrası		Fark	p	d
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD			
KB grubu (N=16)	15,81±8,26	10,50±4,38	5,31	0,030*	0,597		
Sham KB grubu (N=18)	22,06±10,41	19,72±7,28	2,33	0,418	0,180		
Fark	6,24	9,22					
p	0,088	<0,001					
d	0,299	1,509					

KB: kinezyo bantlama. d: etki büyüklüğü.

yorgunluk her iki grupta kavrama kuvvetinin azalmasına neden olmuş olabilir. Ancak tedavi sonrasında her iki grup arasında maksimum kavrama kuvveti arasında bir fark yoktu. İnhibitör KB uygulanan grupta Sham KB grubuna göre farkın olmamasının nedeni, bu gruba uygulanan korektif KB uygulamasının etkisi veya olası bir ağrı azalması ile açıklanabilir. Bir çalışmada, kinezyo bantlama uygulandıktan sonra kas aktivitesinde meydana gelen inhibisyonun ağrının azalmasına neden olduğu rapor edilmiştir.<sup>19</sup> Çalışmamızda bantlama sırasında ağrı değerlendirilmedi. Ancak, bantlama öncesi değerlendirme bulguları arasında yapılan korelasyon analizinde, aktivite-ilişkili ağrı ile sadece maksimum kavrama kuvveti arasında orta seviyeli negatif yönde ilişki olduğu saptandı.

Bagheri vd.<sup>18</sup> tarafından, Sham KB ile karşılaştırmalı olarak inhibitör Y-kinezyo bantlamanın H-refleksinde ilk 5 dakikada yaptığı etkiler araştırılmıştır. Bantlama sonrasında hızlı motor ünite aktivitesinde azalma ve yavaş motor ünite aktivitesinde artış olduğu kaydedilmiştir. Güçlü bir izometrik kontraksiyon sırasında, iskelet kaslarındaki hızlı motor ünitelerin daha baskın olduğu bilinmektedir.<sup>17</sup> Dolayısıyla, kinezyo bantlamanın neden olduğu azalmış hızlı motor ünite aktivitesi kavrama gibi izometrik kasılma gerektiren aktivite performansını etkileyebilir. Nitekim, çalışmamızda subakromiyal sıkışma sendromu hastalara uygulanan inhibitör KB'nin akut etkisi ile maksimum kavrama süresinde azalma kaydedildi. Bu durum, hızlı motor ünitelerin baskılandığını ve böylece ortaya konan maksimum kavrama kuvvetinin uzun süre devam etmediğini düşündürdü. Günlük yaşamda sıklıkla gerçekleştirilen kuvvetli kavrama aktiviteleri omuz eklemine istenmeyen yüklenmelere neden olabilmektedir. Bu durum, tersi olarak, omuza uygulanan bantlamanın, kavrama aktiviteleri sırasında omuz eklemine etki eden sekonder stresleri önlemek için kullanımına yönelik varsayımına neden olmaktadır. Kinezyo bantlamanın etkisiyle kavrama süresinde meydana gelen azalmanın ne kadar devam ettiğinin belirlenmesine ve aktivite/fonksiyonlarda oluşturabileceği sonuçların araştırılmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca, subakromiyal sıkışma sendromu olan bireylerde kinezyo bantlama

sonucu kavrama kuvveti değişmeden, maksimum kavrama süresindeki azalmanın omuz eklemine olan uzun süreli etkisinin araştırılması önemli olabilir.

Kinezyo bantlamanın gerim oluşturarak cilt ve fasyal reseptörleri uyardığı, böylelikle motor ünite ve kas içeceği aktivitelerinde değişime neden olduğu kabul edilmektedir.<sup>7,18,20</sup> Ayrıca kinezyo bantlamanın, kas performansında, bantlamadan 24 saat sonra bile etki gösterdiği rapor edilmiştir.<sup>21</sup> Önceki çalışmalarda kinezyo bantlamanın hemen sonrasında genellikle konsantrik ve eksantrik kas kuvvet artışları bildirilirken izometrik kuvvette ait bulgular sınırlıdır.<sup>22</sup> Bu durum, izometrik kasılma esnasında kinezyo bantlamanın kas kuvvetini artıracak kadar reseptör aktivasyonu oluşturmadığı varsayımıyla açıklanmaktadır.<sup>22</sup> Çalışmamızda subakromiyal sıkışma sendromunda omuza uygulanan inhibitör ve korektif kinezyo bantlamanın maksimum kavrama kuvvetinde Sham KB'den daha fazla azalmaya neden olmadığı kaydedildi. Keenan vd.<sup>23</sup> çalışmalarında subakromiyal sıkışma sendromu olan ve olmayan bireylerin omuz bölgesi kaslarına inhibitör KB uygulamışlardır. Bantlamanın hemen sonrasında yaptıkları ölçümlerde rotator manşet kas kuvvetinde herhangi bir değişim saptanmamıştır. Çalışmamızın amacı bantlamanın kavrama performansındaki etkisini araştırmak olduğu için bantlamayı takiben omuz kas kuvveti ölçümü tekrarlanmadı. Ancak bantlama öncesinde yapılan omuz kas kuvveti ile kavrama kuvveti ve süresi arasında orta düzeyde ilişki saptandı. Dolayısıyla, bantlama sonrasında kavrama kuvvetinde azalma olduğu düşünüldüğünde omuz kas kuvvetindeki azalmanın meydana gelmiş olabileceği yordanabilir.

Kavrama kuvvetinin; ağı, üst ekstremitte hareket kısıtlılığı, günün hangi saatinde ölçüm yapıldığı, duyu kaybı gibi çok sayıda faktörün etkisiyle değiştiği bilinmektedir.<sup>24</sup> Çalışmamıza katılan subakromiyal sıkışma sendromu olan hastalar yüksek seviyede aktivite-ilişkili ağrı bildirdiler. Bu ağrı seviyesi ile maksimum kavrama kuvveti arasında önemli bir negatif ilişkinin olduğu saptandı. Ağrı duyusunun hangi mekanizma ile kas kuvvetini azalttığı bilinmemekte ve bu durumdan refleks inhibisyon mekanizmasının sorumlu olduğuna

dair kanıt bulunmamaktadır.<sup>25</sup> Bu mekanizmada, kinezyofobi gibi psikolojik faktörlerin de etkili olabileceği düşünülebilir.<sup>26</sup> Dolayısıyla, ileri çalışmalarda bu konun araştırılması önerilebilir.

#### Limitasyonlar

Bu çalışmanın bazı limitasyonları vardır. Birincisi hastaların aktivite düzeyleri kaydedilmedi. İkincisi bantlama sonrası ağrı ve omuz kas kuvveti ölçülmedi. Üçüncüsü kinezyofobi değerlendirmesi yapılmadı. Dördüncüsü kuvvet ölçümleri günün belli bir zaman diliminde gerçekleştirilmedi. Beşincisi çalışmaya sağlıklı kontrol grubu dahil edilmedi. Ayrıca çalışmada, kinezyo bantlamanın sadece akut etkileri değerlendirildi. Son olarak mevcut çalışma, farklı yaş ve cinsiyet alt grup analizlerine olanak veren büyük bir örnekleme yapılmadı. Subakromiyal sıkışma sendromu olan hastalarda omuza uygulanan kinezyo bantlamanın maksimum kavrama performansındaki etkisiyle ilgili daha büyük ölçekli, uzun takipli ve detaylı değerlendirmelerin olduğu yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

#### Sonuç

Günümüzde, subakromiyal sıkışma sendromu olan hastaların fizyoterapi programı kapsamında inhibitör ve korektif KB teknikleri önerilmektedir. Subakromiyal sıkışma sendromu nedeniyle etkilenen omuza uygulanan kinezyo bantlamanın maksimum kavrama süresinde önemli bir akut azalmaya yol açmaktadır. Subakromiyal sıkışma sendromunda kavrama kuvveti ve süresi, omuz kas kuvvetini etkilemektedir. Bununla birlikte, aktivite ilişkili omuz ağrısı da kavrama kuvvetini olumsuz yönde etkilemektedir.

**Teşekkür:** Yok

**Yazarların Katkı Beyanı:** **SB:** Fikir gelişimi, proje yönetimi, veri analizi, veri yorumlama, literatür araştırması, yazma; **HHŞ:** Çalışma dizaynı, veri toplama, veri işleme.

**Finansal Destek:** Bu çalışma Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) birimi tarafından SBF-014 nolu proje olarak desteklenmiştir

**Çıkar Çatışması:** Yok

**Etik Onay:** Bu araştırma protokolü Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Etik Kurulu (T.C. Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmaları Değerlendirme Kurulu) (sayı: 2010-06/61, tarih: 29.09.2010) tarafından onaylandı.

## KAYNAKLAR

1. Van der Windt DAWM, Koes BW, de Jong BA, et al. Shoulder disorders in general practice: incidence, patient characteristics, and management. *Ann Rheum Dis.* 1995;54:959-964.
2. Walker-Bone K, Palmer KT, Reading I, et al. Soft-tissue rheumatic disorders of the neck and upper limb: Prevalence and risk factors. *Semin Arthritis Rheu.* 2003; 33:185-203.
3. Bigliani LU, Levine WN. Current concepts review: Subacromial impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;79:1854-1868.
4. Şimşek HH, Balki S, Keklik SS, et al. Does Kinesio taping in addition to exercise therapy improve the outcomes in subacromial impingement syndrome? A randomized, double-blind, controlled clinical trial. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2013;47:104-110.
5. Pekiavas NO, Baltacı G. Short-term effects of high-intensity laser therapy, manual therapy, and Kinesiotaping in patients with subacromial impingement syndrome. *Lasers Med Sci.* 2016;31:1133-1141.
6. Celik D, Karaborklu Argut S, Coban Ö, et al. The clinical efficacy of kinesio taping in shoulder disorders: a systematic review and meta analysis. *Clin Rehabil.* 2020;34:723-740.
7. Kase K, Wallis J, Kase T. *Clinical Therapeutic Applications of the Kinesio Taping Method.* 2nd ed. Albuquerque NM: Kinesio Taping Association, 2003.
8. Ata E, Kösem M, Adiguzel E. Does kinesiotaping increase the efficacy of lidocaine injection in myofascial pain syndrome treatment? a randomized controlled study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2019;32:471-477.
9. Harput G, Guney H, Toprak U, et al. Acute effects of scapular kinesiotaping on shoulder rotator strength, range of motion and acromiohumeral distance in asymptomatic overhead athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2016;57:1479-1485.
10. McLaren C, Colman Z, Rix A, et al. The effectiveness of scapular taping on pain and function in people with subacromial impingement syndrome: a systematic review. *Int Musculoskel Med.* 2016;38:81-89.
11. Thelen MD, Dauber JA, Stoneman PD. The clinical efficacy of kinesio tape for shoulder pain:

- a randomized, doubleblinded, clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38:389-395.
12. Sporrang H, Palmerud G, Herberts P. Hand grip increases shoulder muscle activity, an EMG analysis with static hand contractions in nine subjects. *Acta Orthop Scand.* 1996;67:485-490.
  13. Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. *Phys Ther.* 1996;76:248-259.
  14. Cohen J. *Statistical power analysis for the Behavioral Sciences* (3.Baski). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
  15. Cai C, Au IP, An W, et al. Facilitatory and inhibitory effects of Kinesio tape: Fact or fad?. *J Sci Med Sport.* 2016;19(2):109-112.
  16. Dhein W, Wagner Neto ES, Miranda IF, et al. Effects of Kinesio Taping on scapular kinematics and electromyographic activity in subjects with shoulder impingement syndrome. *J Bodyw Mov Ther.* 2020;24:109-117.
  17. Gollnick PD. Relationship of strength and endurance with skeletal muscle structure and metabolic potential. *Int.J.Sports Med.* 1982;3:26-32.
  18. Bagheri R, Pourahmadi MR, Sarmadi AR, et al. Takamjani IE, Torkaman G, Fazeli SH. What is the effect and mechanism of kinesiology tape on muscle activity? *J Body Mov Ther.* 2018;22:266-275.
  19. Leonid K, Elisha V, Lio V. Relieving symptoms of meralgia paresthetica using Kinesio taping: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:1137-1139.
  20. Macgregor K, Gerlach S, Mellor R, et al. Cutaneous stimulation from patella tape causes a differential increase in vasti muscle activity in people with patellofemoral pain. *J Orthop Res.* 2005;23:351-358.
  21. Nakajima MA, Baldrige C, The effect of kinesio® tape on vertical jump and dynamic postural control. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8:393-406.
  22. Yeung S, Yeung E, Sakunkaruna Y, et al. Acute effects of kinesio taping on knee extensor peak torque and electromyographic activity after exhaustive isometric knee extension in healthy young adults. *Clin J Sport Med.* 2015;25:284-290.
  23. Keenan KA, Akins JS, Varnell M, et al. Kinesiology taping does not alter shoulder strength, shoulder proprioception, or scapular kinematics in healthy, physically active subjects and subjects with subacromial impingement syndrome. *Phys Ther Sport.* 2016;24:60-66.
  24. Incel NA, Ceceli E, Durukan PB, et al. Grip strength: effect of hand dominance. *Singapore Med J.* 2002;43:234-237.
  25. Shakespeare DT, Stokes M, Sherman KP, et al. Reflex inhibition of the quadriceps after meniscectomy: lack of association with pain. *Clin Physiol.* 1985;5:137-144.
  26. George SZ, Dover GC, Fillingim RB. Fear of pain influences outcomes after exercise-induced delayed onset muscle soreness at the shoulder. *Clin J Pain.* 2007;23:76-84.

## ORIGINAL ARTICLE

# Sağlıklı genç yetişkinlerde telerehabilitasyon temelli sliding hamstring curl egzersizinin hamstring esnekliği ve kognitif fonksiyonlar üzerine etkisi: pilot çalışma

Çağlar SOYLU<sup>1</sup>, Necmiye ÜN YILDIRIM<sup>1</sup>

**Amaç:** Bu çalışma, sağlıklı genç yetişkinlerde telerehabilitasyon temelli sliding hamstring curl (SHC) egzersizinin diz kas kuvveti, hamstring esnekliği ve kognitif fonksiyon üzerine etkisini incelemek amacıyla planlandı.

**Yöntem:** Çalışmaya yaşları ortalaması 21,05±2,15 yıl olan toplamda 20 genç erkek yetişkin birey dahil edildi. Çalışmaya katılan bireyler randomize olarak kontrol (N=10) ve SHC egzersiz grubu (N=10) olmak üzere iki gruba ayrıldı. SHC egzersiz grubundaki bireylere, haftada 3 gün 6 hafta telerehabilitasyon yoluyla SHC egzersizi uygulandı. Bireylerin diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti değerlendirmeleri izokinetik dinamometre ile, hamstring esneklikleri maksimum kalça fleksiyonuyla birlikte aktif diz ekstansiyon testi ile, kognitif fonksiyonları CNSVS nörokognitif test bataryası ile tedavi öncesi ve sonrası değerlendirildi.

**Bulgular:** SHC egzersiz grubunda grup içi analizlerde diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvvetinde, hamstring esnekliklerinde, tüm kognitif parametrelerde artış olduğu bulundu ( $p<0,05$ ). Kontrol grubunda ise tüm ölçüm parametrelerinde başlangıç değerlerine göre azalma olduğu tespit edildi ( $p<0,05$ ). SHC egzersiz grubundaki bireylerin tüm ölçüm değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulundu ( $p<0,05$ ).

**Sonuç:** Çalışmanın sonucunda, SHC egzersizinin konsantrik ve eksantrik diz kas kuvvetini, hamstring esnekliğini ve kognitif fonksiyonları geliştirmede ve kuvvet asimetrisini düzeltmede etkin bir egzersiz olduğu bulundu. Ayrıca konsantrik ve eksantrik hamstring kas kuvvetini artırmada daha etkin olduğu görüldü. SHC egzersizinin farklı egzersizlerle karşılaştırıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar kelimeler:** Egzersiz, Esneklik, Hamstring, Kas kuvveti, Kognitif fonksiyon.

## Effects of telerehabilitation-based sliding hamstring curl exercise on hamstring flexibility and cognitive functions in healthy young adults: a pilot study

**Purpose:** This study was planned to investigate the effect of sliding hamstring curl (SHC) exercise on knee muscle strength, hamstring flexibility and cognitive function.

**Methods:** A total of 20 young male adult individuals with a mean age of 21.05±2.15 years were included in the study. The number of individuals participating in the study was randomly divided into two groups equal to each group. Individuals in the SHC exercise group who were applied SHC exercise 3 days a week for 6 weeks. Knee flexion and extension muscle strength was assessed via isokinetic dynamometer; hamstring flexibility by using the maximum hip flexion and active knee extension test, and cognitive functions by the CNSVS neurocognitive test battery pre and post-treatment.

**Results:** In the SHC exercise group, a significant increase was found in knee flexion and extension muscle strength, hamstring flexibility, and all cognitive parameters in the within-group analyses ( $p<0.05$ ). In the control group, it was found that there was a significant decrease in all measurement parameters ( $p<0.05$ ). All measurement values of individuals in the SHC exercise group were found to be higher than the control group ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** As a result of the study, it was found that SHC exercise is an effective exercise in improving concentric and eccentric knee muscle strength, hamstring flexibility and cognitive functions, and fixing strength asymmetries. Studies that are comparing SHC exercise with different exercises are needed.

**Keywords:** Exercise, Flexibility, Hamstring, Muscle strength, Cognitive function.

1: University of Health Sciences, Gülhane Faculty of Physiotherapy and Rehabilitation, Etik, Ankara, Türkiye.

Corresponding Author: Çağlar Soylu: fztcağlar5187@gmail.com

ORCID IDs (order of authors): 0000-0002-1524-6295;0000-0002-5527-4290

Received: May 25, 2021. Accepted: June 23, 2021.



**H**amstring kas yaralanmaları (HKY), birçok sporda ve sedanter bireylerde en sık görülen alt ekstremitte yaralanmalarından biridir.<sup>1</sup> Ayrıca, hamstring yaralanmalarının tekrarlama ihtimalinin %12-33 arasında olduğu gösterilmiştir.<sup>2</sup> Hamstring kas grubu içerisinde en sık yaralanan biceps femoris uzun başıdır ve tüm HKY'nin yaklaşık %84'ünü oluşturmaktadır.<sup>3</sup> HKY riski çok faktörlü olup hem değiştirilebilir hem de değiştirilemez birçok faktörden etkilenir.<sup>4</sup> HKY'ye neden olan faktörler arasında; ileri yaş,<sup>5</sup> hamstring yaralanma öyküsü,<sup>6</sup> eksantrik hamstring kas kuvvetindeki azalma,<sup>7,8</sup> hamstring/quadriceps oranındaki dengesizlik (konvansiyonel ve fonksiyonel oran), zayıf lumbopelvik stabilite,<sup>9</sup> kognitif fonksiyon<sup>4</sup> ve bozulmuş hamstring kas mimarisi<sup>8</sup> yer almaktadır. Literatürde birçok prospektif çalışmada, eksantrik ve konsantrik diz fleksör kas kuvvetinin hamstring yaralanma oranları üzerine etkileri incelenmiştir.<sup>7,8,10-13</sup> Bu çalışmalarda hem düşük konsantrik quadriceps kuvveti hem de düşük eksantrik hamstring kas kuvvetinin artan HKY riski ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir.<sup>7,8,10-13</sup> Bu nedenle hamstring ve quadriceps kaslarının konsantrik ve eksantrik kas kuvvetlerinin değerlendirilmesi HKY riskini azaltmada dikkate alınması gereken bir unsurdur.

Hamstring yaralanmalarında tanımlanan risk faktörlerinden birisi de kognitif fonksiyondur.<sup>14</sup> En yüksek düzeyde spor performansı, dikkat, karar verme ve çalışma belleği gibi kognitif becerilerin stresli ve zorlu ortamlarda en iyi düzeyde çalışmasını gerektirir.<sup>15</sup> Bu düşünce, başlangıçtaki kognitif fonksiyonun gelecekteki spor başarısını tahmin edebildiğini gösteren çalışmalar ile desteklenmiştir ve azalmış kognitif beceriye sahip sporcuların sportif başarıları daha düşük bulunmuştur.<sup>10,16-18</sup> Aynı zamanda kognitif becerilerdeki zayıflık veya bozulma kas yaralanmalarında rol oynayan birçok faktörün ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.<sup>15</sup> Bununla birlikte literatürde düzenli olarak yapılan aerobik ve kuvvetlendirme egzersizlerinin hem kognitif fonksiyonlarda hem bilgi ileti moleküllerinde hem de kortekste nörogenezisi artırdığını kanıtlayan çalışmalar mevcuttur.<sup>19-21</sup> Ancak, hamstring yaralanmalarında ve/veya yaralanmaların önlenmesinde kullanılan egzersizlerin kognitif fonksiyon üzerine

etkinliğini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Planlanan bu çalışma hamstring yaralanmalarında göz ardı edilen kognitif fonksiyonun önemini ortaya koyarak literatürde bu konudaki eksikliği giderecektir. Hamstring yaralanmalarının koruyucu ve tedavi edici egzersiz uygulamaları içerisinde hamstring esnekliğini artırmaya yönelik birçok farklı eksantrik egzersiz yer almaktadır.<sup>22</sup> Sliding hamstring curl (SHC) egzersizi bu eksantrik egzersizlerden birisidir. SHC egzersizi en çok yaralanan hamstring kası olan biceps femoris uzun başını seçici olarak çalıştıran bir egzersizdir.<sup>23</sup> SHC egzersizinin hamstring kas kuvveti üzerine etkisini inceleyen çalışmalar olmasına rağmen hamstring esnekliği ve kognitif fonksiyon üzerine etkinliğini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.<sup>24,25</sup> Bu nedenle bu çalışmanın amacı SHC egzersizinin diz kas kuvveti, hamstring esnekliği ve kognitif fonksiyon üzerine etkisini incelemek idi.

## YÖNTEM

### Bireyler

Prospektif klinik araştırma çalışması olarak planlanan çalışmaya yaşları 18-25 yıl olan 20 erkek birey dahil edildi. Bireyler [www.randomization.com](http://www.randomization.com) sitesindeki randomizasyon jeneratörü kullanılarak randomize edildi ve eşit iki gruba ayrıldı. Çalışmaya dahil etme kriterleri; yaşları 18-25 arasında olmak, profesyonel olarak spor geçmişi olmamak, beden kütle indeksi (BKİ) 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup> arasında olmak, çalışmaya katılmaya gönüllü olmak, uygulanacak testleri ve egzersizleri yapabilme becerisine sahip olmak, sağlıklı rekreasyonel olarak aktif erkek birey olmaktır (IPAQ Kısa forma göre fiziksel aktivite düzeyi yeterli olan (>3000 MET-dakika/hafta olan bireyler dahil edildi). Son bir yıl içinde alt ekstremitesinde yaralanma öyküsü ve/veya hamstring strain öyküsü olan, görme ve işitme engelli olan, egzersizi kısıtlayacak herhangi bir muskuloskeletal, nörolojik, respiratuar veya kardiovasküler risk faktörüne sahip olan, Dünya Anti-Doping Ajansı'na göre doping sayılabilecek ilaç veya beslenme takviyesi kullanan ve malign hastalık öyküsüne sahip olan bireyler dahil edilmedi. Uygulama öncesi ve sonrası ölçülen değerler arasındaki

değişimlerin bağımsız iki grupta farklılığının incelenmesine yönelik olarak gerekli örneklem büyüklüğü; G\*Power (G\*Power, Ver. 3.0.10, Universität Kiel, Germany) programı ile tekrarlı ölçümlerde karma anova, etkileşim bölümü (ANOVA: Repeated measures, within-between interaction) kullanılarak hesaplandı.<sup>26</sup> Delextrat vd. SHC ve Nordic hamstring curl egzersizlerinin hamstring izokinetik kas kuvveti ve hamstring/quadiceps oranı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında 6 haftalık SHC egzersiz programı öncesi ve sonrası değerlendirilen bireylerin hamstring izokinetik kas kuvveti testinden elde edilen verilere dayanarak çalışmanın 0,591 etki büyüklüğüne sahip olduğunu bulmuşlardır.<sup>25</sup> Bağımsız 2 grup, 2 tekrar, 0.05 tip I hata, %95 güç oranları ile kontrol grubu ile SHC egzersiz programı arasındaki farklılığı  $f=0.591$  etki genişliğinde belirleyebilmek için en az gönüllü sayısı toplam 20 (her bir grupta 10) olarak belirlendi.

Çalışmanın yapılabilmesi için gerekli etik kurul izni ve onayı Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 14.01.2021 tarihindeki toplantı sonucunda 14 numaralı karar ile alındı. Ayrıca çalışmaya dahil edilen bireylere çalışmanın amacı, süresi ve ortaya çıkabilecek durumlar hakkında ayrıntılı olarak bilgi verildi ve gönüllü olarak çalışmaya katılan bireylerden yazılı ve sözlü onam alındı.

Tüm değerlendirmeler Şubat-Nisan 2021 tarihleri arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Uygulama Salonlarında ve Türkiye Voleybol Federasyonu Performans Laboratuvarında yüz yüze olarak gerçekleştirildi. Testlerden önce tüm bireylere çalışmanın içeriği detaylı olarak anlatıldı ve testler uygulamalı olarak gösterildi. Bireylerin hangi gruba dahil olduğu randomizasyon ile belirlendikten sonra yapacakları egzersiz uygulamalı olarak gösterildi ve egzersize ait videolar ve önceden hazırlanmış egzersiz broşürü tüm egzersiz grubundaki bireylere verildi. Kontrol grubundaki bireylere hiçbir egzersiz uygulaması yapılmayacağı için sadece ilk ve son değerlendirmeleri alındı. Egzersiz grubundaki bireyler SHC egzersizini telerehabilitasyon yoluyla yapacakları için online görüşme araçları, programları ve 6 haftalık online görüşme takvimleri ayarlandı. Herhangi bir teknolojik ve başkabir sıkıntı olmadan 6 hafta boyunca haftada 3 gün olmak üzere ayarlanan

takvim doğrultusunda egzersiz görüşmeleri yapıldı. Hiçbir katılımcı kaybı olmadan çalışma 20 kişi ile tamamlandı.

### Değerlendirmeler

Çalışmaya dahil edilen bireylerin dominant ekstremiteleri kaydedilerek boy uzunluk (m) ve vücut ağırlığı (kg) ölçümleri yapıldı. BKİ değeri ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), bireyin vücut ağırlığının boyuzunluğunun karesine bölünmesi ile hesaplandı.

### Diz kas kuvveti

Bireylerin diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti değerlendirmeleri ISOMED 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany) izokinetik dinamometre ile yapıldı. Çalışmaya katılan bireyler teste başlamadan önce bisiklet ergometresinde 5 dakika hafif bir tempoyla ısındıktan sonra, sporculara 3-5 dakika diz kompleksine yönelik germe egzersizleri yaptırıldı. Isınma sonrası bireyler ölçüm yapılacak olan izokinetik cihazına tek tek alınarak kendi bireysel antropometrik yapılarına uygun olarak cihazın kalibrasyonları yapıldı. Test sırasında bireylerin boy, kilo, doğum tarihi ve dominant alt ekstremitte değerleri bilgisayara girilerek programın kurulumu gerçekleştirildi. Koltuk ayarı için bireyler oturur pozisyonda koltuk arkası 90° olacak şekilde ayarlandı. Diz ekleminin rotasyon eksenini ile dinamometrenin rotasyon eksenini aynı doğru üzerinde olacak şekilde ayarlandı. Dinamometrenin diz adaptörünün sabitleyici bağlantı noktası ölçüm yapılacak bacağa bağlandı. Vücudun diğer bölgesinin kaslarının hareketini engellemek adına lomber bölge ve ölçüm yapılan tarafın diz üzerinden uyluk bir kemer ile bağlandı. Diğer dizin hareketini önlemek için ayak bileği sandalyenin alt kısmındaki bacak sabitleyicisine yerleştirildi. Aynı zamanda yer çekiminin etkisi de sıfırlandı. Diz fleksiyon/ekstansiyon hareketi için 0°ekstansiyon ve 90° fleksiyon açıları arasında oturma pozisyonunda konsantrik-konsantrik ve eksantrik-eksantrik olarak ölçüm gerçekleştirildi.<sup>27</sup>

Değerlendirme protokolü; 60°/sn. açısal hızda 3 tekrarlı diz fleksiyon/ekstansiyon hareketi submaksimal olarak yaptırılarak bireylerin ısınması ve hareketi anlaması sağlandı. Isınma hareketinden sonra 30 saniyelik bir dinlenmenin ardından 60°/sn. hızda 5 tekrarlı maksimal fleksiyon/ekstansiyon hareketi hem konsantrik hem de eksantrik



modlarda yaptırıldı. Değerlendirme bilateral olarak gerçekleştirildi ve öncelikle dominant taraf, 3 dakika sonra dominant olmayan taraf değerlendirildi. Test süresince bireylerin daha yüksek performans sergileyebilmeleri açısından bireyler sözel olarak teşvik edildi. Yapılan testler sonucunda her bir bireyin eğitim öncesi ve sonrası hamstring ve quadriceps kaslarının tepe kuvveti (pik tork) (N/m), Hamstring/Quadriceps oranları (konvansiyonel ve fonksiyonel oran) ve ekstansiyometri indeks değerleri kaydedildi.<sup>28</sup>

#### *Hamstring esnekliği*

Bireylerin hamstring esneklik değerlendirmeleri maksimum kalça fleksiyonuyla birlikte aktif diz ekstansiyon testi [Intraclass correlation coefficient (ICC):0.96] ile değerlendirildi. Sırtüstü yatan birey test edilecek bacağını maksimum kalça fleksiyonuna aldıktan sonra dizinin arkasından ellerini kenetledi ve aktif olarak dizini getirebildiği son noktaya kadar ekstansiyona getirdi. Karşı bacak terapist tarafından sabitlendi. Tibia kristasına konulan Dualer IQ (J-Tech Medical, Midvale, UT, USA) dijital inklinometre ile açı değeri derece cinsinden kaydedildi (Şekil 1).<sup>29</sup> Aynı ölçüm diğer bacakta tekrarlandı.

#### *Kognitif fonksiyon*

Çalışmamızda bireylerin kognitif fonksiyon durumunu değerlendirmek için, dünya genelinde çok geniş çapta kullanılan en duyarlı test olan CNSVS nörokognitif test bataryası uygulanmıştır. Çalışmamızda tercih edilmesinin bir nedeni ise kognitif durumdaki değişimi saptamak için oldukça duyarlı olup ve diğer nörobilişsel testlere göre daha düşük maliyetli ve daha az zaman alıcı olmasıdır.<sup>30</sup> CNSVS, klinik araştırmalarda kullanılmak üzere geçerlilik ve güvenilirliği yapılmış bilgisayar ortamında yapılan rutin bir klinik tarama aracı olarak geliştirilen bilgisayarlı bir nörobilişsel test bataryasıdır.<sup>30</sup>

CNSVS, yürütücü işlevleri ve diğer yetileri değerlendirebilmek için alt testlerden oluşmaktadır. İçerisinde, Sözel Bellek Testi, Görsel Bellek Testi, Parmak Vurma Testi, Sembol-Sayı Kodlama Testi, Stroop Testi, Kesintisiz Performans Testi ve Dikkat Değişim Testi olmak üzere yaygın olarak kullanılan, geçerli ve güvenilir olduğu bilinen yedi adet test bulunmaktadır.<sup>31</sup> Bu nörokognitif test bataryası sonucunda bu yedi alan test sonuçlarını kullanarak toplam bellek, sözel bellek, görsel

bellek, psikomotor hız, bütüncül dikkat, bilişsel esneklik, reaksiyon süresi, işlem hızı, yürütücü işlevler, basit dikkat ve motor hız olmak üzere toplamda 11 alan puanı ve 1 tane nörokognitif indeks (NCI) puanı elde edilir. Çalışmamız kapsamında toplam bellek, psikomotor hız, bütüncül dikkat, bilişsel esneklik, reaksiyon süresi, yürütücü işlevler, alt testlerine ait veriler sunulmuştur. Toplam bellek puanı, psikomotor hız puanı, reaksiyon zamanı puanı, bütüncül dikkat puanı ve bilişsel esneklik puanları için yaşa göre ayarlanmış standart puanların ortalaması alınarak toplam NCI puanı elde edilmekte ve bilişsel işlevin birincil objektif ölçüsü olarak hizmet etmektedir. Çalışmamız kapsamında NCI puanına ait veriler de sunulmuştur. Ayrıca bilişsel etkilenmenin boyutunu anlamak adına standart skor puanı üzerinden ">110-yüksek kognitif kapasite, 90-110-normal kognitif kapasite, 80-89-normal altı kognitif kapasite, 70-79- düşük düzey kognitif kapasite, <70 çok düşük düzey kognitif fonksiyon" olarak sınıflandırılmıştır.

#### **Egzersiz protokolü**

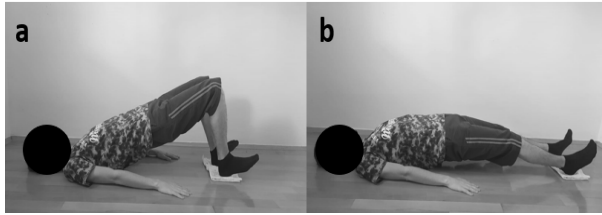
SHC egzersiz grubunda yer alan bireylere 6 hafta boyunca haftada üç gün olmak üzere SHC egzersizi WhatsApp, Zoom ve Microsoft teams uygulamaları üzerinden görüntülü görüşme ile telerehabilitasyon şeklinde uygulandı. Bireyler sırt üstü eller gövdenin yanında dizleri yaklaşık 60° fleksiyon pozisyonunda çengel pozisyonunda olacak şekilde egzersiz başlatıldı (Şekil 2a). Bireylerden, önce köprü kurlmaları daha sonra bu pozisyonu koruyarak ayaklarının altındaki kaygan aparatları yavaşça kaydırarak dizlerini tam ekstansiyona getirmeleri ve daha sonra köprü pozisyonunu bozmadan başlangıç pozisyonuna dönmeleri istendi (Şekil 2b).<sup>23</sup> Eğitim sırasında pelvisin düşmemesine, bacakların abduksiyon pozisyonunda olmamasına ve hareketin simetrik bir şekilde yapılmasına dikkat edildi ve katılımcılara sürekli düzeltici sözel komutlar verildi. Egzersiz programı 3x10 tekrar setler arasında 2 dakika dinlenme olacak şekilde uygulandı. Kontrol grubunda yer alan bireylere ise hiçbir egzersiz uygulaması yapılmadı.

#### **İstatistiksel analiz**

Çalışmadan elde edilen verilerin analizi için IBM SPSS 21.0 (IBM Statistical Package for the Social Sciences 21.0) programı kullanıldı. Verilerin ortalama±standart sapma değerleri X±SD şeklinde verildi. Grupların demografik



Şekil 1. Maksimum kalça fleksiyonuyla birlikte aktif diz ekstansiyon testi (A) başlangıç pozisyonu, (B) bitiş pozisyonu.



Şekil 2. Sliding Hamstring Curl egzersizinin uygulaması (a) başlangıç pozisyonu, (b) bitiş pozisyonu

verileri ve tedavi öncesi ölçüm sonuçları Mann Whitney U testi ile karşılaştırıldı. Grupların tedavi öncesi ve sonrası değişimleri Wilcoxon Signed Rank testi ile karşılaştırıldı. Gruplar arası farkın değerlendirilmesi amacıyla Mann Whitney U testi kullanıldı. Ayrıca verilerin etki büyüklüğü (EB) ölçümler arası mutlak fark/ilk ölçüm değerinin standart sapması formülü kullanılarak hesaplandı. EB, 0,20-0,50 arası ise “küçük”, 0,51-0,80 arası ise “orta”, 0,81 ve üzeri ise “büyük” olarak yorumlandı. Çalışmanın istatistiksel anlamlılık düzeyi  $p<0,05$  olarak alındı.<sup>32</sup>

## BULGULAR

SHC egzersiz grubu ve kontrol grubundaki bireylerin demografik özellikleri Tablo 1’de gösterildi. Yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve BKİ açısından gruplar arası fark yoktu ( $p>0,05$ ).

Gruplar egzersiz öncesi elde edilen tüm izokinetik, esneklik ve kognitif veriler bakımından benzer bulundu ( $p>0,05$ ). Egzersiz sonrası yapılan istatistiksel analizlerde ise SHC egzersiz grubundaki katılımcıların tüm izokinetik (EB=0,74-5,69), kognitif (EB=1,03-2,13) ve hamstring esnekliği (EB=2,82-3,02) değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulundu ( $p<0,05$ ) (Tablo 2 ve Tablo 3).

Grup içi karşılaştırmalar incelendiğinde SHC grubundaki tüm katılımcıların tedavi sonrasında orta ve yüksek düzeyde değişen etki büyüklüklerinde (EB=0,61-1,24) hem konsantrik hem de eksantrik hamstring ve quadriceps kas kuvvetlerinde her iki ekstremitede anlamlı artış olduğu bulundu ( $p<0,05$ ). Ayrıca SHC egzersizinin konsantrik ve eksantrik hamstring kas kuvvetini artırmada daha etkin olduğu görüldü (EB=1,04-1,24;  $p<0,05$ ). Hamstring/Quadriceps konvansiyonel ve fonksiyonel oranları incelendiğinde tedavi öncesi hamstring aleyhinde oluşan kas kuvvet dengesizliği tedavi sonrasında yüksek etki büyüklüğünde anlamlı düzeyde artış göstererek normal sınırlar içerisinde bulundu (EB=3,00-5,69;  $p<0,05$ ). Hamstring ve quadriceps kas grupları için konsantrik ve eksantrik ekstremitte simetri indeks değerleri tedavi sonrasında değişen yüksek etki büyüklüklerinde (EB=1,30-2,70) anlamlı düzeyde azalarak normal sınırlar içerisinde yer aldı ( $p<0,05$ ) (Tablo 2). Katılımcıların tedavi öncesi ve tedavi sonrası kognitif fonksiyon değerleri karşılaştırıldığında tüm parametrelerde orta ve yüksek düzeyde değişen etki büyüklüklerinde (EB=0,50-1,05) anlamlı bir artış olduğu tespit edildi ( $p<0,05$ ). Tüm katılımcıların tedavi sonrasında hamstring esnekliklerinde yüksek düzeyde değişen etki büyüklüklerinde (EB=1,70-1,91) anlamlı bir artış olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ) (Tablo 3). Kontrol grubundaki tüm katılımcıların sonuç ölçümleri incelendiğinde ise tüm izokinetik, kognitif ve esneklik ölçüm değerlerinde anlamlı azalma olduğu bulundu ( $p<0,05$ ) (Tablo 2 ve Tablo 3).

## TARTIŞMA

Sağlıklı genç yetişkin bireylerde SHC egzersizinin diz kas kuvveti, hamstring esnekliğine kognitif fonksiyon üzerine etkisini incelediğimiz çalışmamızda katılımcılara telerehabilitasyon ile 6 hafta haftada 3 gün olmak üzere SHC egzersiz programı uygulandı. SHC egzersizinin konsantrik ve eksantrik hamstring ve quadriceps kas kuvvetini, hamstring esnekliğini ve kognitif fonksiyonları artırmada, kas kuvvet asimetrisini düzeltmede etkili bir egzersiz olduğu bulundu.

SHC egzersiz grubu ve kontrol grubu eğitim sonrası ölçüm sonuçları incelendiğinde SHC egzersiz grubunun izokinetik diz kas

kuvvet parametreleri hem istatistiksel hem de orta ve yüksek etki büyüklüğü düzeylerinde kontrol grubuna göre daha üstün bulundu (EB=0,61- 5,69). Ayrıca bu çalışmada SHC egzersiz grubundaki tüm bireylerin hamstring ve quadriceps kaslarının hem konsantrik (%15-23 arasında değişen oranlarda) hem de eksantrik kas kuvvetlerinde (%11-21 arasında değişen oranlarda) orta ve yüksek etki büyüklüklerinde (EB=0,61-1,24) anlamlı artış olduğu görüldü. Ancak eksantrik ve konsantrik hamstring kas kuvvetlerinde daha fazla gelişme

(EB=1,15-1,24) sağlandığı bulundu. Delextrat vd. kadın hokey oyuncularında eksantrik hamstring kuvvetlendirme egzersizlerinin diz kas kuvveti ve Hamstring/Quadriceps fonksiyonel oranı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, bir gruba Nordic hamstring egzersizi diğer gruba da SHC egzersizlerini uygulamışlardır. 6 haftalık uyguladıkları egzersizler sonucunda, 120°/sn. açısal hızda hem konsantrik hem de eksantrik modlarda hamstring ve quadriceps izokinetik tork değerlerini ölçtükleri çalışmalarında, her iki

Tablo 1. Katılımcıların demografik özelliklerinin karşılaştırılması.

	Eğitim Grubu (N=10)	Kontrol Grubu (N=10)	p
	X±SD	X±SD	
Yaş (yıl)	21,10±2,18	21,00±2,16	0,88
Boy (m)	1,80±0,06	1,77±0,06	0,45
Vücut ağırlığı (kg)	78,20±12,47	78,10±11,02	0,97
Beden kütle indeksi (kg/m <sup>2</sup> )	24,13±3,90	24,74±3,30	0,55

Eğitim Grubu: Sliding Hamstring Curl egzersiz grubu.

Tablo 2a. Diz izokinetik kas kuvvetlerinin tedavi öncesi ve sonrası verileri.

	Eğitim Grubu		Kontrol Grubu	
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
H <sub>kon</sub> -tepe kuvveti Dom. (N)	84,20±23,73	101,00±18,94	83,10±20,65	80,00±17,68
H <sub>kon</sub> -tepe kuvveti N-Dom. (N)	88,40±18,37	101,80±16,37	86,71±19,58	81,54±17,74
Q <sub>kon</sub> -tepe kuvveti Dom. (N)	156,70±54,14	193,40±40,36	156,56±39,59	150,43±44,38
Q <sub>kon</sub> -tepe kuvveti N-Dom. (N)	153,80±42,38	179,60±41,25	150,60±40,89	148,72±42,36
H <sub>ek</sub> -tepe kuvveti Dom. (N)	143,90±34,20	174,90±24,10	142,85±30,13	140,93±25,34
H <sub>ek</sub> -tepe kuvveti N-Dom. (N)	147,80±31,91	178,80±21,11	147,50±28,87	138,85±22,17
Q <sub>ek</sub> -tepe kuvveti Dom. (N)	181,20±43,21	209,20±38,24	183,63±44,58	179,22±39,34
Q <sub>ek</sub> -tepe kuvveti N-Dom. (N)	181,40±41,19	201,40±21,23	179,28±34,99	170,41±22,54
H/Q Konvansiyonel Oran Dom	0,47±0,01	0,56±0,02	0,49±0,02	0,47±0,01
H/Q Konvansiyonel Oran N-Dom	0,49±0,02	0,55±0,02	0,48±0,01	0,46±0,02
H/Q Fonksiyonel Oran Dom	0,85±0,06	0,96±0,02	0,87±0,05	0,83±0,03
H/Q Fonksiyonel Oran N-Dom	0,89±0,07	0,97±0,03	0,89±0,02	0,82±0,04
LSI Q <sub>kon</sub> (%)	8,13±2,75	5,25±1,50	9,08±3,70	11,22±1,75
LSI Q <sub>ek</sub> (%)	8,06±2,83	4,98±1,70	8,23±2,74	10,05±1,67
LSI H <sub>kon</sub> (%)	8,97±2,47	5,46±1,30	9,01±2,11	11,85±1,89
LSI H <sub>ek</sub> (%)	9,63±1,38	5,77±1,22	9,87±1,24	12,06±2,03

N: Newton. Eğitim Grubu: Sliding Hamstring Curl egzersiz grubu. H: Hamstring, Q: Quadriceps. Dom: Baskın taraf. N-Dom: Baskın olmayan taraf. H<sub>kon</sub>: Konsantrik Hamstring, Q<sub>kon</sub>: Konsantrik Quadriceps. H<sub>ek</sub>: Eksantrik Hamstring, Q<sub>ek</sub>: Eksantrik Quadriceps. LSI: Dominant taraf ve dominant olmayan taraf kas kuvvet farkı.

Tablo 2b. Diz izometrik kas kuvvet verilerinin grup içi ve gruplar arası analiz sonuçları.

	Eğitim Grubu		Kontrol Grubu		Gruplar arası	
	Grup içi		Grup içi		TÖ	TS
	EB	p <sup>1</sup>	p <sup>1</sup>	EB	p <sup>2</sup>	p <sup>2</sup>
H <sub>kön</sub> -tepe kuvveti Dom. (N)	1,04	<0,001*	0,01**	1,14	0,65	<0,001*
H <sub>kön</sub> -tepe kuvveti N-Dom. (N)	0,78	<0,001*	0,01**	1,19	0,79	<0,001*
Q <sub>kön</sub> -tepe kuvveti Dom. (N)	0,77	<0,001*	0,02**	1,03	0,94	<0,001*
Q <sub>kön</sub> -tepe kuvveti N-Dom. (N)	0,62	<0,001*	0,02*	0,74	0,55	<0,001*
H <sub>ek</sub> -tepe kuvveti Dom. (N)	1,24	<0,001*	<0,001*	1,64	0,70	<0,001*
H <sub>ek</sub> -tepe kuvveti N-Dom. (N)	1,15	<0,001*	<0,001*	1,84	0,45	<0,001*
Q <sub>ek</sub> -tepe kuvveti Dom. (N)	0,69	<0,001*	<0,001*	0,77	0,88	<0,001*
Q <sub>ek</sub> -tepe kuvveti N-Dom. (N)	0,61	<0,001*	<0,001*	1,42	0,60	<0,001*
H/Q Konvansiyonel Oran Dom	5,69	<0,001*	<0,001*	5,69	0,38	<0,001*
H/Q Konvansiyonel Oran N-Dom	3,00	<0,001*	<0,001*	4,50	0,25	<0,001*
H/Q Fonksiyonel Oran Dom	2,68	<0,001*	<0,001*	5,09	0,24	<0,001*
H/Q Fonksiyonel Oran N-Dom	1,49	<0,001*	<0,001*	4,24	0,50	<0,001*
LSI Q <sub>kön</sub> (%)	1,30	<0,001*	0,03*	3,66	0,65	<0,001*
LSI Q <sub>ek</sub> (%)	1,32	<0,001*	<0,001*	3,00	0,88	<0,001*
LSI H <sub>kön</sub> (%)	1,78	<0,001*	0,02*	3,93	0,50	<0,001*
LSI H <sub>ek</sub> (%)	2,70	<0,001*	<0,001*	3,76	0,87	<0,001*

\* p<0,05, p<sup>1</sup>: Wilcoxon Signed Rank testi. p<sup>2</sup>: Mann Whitney U testi. N: Newton. H: Hamstring. Q: Quadriceps. Dom: Baskın taraf. N-Dom: Baskın olmayan taraf. H<sub>kön</sub>: Konsantrik Hamstring. Q<sub>kön</sub>: Konsantrik Quadriceps. H<sub>ek</sub>: Eksantrik Hamstring. Q<sub>ek</sub>: Eksantrik Quadriceps. LSI: Dominant taraf ve dominant olmayan taraf kas kuvvet farkı. TÖ: Tedavi öncesi. TS: Tedavi sonrası. EB: Etki büyüklüğü. Eğitim Grubu: Sliding Hamstring Curl egzersiz grubu.

Tablo 3a. Hamstring esneklik ve kognitif fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası verileri.

	Eğitim Grubu		Kontrol Grubu	
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Nörokognitif indeks (NCI)	96,70±17,37	114,00±15,07	98,10±13,77	93,00±13,68
Toplam bellek	86,90±17,61	97,90±18,69	87,30±13,28	82,14±10,87
Sözel bellek	74,60±18,15	103,40±19,95	73,80±13,62	68,40±11,89
Görsel bellek	90,40±18,17	105,30±19,51	91,00±13,10	88,60±11,50
Psikomotor hız	101,40±18,20	117,60±18,32	101,20±13,23	94,90±11,36
Bütüncül dikkat	94,40±18,67	106,30±19,49	94,80±13,20	87,50±11,03
Bilişsel esneklik	90,00±18,80	100,20±21,71	90,20±17,75	81,20±11,23
Reaksiyon süresi	75,60±19,23	91,30±20,92	75,58±12,38	68,58±11,50
İşlem hızı	92,10±22,74	108,70±20,60	90,60±16,22	81,41±14,21
Yürütücü işlevler	86,30±20,21	99,50±19,99	83,26±17,17	74,65±14,96
Basit dikkat	90,70±19,70	104,00±19,27	89,88±17,78	80,23±15,36
Motor hız	96,10±19,90	113,10±20,89	95,65±18,59	89,78±17,75
H-esneklik Dom (°)	168,80±2,78	173,20±2,39	168,20±2,44	166,90±2,07
H-esneklik N-Dom (°)	169,40±2,83	174,30±2,26	169,10±2,07	167,00±1,33

N: Newton. Eğitim Grubu: Sliding Hamstring Curl egzersiz grubu. H: Hamstring, K: Quadriceps, Dom: Baskın taraf, N-Dom: Baskın olmayan taraf H<sub>kön</sub>: Konsantrik hamstring, K<sub>kön</sub>: Konsantrik Quadriceps, H<sub>ek</sub>: Eksantrik Hamstring, K<sub>ek</sub>: Eksantrik Quadriceps, LSI: Dominant taraf ve dominant olmayan taraf kas kuvvet farkı.

Tablo 3b. Hamstring esneklik ve kognitif fonksiyon verilerinin grup içi ve gruplar arası analiz sonuçları.

	Eğitim Grubu		Kontrol Grubu	Gruplar arası		
	Grup içi		Grup içi	TÖ		TS
	EB	p <sup>1</sup>	p <sup>1</sup>	EB	p <sup>2</sup>	p <sup>2</sup>
Nörökognitif indeks (NCI)	1,05	<0,001*	<0,001*	1,45	0,97	<0,001*
Toplam bellek	0,61	<0,001*	<0,001*	1,03	0,85	<0,001*
Sözel bellek	1,51	<0,001*	<0,001*	2,13	0,76	<0,001*
Görsel bellek	0,79	<0,001*	<0,001*	1,43	0,87	<0,001*
Psikomotor hız	0,89	<0,001*	<0,001*	1,49	0,80	<0,001*
Bütüncül dikkat	0,63	<0,001*	<0,001*	1,19	0,97	<0,001*
Bilişsel esneklik	0,50	<0,001*	<0,001*	1,10	0,91	<0,001*
Reaksiyon süresi	0,78	<0,001*	<0,001*	1,34	0,88	<0,001*
İşlem hızı	0,77	<0,001*	<0,001*	1,54	0,41	<0,001*
Yürütücü işlevler	0,66	<0,001*	<0,001*	1,41	0,20	<0,001*
Basit dikkat	0,68	<0,001*	<0,001*	1,36	0,21	<0,001*
Motor hız	0,83	<0,001*	<0,001*	1,20	0,15	<0,001*
H-esneklik Dom (°)	1,70	<0,001*	0,04*	2,82	0,44	<0,001*
H-esneklik N-Dom (°)	1,91	<0,001*	0,01*	3,02	0,78	<0,001*

\* p<0,05. p<sup>1</sup>: Wilcoxon Signed Rank testi. p<sup>2</sup>: Mann Whitney U testi. H: Hamstring. Dom: Baskın taraf. N-Dom: Baskın olmayan taraf. TÖ: Tedavi öncesi. TS: Tedavi sonrası. EB: Etki büyüklüğü. Eğitim Grubu: Sliding Hamstring Curl egzersiz grubu.

egzersiz grubunda da eksenrik hamstring kas kuvveti değerlerinde anlamlı bir artış sağlanırken SHC egzersiz grubunda daha fazla gelişme olduğunu ifade etmişlerdir.<sup>25</sup> Orishimo ve Mchugh sağlıklı bireylerden oluşan çalışma grubunda yaptıkları çalışmalarında uyguladıkları 4 haftalık SHC egzersiz programının hamstring kas kuvvetinde % 9 oranında artış sağladığını belirtmişlerdir.<sup>24</sup> Ayrıca Van Dyk vd. 4 yıllık takip süresince hamstring yaralanması geçirmiş 614 profesyonel futbolcunun konsantrik quadriceps ve eksenrik hamstring kas kuvvetini değerlendirdikleri çalışmalarında hem düşük konsantrik quadriceps kuvvetinin hem de düşük eksenrik hamstring kas kuvvetinin artan hamstring yaralanması riski ile ilişkili olduğu ifade etmişlerdir.<sup>12</sup> Çalışmamızda 6 haftalık SHC egzersizlerinin diz kas kuvvetinde orta ve yüksek etki büyüklüğünde artış sağlaması; klinik olarak anlamlılık düzeyi açısından önemlidir. Elde ettiğimiz sonuçlar doğrultusunda SHC egzersizi konsantrik quadriceps ve eksenrik hamstring kuvvetini artırmada etkili bir egzersiz olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda pandemi nedeni ile değerlendirmeler yüz yüze, SHC egzersizi telerehabilitasyon yoluyla verilmiştir.

Çalışmamız sonuçları, yüz yüze egzersiz eğitimlerinin yapılamadığı durumlarda iyi organize edilmiş telerehabilitasyon yoluyla egzersiz eğitimlerinin etkinliğini göstermesi açısından önemli katkı sağlayacaktır. Kontrol grubundaki bireylerin diz izokinetik kas kuvvetinin 6 haftanın sonunda düştüğü tespit edilmiştir. Çalışma yaptığımız dönem tam kısıtlamaların olduğu döneme rast gelmiştir. Literatürde bildirilen inaktivitenin olumsuz etkileri, kontrol grubumuzda yaptığımız son ölçümlerle ortaya konmuştur. Kontrol grubumuzun sağlıklı genç yetişkinler olsa bile kas kuvvetinin devamı ve artırılması için aktif bir yaşam tarzına ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Her iki gruptaki bireylerin 60°/sn. açısal hızda diz eklemi konvansiyonel ve fonksiyonel oranları incelendiğinde; SHC egzersiz grubunda tedavi öncesinde bu oranların sırasıyla 0,47-0,49 ve 0,85-0,89 arasında olduğu, tedavi sonrasında ise sırasıyla 0,53-0,55 ve 0,96-0,97 değerlerine yükseldiği ve kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu bulundu. Hamstring ve quadriceps kaslarının tepe kuvvetlerinin birbirine oranı, bu kas gruplarının fonksiyonel kuvvetsizliklerinin ölçümü olarak en çok kullanılan parametredir.<sup>17,33</sup> Konsantrik hamstring ve quadriceps kas kuvvetlerinin

birbirine oranı konvansiyonel oran tanımlanırken eksenrik hamstring ve konsantrik quadriceps kas kuvvetlerinin oranı ise fonksiyonel oran olarak ifade edilmektedir. Konvansiyonel oranının 0,50-0,80 arasında, fonksiyonel oranının ise 1 olması agonist ve antagonist kas gruplarının kuvvet dengesinin normal sınırlarda olduğu anlamına gelmektedir.<sup>34,35</sup> Croisier vd. yaptıkları çalışmalarında 0,55'ten düşük bir konvansiyonel oranının (60°/sn. açısal hızda) HKY riskiyle ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.<sup>13</sup> Ancak, son yapılan çalışmalarla birlikte fonksiyonel oran daha fazla önem kazanmıştır. Fonksiyonel oranın, HKY'de bir risk faktörü olduğu ve yaralanma sonrası spora dönüş kriterleri içerisinde yer aldığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir.<sup>9,13,14</sup> Çalışmamızda her iki grupta tedavi öncesi hem konvansiyonel hem de fonksiyonel oran bakımından asimetri ve hamstring aleyhinde bir kas kuvvet dengesizliği mevcutken SHC egzersiz programı sonrası konvansiyonel oranın normal sınır olarak kabul edilen 0,50-0,80 değerleri arasında yer aldığı ve asimetrinin olmadığı fonksiyonel oranın ise 1'e yaklaştığı ve asimetrinin anlamlı düzeyde azaldığı bulundu. Çalışmamızın bulguları ile uyumlu olarak Delextrat vd. yaptıkları çalışmalarında 6 haftalık SHC egzersiz programının fonksiyonel oranı 0,60'tan 0,83'e yükselterek hamstring aleyhinde olan kas kuvvet dengesizliğini anlamlı düzeyde azalttığını belirtmişlerdir.<sup>25</sup> Ekstremitte simetri indeksi, bir ekstremitayı diğeri ile ilişkili olarak değerlendirmek için en çok kullanılan karşılaştırmadır. Bireylerde herhangi bir kas yaralanmasına sebep olabilecek bir kuvvet asimetrisinin olmaması için bu değer %10'dan daha az olması gerektiği yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir.<sup>4</sup> Bourne vd. yaptıkları çalışmalarında eksenrik hamstring kuvveti bakımından ekstremitte simetri indeksi  $\geq 15$  ve ekstremitte simetri indeksi  $\geq 20$  olan bireylerin sırasıyla 2,4 ve 3,4 kat daha fazla HKY riski taşıdıklarını belirtmişlerdir.<sup>10</sup> Çalışmamızda SHC egzersiz grubundaki bireylerin tedavi öncesi tüm ekstremitte simetri indeks değerlerinin 8,06-9,63 arasında olduğu görülürken SHC egzersiz eğitimi sonrasında bu değerlerin 4,98-5,77 değerlerine ulaşarak iki taraf arasındaki kuvvet farkının anlamlı düzeyde azaldığı tespit edildi. Bu değerler literatürde ifade edilen normatif değerler ile

uyumlu olup SHC egzersizinin hamstring ve quadriceps kas kuvvet asimetrisini azaltmada etkili bir egzersiz olduğunu göstermektedir. Kontrol grubundaki bireylerin ise sonuç ölçümleri incelendiğinde; konvansiyonel ve fonksiyonel oranlarının sırasıyla 0,48-0,49 ve 0,87-0,89 değerlerinden 0,46-0,47 ve 0,82-0,83 değerlerine düştüğü bulundu. Ayrıca sırasıyla ekstansiyon ve fleksiyon hareketleri için ekstremitte simetri indeks değerlerinin ise 8,23-9,87'den 10,05-12,06'a yükseldiği görüldü. Bu sonuçlar kontrol grubundaki bireylerin başlangıçta var olan kuvvet asimetrisinin daha da artarak yaralanmalara daha fazla açık hale geldiğini göstermektedir. Pandemi ve çalışma yapılan dönemin kısıtlamalara denk gelmesi kontrol grubundaki budüşüşün temel nedeni olduğu düşüncesindeyiz.

Çalışmamızda tedavi sonrasında bireylerin esneklik değerleri, SHC egzersiz grubundaki bireylerin kontrol grubundaki bireylere göre her iki taraf hamstring esnekliğinin daha fazla arttığı görüldü (EB=2,82-3,02). Orishimo ve Mchugh, sağlıklı bireylerde aktif diz ekstansiyon testi ile hamstring esnekliğini değerlendirdikleri çalışmalarında 4 haftalık SHC egzersiz programı sonrasında katılımcıların hamstring esnekliklerinde anlamlı artış olduğunu belirtmişlerdir.<sup>24</sup> Nelson ve Bandy sağlıklı erkek bireylerde 6 haftalık statik germe ve eksenrik egzersiz programlarının hamstring esnekliği üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, hamstring esnekliğini pasif diz ekstansiyon testi ile değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucunda her iki grupta kontrol grubuna göre hamstring esnekliğinde anlamlı artış (eksantrik egzersiz grubu=12,79° ve statik germe grubu=12,05° artış )tespit edilirken gruplar benzer bulunmuştur.<sup>36</sup> Bizim çalışmamızda SHC egzersiz programı sonrası dominant ve dominant olmayan taraf esneklik değerlerinde sırasıyla 4,4° ve 4,9° anlamlı bir artış oldu. Bizim çalışmamızda daha az artış olmasının sebebi bu çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalamasının (16,45±0,96 ) ve başlangıç hamstring esneklik ölçümlerinin bizim çalışmamızdaki bireylerden daha düşük olmasıdır. Statik germenin esnekliği geliştirdiği kanıtlanmış olsa da tüm hareket aralığı boyunca kuvvet artışına sebep olup olmadığı tartışmalıdır ve belirsizdir. Ancak eksenrik olaraktan hareket aralığında egzersiz yapan bir

birey, aynı anda hem hareket açıklığı hem de kas kuvveti kazanacak ve böylece aktiviteyi daha işlevsel hale getirecektir. Bu tür bir eğitim, kuvvetlendirme ve esneklik bileşenlerini tek bir faaliyette birleştirerek zamandan da tasarruf sağlamaktadır. Bu çalışmalar doğrultusunda SHC egzersizi de bir eksantrik egzersiz olup hem diz kas kuvvetinde hem de hamstring esnekliğinde aynı anda gelişim elde etmek için kullanılabilir. Kontrol grubunun esneklik sonuç ölçümleri incelendiğinde ise bireylerin her iki taraf hamstring esnekliklerinde anlamlı bir düşüş olduğu görüldü. Liyanage vd. çalışmalarında fiziksel aktivite seviyesi ile hamstring esnekliği arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.<sup>37</sup> Bu çalışmanın bulguları ile uyumlu olarak bizim çalışmamızda da kontrol grubundaki bireylerin hamstring esnekliklerinde azalmanın sebebi fiziksel inaktivite olabilir.

Çalışmamızda SHC egzersiz grubundaki bireylerin tedavi sonrasında nörokognitif indeks, toplam bellek, sözel bellek, görsel bellek, reaksiyon süresi, bütüncül dikkat, bilişsel esneklik, psikomotor hız test puanı, yürütücü işlevler, basit dikkat ve motor hız kognitif fonksiyon parametrelerinde %11,33-38,60 arasında değişen oranlarda orta ve yüksek etki büyüklüklerinde (EB=0,50-1,51) anlamlı gelişme olduğu görüldü. Ayrıca SHC grubundaki bireylerin kognitif fonksiyonları kontrol grubundaki bireylere göre daha yüksek bulundu (EB=1,19-2,13). Literatür araştırıldığında bilimiz dahilinde SHC egzersizinin kognitif fonksiyonlar üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamız ayrıntılı yapılandırılmış bir nörokognitif değerlendirme yapan ve SHC egzersizinin bilişsel etkilenim boyutunu ilk ortaya koyan çalışmadır. Literatürde yapılan çalışmalarda araştırmacılar sağlıklı bireylerde düzenli olarak yapılan fiziksel aktivitenin, dirençli ve aerobik egzersizlerin yürütücü işlevler, dikkat, kognitif esneklik, çalışma belleği ve hafıza gibi kognitif fonksiyonları geliştirdiğini belirtmişlerdir.<sup>38,39</sup> Egzersizin beyin yapı ve işleyişini dolayısıyla kognitif fonksiyonları da geliştirmesinin altında yatan mekanizmalar; nörotropin seviyelerini yükseltmesi, nörogenezisi ve vaskülarizasyonu artırması, nöroinflamasyonu dengelemesi ve nöronal bütünlüğü sağlaması olarak açıklanabilir. Aynı zamanda egzersizle

sağlanan yüksek fiziksel uygunluk, beyin volümünü ve dopamin, seratonin gibi bilgi iletim moleküllerini artırmakla birlikte hipokampus ve prefrontal kortekste nörogenezisi geliştirmektedir.<sup>40</sup> Çalışmamızda uygulanan SHC egzersiz programı sonrasında bireylerin kognitif fonksiyonlarında meydana gelen anlamlı düzeydeki gelişmeler bu mekanizmalar ile açıklanabilir. Ayrıca bu mekanizmalara ek olarak SHC egzersizinin köprü kurma, köprüyü bozmadan ayakların aynı anda kaydırılarak dizlerin ekstansiyon getirilmesi, dizlerin köprüyü bozmadan tekrar fleksiyona getirilmesi ve tekrar başlangıç pozisyonuna dönülmesi gibi komponentlerinin bütüncül dikkat, motor hız, bilişsel esneklik, reaksiyon zamanı, motor hız, yürütücü işlevler gibi kognitif fonksiyonları daha fazla çalıştırmasından dolayı SHC egzersiz grubunda ölçtüğümüz tüm kognitif parametrelerde anlamlı gelişme sağlandığını düşünüyoruz. Kontrol grubundaki bireylerin kognitif sonuçları başlangıç değerlerine göre azaldığı görüldü. Literatürde fiziksel aktivite seviyesi düşük olan bireylerin kognitif fonksiyonlarının da daha düşük olduğu belirtilmiştir.<sup>38,40</sup> Fiziksel aktivitenin kognitif fonksiyonlar üzerindeki etkisi literatürde kanıtlarla ortaya konmuştur. Fiziksel aktivite dışında birçok faktör kognitif fonksiyonları etkileyecektir. Pandemiye zorunlu yapılan kısıtlamalar nedeni ile bireylerin fiziksel aktivitelerin azalması kontrol grubundaki ölçtüğümüz parametrelerdeki düşüşün temel nedeni olduğu düşüncesindeyiz.

#### **Limitasyonlar**

Bu çalışmanın limitasyonları çalışmaya katılan bireylerin sadece erkek popülasyonundan oluşması ve bireylerin 6 haftalık eğitim sonrasında aktivite seviyelerinin ölçülmemiş olmasıdır.

#### **Sonuç**

Sağlıklı genç erişkin bireylerde tasarladığımız bu pilot çalışmada SHC egzersizinin konsantrik ve eksantrik diz kas kuvvetini, hamstring esnekliğini ve kognitif fonksiyonları geliştirmede ve kuvvet asimetrisini düzeltmede etkin bir egzersiz olduğu bulundu. Bu çalışmadan yola çıkarak hamstring yaralanmalarını önlemede ve yaralanma sonrası rehabilitasyon programında diz kas kuvvetini ve hamstring esnekliğini artırmak ve kognitif fonksiyonları geliştirmek için hamstring odaklı bir eksantrik egzersiz olan

SHC egzersizi kullanılabilir. Çalışmamızın, SHC egzersizlerinin diğer ölçüm parametreleri ve özellikle kognitif fonksiyonlar üzerine etkinliğini göstermesi açısından literatüre önemli katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz. Ayrıca çalışmamızın birincil amacı olmamasına rağmen telerehabilitasyon yoluyla verilen egzersiz programının yüz yüze yapılan egzersiz programı kadar etkin olduğunu gördük. Bu nedenle telerehabilitasyon yoluyla verilen SHC egzersizinin farklı egzersizler ile karşılaştırıldığı çalışmalara ihtiyaç olduğu görüşündeyiz.

**Teşekkür:** Yok

**Yazarların Katkı Beyanı:** **ÇS:** Çalışma tasarımı, veri toplama, veri analiz, makale yazma; **NÜY:** Ekipman sağlanması, olguların sağlanması, çalışma tasarımı, makale yazma.

**Finansal Destek:** Yok

**Çıkar Çatışması:** Yok

**Etik Onay:** Bu araştırma protokolü Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Etik Kurulu (sayı: 14, tarih: 14.01.2021) tarafından onaylandı).

## KAYNAKLAR

- Danielsson A, Horvath A, Senorski C, et al. The mechanism of hamstring injuries - a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21:641-641.
- Dalton SL, Kerr ZY, Dompier TP. Epidemiology of Hamstring Strains in 25 NCAA Sports in the 2009-2010 to 2013-2014 Academic Years. *Am J Sports Med.* 2015;43:2671-2679.
- Ekstrand J, Lee JC, Healy JC. MRI findings and return to play in football: a prospective analysis of 255 hamstring injuries in the UEFA Elite Club Injury Study. *BJSM.* 2016;50:738-743.
- Buckthorpe M, Wright S, Bruce-Low S, et al. Recommendations for hamstring injury prevention in elite football: translating research into practice. *BJSM.* 2019;53:449-456.
- Henderson G, Barnes CA, Portas MD. Factors associated with increased propensity for hamstring injury in English Premier League soccer players. *J Sci Med Sport.* 2010;13:397-402.
- Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, et al. Intrinsic risk factors for hamstring injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *Am J Sports Med.* 2010;38:1147-1153.
- Opar DA, Williams MD, Timmins RG, et al. Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47:857-865.
- Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, et al. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *BJSM.* 2016;50:1524-1535.
- Shield AJ, Bourne MN. Hamstring Injury Prevention Practices in Elite Sport: Evidence for Eccentric Strength vs. Lumbo-Pelvic Training. *Sports Med.* 2018;48:513-524.
- Bourne MN, Opar DA, Williams MD, et al. Eccentric Knee Flexor Strength and Risk of Hamstring Injuries in Rugby Union: A Prospective Study. *Am J Sports Med.* 2015;43:2663-2670.
- Yeung SS, Suen AM, Yeung EW. A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *BJSM.* 2009;43:589-594.
- van Dyk N, Bahr R, Whiteley R, et al. Hamstring and Quadriceps Isokinetic Strength Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Strain Injuries: A 4-Year Cohort Study. *Am J Sports Med.* 2016;44:1789-1795.
- Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, et al. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2008;36:1469-1475.
- Buckthorpe M, Wright S, Bruce-Low S, et al. Recommendations for hamstring injury prevention in elite football: translating research into practice. *BJSM.* 2019;53:449-456.
- Walton CC, Keegan RJ, Martin M, et al. The Potential Role for Cognitive Training in Sport: More Research Needed. *Front Psychol.* 2018;9:1121-1121.
- Huijgen BC, Leemhuis S, Kok NM, et al. Cognitive Functions in Elite and Sub-Elite Youth Soccer Players Aged 13 to 17 Years. *PLoS one.* 2015;10:e0144580.
- Kellis E, Baltzopoulos V. Isokinetic eccentric exercise. *Sports Med.* 1995;19:202-222.
- Vestberg T, Reinebo G, Maurex L, et al. Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS one.* 2017;12:e0170845.
- Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci.* 2008;9:58-65.
- McMorris T. Exercise and cognitive function: a neuroendocrinological explanation. In: *Exercise and cognitive function.* McMorris T,



- Tomprowski P, Audiffren M, eds. 5th ed. Oxford: John Wiley & Sons;2009:41-68.
21. Surmeier DJ. Dopamine and working memory mechanisms in prefrontal cortex. *J Physiol.* 2007;581:885.
  22. Vatovec R, Kozinc Ž, Šarabon N. Exercise interventions to prevent hamstring injuries in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Sport Sci.* 2020;20:992-1004.
  23. Taberner M, O'keefe J, Cohen DD. The sliding leg curl. *Strength Cond J.* 2016;38:117-121.
  24. Orishimo KF, McHugh MP. Effect of an eccentrically biased hamstring strengthening home program on knee flexor strength and the length-tension relationship. *J Strength Cond Res.* 2015;29:772-778.
  25. Delextrat A, Bateman J, Ross C, et al. Changes in torque-angle profiles of the hamstrings and hamstrings-to-quadriceps ratio after two hamstring strengthening exercise interventions in female hockey players. *J Strength Cond Res.* 2020;34:396-405.
  26. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum; 2013.
  27. Kocahan T, Akinoğlu B, Soylyu Ç, et al. Determination of the isokinetic muscle strength profile of knee flexors and extensors in visually impaired long-distance athletes: Pilot study. *J Hum Sci.* 2017;14:2111-2120.
  28. Correia P, Santos P, Mil-Homens P, et al. Rapid hamstrings to quadriceps ratio at long muscle lengths in professional football players with previous hamstring strain injury. *Eur J Sport Sci.* 2020;20:1405-1413.
  29. Whiteley R, van Dyk N, Wangensteen A, et al. Clinical implications from daily physiotherapy examination of 131 acute hamstring injuries and their association with running speed and rehabilitation progression. *BJSM.* 2018;52:303-310.
  30. Gualtieri CT, Johnson LG. Reliability and validity of a computerized neurocognitive test battery, CNS Vital Signs. *Arch Clin Neuropsychol.* 2006;21:623-643.
  31. Iverson GL, Brooks BL, Ashton Rennison VL. Minimal gender differences on the CNS vital signs computerized neurocognitive battery. *Appl Neuropsychol Adult.* 2014;21:36-42.
  32. Bowring A, Telschow FJ, Schwartzman A, et al. Confidence Sets for Cohen's d effect size images. *Neuroimage.* 2021;226:117477.
  33. Coombs R, Garbutt G. Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *J Sci Med Sport.* 2002;1:56-62.
  34. Islam MS, De A. Functional Hamstring to Quadriceps Strength Ratio (H: Q) and Hamstrings Injury of Soccer Players: A Qualitative Analysis. *Orthop Sports Med.* 2018;2: 126-132.
  35. Soylyu Ç, Altundağ E, Akarçesme C, et al. The relationship between isokinetic knee flexion and extension muscle strength, jump performance, dynamic balance and injury risk in female volleyball players. *J Hum Sport Exerc.* 2020;15:502-514.
  36. Nelson RT, Bandy WD. Eccentric Training and Static Stretching Improve Hamstring Flexibility of High School Males. *J Athl Train.* 2004;39:254-258.
  37. Liyanage E, Krasilshchikov O, Arhashim H, et al. Prevalence of hamstring tightness and hamstring flexibility of 9-11 years old children of different obesity and physical activity levels in Malaysia and Sri Lanka. *J Phys Educ Sport.* 2020;20:338-343.
  38. Castells-Sánchez A, Roig-Coll F, Lamonja-Vicente N, et al. Effects and mechanisms of cognitive, aerobic exercise, and combined training on cognition, health, and brain outcomes in physically inactive older adults: The Projecte Moviment Protocol. *Front Aging Neurosci.* 2019;11:216.
  39. Wu C-H, Karageorghis CI, Wang C-C, et al. Effects of acute aerobic and resistance exercise on executive function: An ERP study. *J Sci Med Sport.* 2019;22:1367-1372.
  40. Mandolesi L, Polverino A, Montuori S, et al. Effects of Physical Exercise on Cognitive Functioning and Wellbeing: Biological and Psychological Benefits. *Front Psychol.* 2018;9:509.

## ORIGINAL ARTICLE

# Physical activity level, sleep, fatigue and quality of life in Behçet's Disease and Familial Mediterranean Fever Disease during the Covid 19 Pandemic

Nejla UZUN<sup>1,2</sup>, Ela TARAKCI<sup>3</sup>, Serdal UĞURLU<sup>4</sup>

**Purpose:** The primary aim of our study was to compare the changes in physical activity, sleep, fatigue, pain, and quality of life levels before and during confinement in patients with Behçet's Disease (BD) and Familial Mediterranean Fever (FMF) disease (FMFD). The secondary aim of the present study was to determine the exercise behavior of patients with BD and FMF during the Covid 19 Pandemic.

**Methods:** A total of 21 patients with BD (mean age was 42 years, 57.1% were female) and 21 patients with FMF (Mean age was 39 years, 71.4% were female) were included in this cross-sectional study. Internal Physical Activity Questionnaire- Short Form, Short Form 36 and Exercise Stages of Change Questionnaire were administered to all participants. Sleep satisfaction, fatigue and pain was assessed with the Numeric Rating Scale.

**Results:** There were no significant differences in sociodemographic data and all outcome scores except sleep duration between the groups at baseline ( $p>0.05$ ). Physical activity, pain, fatigue, sleep, and quality of life were compared with pre-confinement in both BD and FMF patients. It was found that the level of pain and fatigue increased in BD patients, and physical activity and quality of life decreased in both BD and FMF patients ( $p<0.05$ ). We found a significant relationship between physical activity and mental health subscale of quality of life in BD patients ( $p<0.05$ ). In addition, only 9.5% of BD patients and only 14.3% of FMFD patients in our study stated that they had been exercising for more than 6 months.

**Conclusion:** The patients in both groups were physically inactive and the majority of them did not exercise. This situation increased during the confinement period. In order to have a positive effect on these symptoms, personalized exercise therapy can be planned and physical activity levels can be increased in BD and FMF patients.

**Keywords:** Behçet's Disease, Familial Mediterranean Fever, Pandemic, Physical activity, Rheumatology.

## Covid 19 Pandemi'sinde Behçet hastalığı ve Ailesel Akdeniz Ateşi hastalığında fiziksel aktivite düzeyi, uyku, yorgunluk ve yaşam kalitesi

**Amaç:** Çalışmamızın birincil amacı, Behçet ve Ailesel Akdeniz Ateşi (AAA) olan hastalarda, fiziksel aktivite, uyku, yorgunluk, ağrı ve yaşam kalitesi düzeylerindeki değişimlerin karantina öncesi ve sırasındaki karşılaştırılmasıdır. İkincil amacı, Behçet ve AAA'lı hastaların Covid-19 Pandemi sırasındaki egzersiz davranışlarını belirlemektir.

**Yöntem:** Bu kesitsel çalışmaya toplam 21 Behçet Hastası (Ortalama yaş 42 yıl, %57'si kadın) ve 21 AAA hastası (Ortalama yaş 39 yıl, %71,4'ü kadın) dahil edildi. Hastalara Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi- Kısa Form, Kısa Form 36 ve Egzersiz Aşamaları Değişim Anketi uygulandı. Uyku memnuniyeti, yorgunluk ve ağrı Sayısal Derecelendirme Ölçeği ile değerlendirildi.

**Bulgular:** Başlangıçta sosyodemografik verilerde ve gruplar arasında uyku süresi dışındaki tüm sonuçlarda istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı bulundu ( $p>0,05$ ). Fiziksel aktivite, ağrı, yorgunluk, uyku ve yaşam kalitesi hem Behçet hem de AAA hastalarında karantina öncesi ile karşılaştırıldı. Behçet hastalarında ağrı ve yorgunluk düzeyinin arttığı hem Behçet hem de AAA hastalarında ise fiziksel aktivite ve yaşam kalitesinin azaldığı bulundu ( $p<0,05$ ). Behçet hastalarında fiziksel aktivite ile yaşam kalitesinin ruh sağlığı alt boyutu arasında anlamlı bir ilişki bulundu. Ayrıca çalışmamızda Behçet hastalarının sadece %9,5'i ve AAA hastalarının sadece %14,3'ü 6 aydan uzun süredir egzersiz yaptığını belirtmiştir.

**Sonuç:** Her iki gruptaki hastalar fiziksel olarak inaktifti ve çoğunluğu egzersiz yapmıyordu. Bu durum karantina döneminde arttı. Behçet ve AAA hastalarında bu semptomlara olumlu etki yapabilmek için kişiselleştirilmiş egzersiz tedavisi planlanabilir ve fiziksel aktivite düzeyleri artırılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Behçet Hastalığı, Ailevi Akdeniz Ateşi, Pandemi, Fiziksel aktivite, Romatoloji.

1: Istanbul University- Cerrahpaşa, Institute of Graduate Studies, Istanbul, Türkiye.

2: Istanbul Galata University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Istanbul, Türkiye.

3: Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Istanbul, Türkiye.

4: Istanbul University-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Medical Faculty, Department of Internal Diseases, Istanbul, Türkiye.

Corresponding Author: Nejla Uzun: fizyoterapist\_nejla@hotmail.com

ORCID IDs (order of authors): 0000-0002-7330-8888;0000-0003-1330-2051;0000-0002-1714-4858

Received: November 8, 2021. Accepted: May 20, 2022.



**B**ehçet's disease (BD) is a systemic inflammatory disorder affecting a variety of organ systems and tissues. Joint pain appears as the first symptom in 16.7% of patients with BD and significantly affects their pain levels and quality of life.<sup>1</sup> In BD, involvement in the form of asymmetric, mono, or oligoarthritis, especially involving the large joints of the lower extremities, varies between 40–70%.<sup>2</sup> Sleep quality among patients with BD is very poor, and restless legs syndrome, fatigue, depression, anxiety, and activity associated with BD could affect quality of life.<sup>3</sup>

Familial Mediterranean Fever (FMF) is an autosomal recessive disease that is quite common in the Mediterranean population. While FMF affects all ages, it is primarily characterized by fever and pain attacks.<sup>4</sup> It has been shown that the quality of life of FMF patients is negatively affected by disease duration, number of attacks experienced in the past year, number of hospitalizations, fibromyalgia, depression, and anxiety.<sup>5</sup>

FMF and BD share some common features such as ethnicity, etiopathogenetic mechanisms, symptoms, and treatment<sup>6</sup>, as well as common clinical features such as oral ulcers, fever, abdominal pain, and, especially, arthritis, which affect patients with FMF and BD.<sup>7</sup>

The Coronavirus Disease (COVID-19) pandemic emerged in Wuhan, Hubei Province, China, in December 2019, and has since become a global problem. This pandemic, thought to be caused by the SARS-CoV-2 virus and referred to as COVID-19, went down in history as the first pandemic caused by a coronavirus.<sup>8</sup> The first cases of COVID-19 in Turkey were seen on March 11, 2020.<sup>9</sup> Due to the growing number of cases at various locations around the world, on January 30, 2020, The World Health Organization (WHO) Emergency Committee declared a global health emergency.<sup>10</sup>

Confinement of COVID-19 in many countries has been effective in preventing the spread of the pandemic due to stay-at-home rules. As the measures against COVID-19 increase, people have necessarily started to adopt more sedentary lifestyles. However, the long-term staying at home and the physical inactivity associated about risks that can endanger peoples' health. The implementation of confinement policies to contain COVID-19 could negatively impact global health, well-

being, and quality of life, ultimately resulting in a range of chronic health conditions.<sup>11</sup> Additionally, these changes may affect the management of patients with a chronic diseases and may exacerbate existing disease-related pain, sleep, fatigue, and physical-inactivity problems. Thus, increasing physical activity, reducing sedentary behavior, and doing exercise are recommended during lockdown for all population groups.<sup>12</sup>

There is some evidence that both physical inactivity and sedentary behavior may be associated with poor health-related outcomes in patients with autoimmune rheumatic diseases.<sup>13</sup> In this regard, some studies have shown that sedentary time is associated with higher disease severity, fatigue, pain, number of comorbidities, reduced aerobic capacity, physical function, and self-efficacy in patients with rheumatic disease, especially Rheumatoid Arthritis (RA) and Systemic Lupus Erythematosus (SLE).<sup>14,15</sup> However, no study was found to describe relationship of physical inactivity and disease-related symptoms in patients with BD and FMF.

The effects of confinement on health-related symptoms in patients with BD and FMF are not yet properly understood. Therefore, exercise and physical activity, as outlined in the European Alliance of Associations for Rheumatology (EULAR) guidelines, should take place in parallel with drug treatments in a way that creates behavior modification in patients' lives.<sup>16</sup>

The primary aim of our study was to compare the changes in physical activity, sleep, fatigue, pain, and quality of life levels between before and during confinement in patients with BD and FMF. The secondary aim of the present study was to determine the exercise behaviors of patients with BD and FMF during confinement.

## METHODS

### Study Design

This study was conducted among those patients who applied to Istanbul University-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Medical Faculty, Department of Rheumatology, Istanbul. The study protocol was approved by the local ethics committee (Date of approval-number of approval: 30/04/2020- 10840098-604.01.01-

E.14697). The study was carried out in accordance with the Helsinki Declaration Principles. All patients were informed about the study and the necessary permission was obtained by signing an informed consent form. This study was registered with ClinicalTrials.gov (Clinical Trial Number: NCT04403438).

#### **Patients**

A total of 42 patients enrolled in the rheumatology clinic were included in this study. A total of 21 patients with BD and 21 patients with FMF were included in this cross-sectional study. Inclusion criteria included aged 30–60 years, diagnosed with FMF for at least one year, diagnosed with BD for at least one year, able to write and read Turkish, and have a level of cooperation needed to respond to the evaluation scales. Exclusion criteria were as follows: diagnosed with a second chronic disease, have a history of a psychological problem or mental deficit, and were pregnant.

#### **Main outcome variable**

All patients were asked about their height, weight, age, gender, body mass index, number of affected joint, and duration of chronic disease and their responses were collated as sociodemographic data. All evaluations that were applied to the participants were carried out online via Google-Form; a total of 42 patients participated in the study by completing and returning the study's data collection forms.

#### *Physical Activity*

Patients' physical activity levels were measured using the Internal Physical Activity Questionnaire-Short Form (IPAQ-SF) before and during confinement. The IPAQ has since become the most widely used physical activity questionnaire. There two available versions of the IPAQ: the 31-item long form (IPAQ-LF) and the nine-item short form (IPAQ-SF). The short form records activity according to four intensity levels: 1) vigorous-intensity activity, such as aerobics; 2) moderate-intensity activity, such as leisure cycling; 3) walking; and 4) sitting.<sup>17</sup> The questions ask respondents about the time they have spent being physically active in the past 7 days.

#### *Sleep*

Sleep satisfaction was evaluated using Numeric Rating Scale (NRS)<sup>18</sup>, and sleep times were recorded both before and during confinement.

#### *Fatigue*

Before and during confinement, perceived fatigue was assessed using the NRS.<sup>19</sup> Here, patients are given a score of 0–10 for the fatigue they felt in their daily lives before the COVID-19 pandemic, as well as the fatigue they experienced during the pandemic process.

#### *Pain*

The NRS was used to assess the pain patients felt in their daily lives while resting and the pain they felt while moving, both before and during confinement. The NRS is considered a valid and reliable pain-assessment tool. The scale has both horizontal and vertical forms; pain intensity is graded from "0: No pain" to "10: The most intense level of pain".<sup>20</sup>

#### *Quality of Life*

The quality of life and functional status of the patients were evaluated using the SF-36 Quality of Life Scale (SF-36). Patients were asked to choose the option that suits them best both before and during confinement. This scale was developed by Ware et al. in 1992. A validity and reliability study of the Turkish version of the scale was performed by Koçyiğit et al. in 1999.<sup>21</sup> The scale includes eight subdomains: physical functioning, physical role, emotional role, vitality, mental health, social functioning, pain, and general health. The higher score from each subdomain, the higher health-related quality of life of that subdomain.<sup>22</sup>

#### *Exercise Stages of Change Questionnaire*

The Exercise Stages of Change Questionnaire was developed by Marcus and Lewis (2003), validated and reliable in Turkish by Gümüş Y, Kitiş Y, and aims to indicate the intention of patients to participate in regular physical activity by choosing one of five options: 1) precontemplation ("I do not engage in regular physical activity and do not intend to do so in the next 6 months"); 2) contemplation ("I do not engage in regular physical activity but intend to do so in the next 6 months"); 3) preparation ("I do not engage in regular physical activity but intend to do so in the next 30 days"); 4) action ("I engage in regular physical activity but have been doing so for less than 6 months"); and 5) maintenance ("I engage in regular physical activity and have been doing so for more than 6 months").<sup>23,24</sup>

#### **Statistical analysis**

Data were evaluated using SPSS 21.0 for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, USA) and by

analyzing descriptive statistics (frequency, mean, and standard deviation). Before the statistical analysis, the Kolmogorov–Smirnov test was used to test for normal distribution of data. The independent sample t-test was used to determine differences of subjects' outcome scores because the data were normally distributed. Intercorrelations between parameters were computed with Pearson's correlation analysis  $p < 0.05$  was considered statistically significant for all tests.

## RESULTS

A total of 21 patients with BD and 21 patients with FMF were included in this cross-sectional study. Table 1 shows the demographic characteristics of all participants included in this study. Patients' mean age was  $41.66 \pm 10.06$  years for those in the BD group and  $38.90 \pm 13.67$  years for those in the FMF group. No statistically significant differences in sociodemographic data could be found among all outcome scores, except sleep duration, between the groups at baseline ( $p > 0.05$ ). A comparison of pain, fatigue, physical activity, and sleep scores of patients with BD and those of patients with FMF both before and during confinement are shown in Table 2.

### *Pain*

Patients' NRS-Resting and NRS-Activity scores were found to significantly increase in patients with BD during confinement when compared with their pre-confinement scores, while no such statistically significant change was observed in patients with FMF ( $p < 0.01$ ). In the intergroup comparison, only change of the NRS-Resting results was a significantly increased in patients with BD during the confinement compared to the pre-confinement, unlike FMF patients ( $p < 0.05$ ). At the same time, NRS-Resting scores in the confinement were significantly higher in the patients with BD compared to patients with FMF ( $p < 0.05$ ).

### *Fatigue*

NRS-Fatigue scores were found to significantly increase among those patients with BD during confinement when compared with their pre-confinement scores. At the same time, no significant change was observed in patients with FMF before and during confinement ( $p < 0.05$ ). In the intergroup comparison, no significant change was found between the

patient groups ( $p > 0.05$ ).

### *Physical Activity*

A significant decrease in IPAQ-total scores was found for those patients with BD and FMF during the confinement when compared with their pre-confinement scores ( $p < 0.001$ ). During the lockdown, daily sitting times also increased among patients in both groups ( $p < 0.001$ ). Furthermore, the mean IPAQ-total scores of patients with BD were found to be significantly lower than they were for patients with FMF during confinement ( $p < 0.05$ ).

### *Sleep*

No statistically significant change was found between the BD and FMF patient groups regarding between NRS-Sleep Satisfaction and sleep time results during the confinement when compared with the pre-confinement scores ( $p > 0.05$ ). Furthermore, sleep time was found to be significantly lower in patients with FMF when compared with patients with BD in the pre-confinement stage ( $p < 0.05$ ).

### *Quality of Life*

The comparisons of quality of life scores between those patients with BD and those patients with FMF before and during confinement are shown in Table 3. A significant increase was found for all SF-36 subscale scores, except for the bodily pain subscale scores of patients with BD during confinement as compared with their pre-confinement scores ( $p < 0.05$ ). Similarly, a statistically significant increase was seen for all SF-36 subscale-scores except for the physical functioning and role physical sub-scores of patients with FMF during the confinement when compared with their pre-confinement scores ( $p < 0.05$ ). In the intergroup comparison, no statistically significant change for all SF-36 sub-scores was found between the patient groups ( $p > 0.05$ ).

### *Correlations of pain, fatigue, sleep, and quality of life results in patients with BD during confinement*

The correlations pain, fatigue, sleep and quality of life results of patients with BD during confinement are shown in Table 4. NRS-Pain Resting was found to be significantly correlated with NRS-Pain Activity ( $r = 0.823$ ), NRS-Fatigue ( $r = 0.816$ ), SF-36-Vitality ( $r = -0.520$ ), SF-36-Mental Health ( $r = -0.477$ ), SF-36-Bodily Pain ( $r = -0.619$ ), and SF-36-General Health ( $r = -0.619$ ) ( $p < 0.05$ ). Similarly, NRS-Fatigue was significantly correlated with NRS-Pain Activity

( $r=0.823$ ), NRS-Fatigue ( $r=0.816$ ), SF-36-Vitality ( $r=-0.599$ ), SF-36-Mental Health ( $r=-0.595$ ), SF-36-Bodily Pain ( $r=-0.717$ ), and SF-36-General Health ( $r=-0.695$ ) ( $p<0.05$ ). In addition, significant relationships were found between SF-36-General Health and all other SF-36 sub-scores, except for SF-36-Social Functioning ( $r$ =ranged from 0.473-0.736) ( $p<0.05$ ). Comparatively it was found that NRS-Pain Activity was significantly correlated with NRS-Fatigue ( $r=0.851$ ) and all other SF-36-subscores scores except SF-36-Social Functioning ( $r$ =ranged with 0.473-0.736) ( $p<0.05$ ). Significant relationships were also found between number of affected joints and SF-36-Vitality ( $r=-0.472$ ), SF-36-Social Functioning ( $r=-0.600$ ), and SF-36-Bodily Pain ( $r=0.541$ ) ( $p<0.05$ ). IPAQ-Total scores were only correlated with SF-36-Mental Health ( $r=0.481$ ) ( $p<0.05$ ). Furthermore, while sleep duration was found to be significantly correlated with SF-36-Role Physical ( $r=0.509$ ), NRS-Sleep Satisfaction was not correlated with any other parameter ( $p<0.05$ ).

#### *Correlations of pain, fatigue, sleep, and quality of life results in patients with FMF during confinement*

The correlations of the results of pain, fatigue, sleep, and quality of life in patients with FMF during confinement are shown in Table 5. NRS-Pain Resting was found to be significantly correlated with NRS-Pain Activity ( $r=0.882$ ), NRS-Fatigue ( $r=0.665$ ), SF-36-Role Physical ( $r=-0.542$ ), SF-36-Vitality ( $r=-0.459$ ), SF-36-Bodily Pain ( $r=0.681$ ), and SF-36-General Health ( $r=-0.655$ ) ( $p<0.05$ ). Comparatively, it was found that NRS-Pain Activity was significantly correlated with NRS-Fatigue ( $r=0.623$ ), SF-36-Role Physical ( $r=-0.458$ ), SF-

36-Bodily Pain ( $r=-0.690$ ), SF-36-General Health ( $r=-0.565$ ), and number of affected joints ( $r=0.489$ ) ( $p<0.05$ ). Furthermore, significant relationships were found between number of affected joints, SF-36-Bodily Pain ( $r=-0.474$ ), and SF-36-General Health ( $r=0.456$ ) ( $p<0.05$ ). SF-36-General Health results were also significantly correlated with all other SF-36 subscales scores except SF-36-Role Emotional and SF-36-Social Functioning ( $r$ =ranged with 0.593-0.787) ( $p<0.05$ ). In addition, a significant relationship was found between NRS-Fatigue and SF-36-Vitality ( $r=-0.479$ ) ( $p<0.05$ ). NRS-Sleep Satisfaction, Sleep Duration, and IPAQ-Total values were not correlated with any other parameter ( $p>0.05$ ).

#### *Exercise Behavior During Confinement*

The comparisons of the results of the exercise scales in patients with BD and FMF during confinement 9.5% of patients with BD and 5.5% of patients with FMF reported exercising for more than 6 months, no difference could be found between the groups concerning their Exercise Stage of Change Questionnaire scores ( $p>0.05$ ).

## DISCUSSION

The present study investigated changes in physical activity, sleep, fatigue, pain, and quality of life levels in patients with BD and FMF before confinement and during confinement. Consequently, we found that the patients with both BD and FMF disease have been affected negatively by the confinement process. Physical activity, pain, fatigue and quality of life were adversely affected in patients

Table 1. Demographic and clinical features of patients with Behçet's Disease and Familial Mediterranean Fever.

	Behçet's Disease X±SD	Familial Mediterranean Fever X±SD	p
Gender (Female/Male) (n (%))	12/9 (57/43)	15/6 (71/29)	0.334
Age (year)	41.66±10.06	38.90±13.67	0.460
Height (cm)	162.66±8.15	165.19±9.21	0.353
Body Weight (kg)	74.61±12.33	69.61±20.03	0.336
Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )	28.31±5.06	25.57±7.19	0.162
Number of involvement joint (median (range))	3 (0-12)	2 (0-8)	0.220
Disease duration (year)	15.52±10.79	18.09±16.24	0.549

Table 2. Comparison of pain, fatigue, physical activity, and sleep scores of patients with Behçet's Disease and Familial Mediterranean Fever, before and during confinement.

		Before Confinement X±SD	During Confinement X±SD	p <sup>a</sup>
NRS-Pain Resting	BD	3.66±2.51	5.57±3.09	0.001
	FMF	2.85±2.88	3.66±2.88	0.091
	p <sup>b</sup>	0.338	0.046	
NRS-Pain Activity	BD	3.42±2.73	4.71±2.93	0.007
	FMF	3.52±3.17	4.33±3.07	0.081
	p <sup>b</sup>	0.917	0.683	
NRS-Fatigue	BD	4.38±2.74	6.23±3.19	0.002
	FMF	4.19±3.10	5.52±3.32	0.097
	p <sup>b</sup>	0.834	0.482	
NRS-Sleep Satisfaction	BD	5.57±3.23	4.76±3.40	0.421
	FMF	6.23±3.30	4.38±4.05	0.117
	p <sup>b</sup>	0.512	0.743	
IPAQ-SF Total	BD	7951.04±580.41	61.71±138.00	0.001
	FMF	824.28±417.47	200.00±205.52	<0.001
	p <sup>b</sup>	0.832	0.014	
Sitting Time (min.)	BD	249.00±62.39	468±167.00	<0.001
	FMF	225.71±53.34	488.57±172.11	<0.001
	p <sup>b</sup>	0.206	0.700	
Sleep Time (hour)	BD	7.52±0.98	7.85±2.35	0.508
	FMF	6.66±1.27	7.23±2.34	0.288
	p <sup>b</sup>	0.019	0.398	

p<sup>a</sup>: Intragroup p-value. p<sup>b</sup>: Between groups p-value. BD: Behçet's Disease. FMF: Familial Mediterranean Fever. NRS: Numeric Rating Scale. IPAQ-SF: International Physical Activity Questionnaire Short Form.

Table 3. Comparison of quality of life (Short Form 36, SF-36) scores of patients with Behçet's Disease and Familial Mediterranean Fever, before and during confinement.

		Before Confinement X±SD	During Confinement X±SD	p <sup>a</sup>
SF-36 Physical Functioning	BD	65.50±20.76	60.50±21.39	0.019
	FMF	74.04±18.20	70.47±20.42	0.101
	p <sup>b</sup>	0.168	0.135	
SF-36 Role Physical	BD	54.76±35.89	42.85±34.58	0.014
	FMF	61.90±35.01	52.38±37.00	0.176
	p <sup>b</sup>	0.518	0.314	
SF-36 Role Emotional	BD	65.07±37.23	34.90±32.44	0.004
	FMF	82.53±32.69	44.44±37.01	<0.001
	p <sup>b</sup>	0.114	0.380	
SF-36 Vitality	BD	60.23±19.20	49.76±21.53	0.001
	FMF	59.76±19.90	44.76±15.92	0.001
	p <sup>b</sup>	0.938	0.397	
SF-36 Mental Health	BD	65.71±16.99	55.39±18.53	0.002
	FMF	71.23±13.12	59.04±13.55	0.001
	p <sup>b</sup>	0.245	0.471	
SF-36 Social Functioning	BD	63.09±21.82	43.69±23.81	0.009
	FMF	64.76±21.76	46.30±26.08	0.004
	p <sup>b</sup>	0.806	0.736	
SF-36 Bodily Pain	BD	67.73±17.30	59.52±25.92	0.060
	FMF	66.90±27.41	60.59±27.17	0.015
	p <sup>b</sup>	0.907	0.897	
SF-36 General Health	BD	55.94±11.97	49.40±13.64	0.001
	FMF	57.93±13.81	50.98±14.24	0.002
	p <sup>b</sup>	0.622	0.714	

p<sup>a</sup>: Intragroup p-value. p<sup>b</sup>: Between groups p-value. BD: Behçet's Disease. FMF: Familial Mediterranean Fever.

Table 4. The correlations of the results of pain, fatigue, sleep, and quality of life in patients with Behçet’s Disease during confinement.

		NRS-Pain Resting	NRS-Pain Activity	NRS-Fatigue	NRS-Sleep Satisfaction	Sleep Duration	IPAQ-Total
NRS-Pain Activity	r	0.823					
	p	<0.001					
NRS-Fatigue	r	0.816	0.851				
	p	<0.001	<0.001				
NRS-Sleep Satisfaction	r	-0.362	-0.197	-0.252			
	p	0.107	0.391	0.270			
Sleep Duration	r	-0.085	-0.042	-0.235	-0.098		
	p	0.716	0.855	0.305	0.672		
IPAQ-Total	r	-0.038	0.060	-0.126	-0.227	0.367	
	p	0.869	0.796	0.586	0.323	0.102	
SF-36-Role Physical	r	-0.357	-0.489	-0.539	0.165	0.509	0.071
	p	0.112	0.024	0.012	0.474	0.018	0.760
SF-36-Role Emotional	r	-0.407	-0.537	-0.325	0.335	-0.106	-0.066
	p	0.067	0.012	0.150	0.138	0.648	0.775
SF-36-Vitality	r	-0.520	-0.496	-0.599	0.286	0.212	0.272
	p	0.016	0.022	0.004	0.209	0.357	0.232
SF-36-Mental Health	r	-0.477	-0.531	-0.595	0.109	0.345	0.481
	p	0.029	0.013	0.004	0.638	0.125	0.027
SF-36-Social Functioning	r	-0.101	-0.036	-0.231	0.398	-0.019	0.261
	p	0.662	0.877	0.314	0.074	0.934	0.253
SF-36-Bodily Pain	r	-0.619	-0.688	-0.717	0.329	0.382	0.213
	p	0.003	0.001	<0.001	0.146	0.087	0.355
SF-36-General Health	r	-0.619	-0.592	-0.695	0.185	0.250	0.274
	p	0.003	0.005	<0.001	0.422	0.274	0.229
Number of Affected Joint	r	0.247	0.193	0.324	-0.313	-0.224	-0.368
	p	0.281	0.403	0.152	0.167	0.330	0.101

r: Pearson’s correlation coefficient. NRS: Numeric Rating Scale. SF-36: Short Form 36. IPAQ: International Physical Activity Questionnaire.

Table 4. (Continued).

		SF36-Role Physical	SF36-Role Emotional	SF36-Vitality	SF36-Mental Health	SF36-Social Functioning	SF36-Bodily Pain	SF36-General Health
SF-36-Role Emotional	r	0.271						
	p	0.235						
SF-36-Vitality	r	0.585	0.526					
	p	0.005	0.014					
SF-36-Mental Health	r	0.367	0.419	0.740				
	p	0.101	0.024	<0.001				
SF-36-Social Functioning	r	0.087	0.418	0.214	0.196			
	p	0.709	0.059	0.352	0.395			
SF-36-Bodily Pain	r	0.745	0.546	0.680	0.638	0.370		
	p	<0.001	0.010	0.001	0.002	0.099		
SF-36-General Health	r	0.476	0.473	0.733	0.736	0.207	0.636	
	p	0.029	0.030*	<0.001	<0.001	0.367	0.002	
Number of Affected Joint	r	-0.281	-0.363	-0.472	-0.318	-0.600	0.541	-0.410
	p	0.217	0.105	0.031	0.160	0.004	0.011	0.065

r: Pearson’s correlation coefficient. NRS: Numeric Rating Scale. SF-36: Short Form 36. IPAQ: International Physical Activity Questionnaire.



Table 5. The correlations of the results of pain, fatigue, sleep, and quality of life in patients with Familial Mediterranean Fever during confinement.

		NRS-Pain Resting	NRS-Pain Activity	NRS-Fatigue	NRS-Sleep Satisfaction	Sleep Duration	IPAQ-Total
NRS-Pain Activity	r	0.882					
	p	<0.001					
NRS-Fatigue	r	0.665	0.623				
	p	0.001	0.003				
NRS-Sleep Satisfaction	r	0.028	0.025	-0.168			
	p	0.902	0.913	0.468			
Sleep Duration	r	-0.217	-0.227	-0.248	-0.021		
	p	0.345	0.322	0.279	0.930		
IPAQ-Total	r	-0.074	-0.111	-0.020	0.264	-0.079	
	p	0.749	0.632	0.930	0.248	0.734	
SF-36-Role Physical	r	-0.542	-0.458	-0.417	-0.023	0.036	-0.204
	p	0.011	0.037	0.060	0.921	0.876	0.376
SF-36-Role Emotional	r	-0.166	-0.107	-0.280	0.126	-0.013	-0.412
	p	0.471	0.643	0.219	0.587	0.956	0.064
SF-36-Vitality	r	-0.459	-0.407	-0.479	0.288	0.169	0.116
	p	0.037	0.067	0.028	0.206	0.464	0.616
SF-36-Mental Health	r	-0.397	-0.227	-0.294	0.385	0.272	0.055
	p	0.075	0.322	0.195	0.085	0.233	0.814
SF-36-Social Functioning	r	-0.157	0.007	0.076	0.084	0.062	-0.275
	p	0.498	0.977	0.743	0.718	0.789	0.227
SF-36-Bodily Pain	r	0.681	-0.690	-0.315	0.051	0.015	-0.280
	p	0.001	0.001	0.165	0.826	0.947	0.219
SF-36-General Health	r	-0.655	-0.565	-0.315	0.029	0.255	-0.310
	p	0.001	0.008	0.164	0.900	0.265	0.171
Number of Affected Joint	r	0.390	0.489	0.052	-0.331	0.176	-0.228
	p	0.080	0.024	0.821	0.143	0.444	0.319

r: Pearson's correlation coefficient. NRS: Numeric Rating Scale. SF-36: Short Form 36. IPAQ: International Physical Activity Questionnaire.

Table 5. (Continued).

		SF36-Role Physical	SF36-Role Emotional	SF36-Vitality	SF36-Mental Health	SF36-Social Functioning	SF36-Bodily Pain	SF36-General Health
SF-36-Role Emotional	r	0.497						
	p	0.022						
SF-36-Vitality	r	0.309	0.132					
	p	0.174	0.569					
SF-36-Mental Health	r	0.373	0.341	0.777				
	p	0.095	0.130	<0.001				
SF-36-Social Functioning	r	0.343	0.403	0.544	0.641			
	p	0.128	0.070	0.011	0.002			
SF-36-Bodily Pain	r	0.620	0.258	0.595	0.479	0.467		
	p	0.003	0.259	0.004	0.028	0.033		
SF-36-General Health	r	0.638	0.281	0.593	0.635	0.422	0.787	
	p	0.002	0.217	0.005	0.002	0.056	<0.001	
Number of Affected Joint	r	-0.322	-0.169	-0.316	-0.344	-0.234	-0.474	0.456
	p	0.155	0.464	0.163	0.127	0.308	0.030	0.038

r: Pearson's correlation coefficient. NRS: Numeric Rating Scale. SF-36: Short Form 36. IPAQ: International Physical Activity Questionnaire.

with BD, while physical activity and quality of life were adversely affected in patients with FMF; however, the effect on physical activity and quality of life was higher in patients with BD. In addition, we found a correlation between pain, fatigue, and quality of life in patients with BD. While higher pain and fatigue levels during confinement were associated with lower quality of life in patients with BD and FMF, a significant relationship was found between sleep duration and quality of life only in patients with BD.

The lockdown situation established in many countries to combat the COVID-19 pandemic entails an unprecedented disruption of people's lives and work, determines specific risks related to mental and physical health in the general population, especially among those who stopped working during the pandemic.<sup>25</sup> The implementation of confinement policies to contain COVID-19 could act as a catalyst for concealed mental and physical health conditions, further enhancing the effects of psychosocial risk factors, including stress, social isolation, and negative emotions, which may act as barriers against behavioral changes toward an active lifestyle and negatively impact on global health, well-being, and quality of life, ultimately resulting in result in a range of chronic health conditions.<sup>11</sup>

Both the WHO and national health organizations have called for social isolation and staying at home to reduce the spread of the COVID-19 disease. Confinement is predicted to inevitably affect the routine daily activities of millions of people.<sup>26</sup>

There is strong evidence for the benefits of physical activity on disease activity, improvements in activities, and participation<sup>27</sup>; however, people with rheumatic and musculoskeletal diseases are generally less active compared with healthy controls.<sup>28,29</sup> Both groups in this study had low pre-confinement physical activity levels and long sitting times, but both groups also had statistically poorer physical activity levels and sitting times during the confinement period.

In their study investigating sleep problems in patients with FMF, Makay et al.<sup>30</sup> stated that patients with FMF had significantly higher scores for sleep onset delay, sleep anxiety, night awakenings, and sleep-disordered breathing compared with the healthy group in their study.

A total of 7–8 hours of sleep is sufficient for an adult. However, less than 4 hours and more than 9 hours is not considered normal.<sup>31</sup> In our study, it is seen that the sleep duration before and after confinement was quite low in both groups.

Fatigue is an important issue in rheumatic diseases, and most of studies demonstrated increased fatigue levels in rheumatic disease patients. Fatigue is a burdening and disabling symptom affecting physical and cognitive functioning in patients with rheumatic diseases.<sup>32</sup> In previous studies, it has been reported that fatigue levels are high among patients with FMF and BD.<sup>32,33</sup>

Similarly, in our study we found moderate fatigue before confinement in both BD and FMF patient groups, but we also found an increase in fatigue levels in both groups during confinement; for patients with BD, this increase was found to be statistically significant. We found that fatigue was associated with fatigue, vitality, general health, bodily pain, and mental health in BD patients, and role physical and vitality in FMF patients.

Sandıkçı et al.<sup>34</sup> reported that secondary factors such as pain are associated with negative emotions affecting daily life in chronic recurrent diseases. Pain has been reported as a common symptom that negatively affects the quality of life in both FMF and BD patients.<sup>32,35</sup> In a study conducted in BD patients in 2017, they reported pain as  $39.85 \pm 31.59$  according to 100 mm Visual Analogue Scale.<sup>33</sup> Similarly, in our study, the resting-pain and activity-pain scores before confinement were close to 4 according to the 10-point NRS. In confinement, we found a statistically significant increase in pain both during activity and at rest. A statistically significant relationship was also found between pain and fatigue, role emotional, role physical, vitality, mental health, general health, and bodily pain. Similar to the results of our study, Bodur et al.<sup>35</sup> reported that painful joints and fatigue in patients with BD were significantly associated with impaired quality of life.

Comparatively, concerning FMF patients, no significant change in pain level during the confinement process was found, but we found a significant relationship between fatigue, role physical, vitality, bodily pain, and general health, and pain. While joint pain is less common in FMF patients, it is a more common symptom among patients with BD. Joint pain

may have affected patients with BD more due to confinement increasing their physical inactivity.

Pain was found to be strongly associated with fatigue parameters in previous studies evaluating fatigue in rheumatic diseases.<sup>32,36</sup> There is a vicious cycle here, as the rheumatic pain increases sleep problems, and sleep disturbances increase pain levels in affected patients.<sup>37</sup> In concordance with this data, we also found pain in moderate to strong correlation with fatigue.

Duruoz et al.<sup>32</sup> indicated that pain, fatigue, sleep disturbance, and quality of life were correlated in patients with FMF. Although we could not find a significant relationship between pain and physical activity scores of both groups in our study, we believe that decreased physical activity due to confinement negatively affects the chronic cycle of pain, fatigue, sleep disorder, and quality of life.

In a previous study, Bodur et al.<sup>35</sup> reported that life satisfaction and quality were impaired in BD patients. The study also showed arthritis, fatigue and genital ulcer scores of Behçet's Disease Current Activity Form were the most important factors impairing the quality of life in BD. Melikoglu et al.<sup>38</sup> concluded that fatigue is one of the most common symptoms related to lower quality of life scores in BD patients. Ertam et al.<sup>39</sup> showed that in chronic diseases due to pain, depression, and sleep disorders were also present and all of these contributed to a reduced quality of life. In our study, we also saw that confinement negatively affects quality of life like increased disease activity.

#### Limitations

The limitations of our study are the absence of a healthy group, the fact that we did not divide the patients into different age groups, and we did not perform a power analysis.

#### Conclusion

Patients in both groups were physically inactive and the majority of them did not exercise. This situation increased during the confinement period. Providing personalized exercise therapy and increasing physical activity in patients with BD and FMF will improve these symptoms.

**Acknowledgement:** We are very grateful to the patients.

**Authors' Contributions:** NU: Literature search, case

referral, data collecting, writing; **ET:** Study design, data analyzing and interpreting, writing, critical review; **SU:** case referral, data collecting.

**Funding:** None

**Conflicts of Interest:** None

**Ethical Approval:** The protocol of the present study was approved by the local ethics committee (issue: 10840098-604.01.01-E.14697 date: 30.04.2020).

## REFERENCES

1. Tursen U, Gurler A, Boyvat A. Evaluation of clinical findings according to sex in 2313 Turkish patients with Behçet's disease. *Int J Dermatol.* 2003;42:346–351.
2. Gur A, Sarac AJ, Burkan YK, et al. Arthropathy, quality of life, depression, and anxiety in Behçet's disease: relationship between arthritis and these factors. *Clin Rheumatol.* 2006;25:524–531.
3. Uygunoglu U, Benbir G, Saip S, et al. A polysomnographic and clinical study of sleep disorders in patients with Behçet and neuro-Behçet syndrome. *Eur Neurol.* 2014;71:115–119.
4. Bashardoust B. Familial Mediterranean fever; diagnosis, treatment, and complications. *J Nephroarmacol.* 2015;4:5–8.
5. Sahin S, Yalcin I, Senel S, et al. Assessment life quality of familial Mediterranean fever patients by short form-36 and its relationship with disease parameters. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2013;17:958–963.
6. Schwartz T, Langevitz P, Zemer D, et al. Behçet's disease in familial Mediterranean fever: characterization of the association between the two diseases. *Semin Arthritis Rheum.* 2000;29:286–295.
7. Ghate JV, Jorizzo JL. Behçet's disease and complex aphthosis. *J Am Acad Dermatol.* 1999;40:1–18.
8. Dikmen AU, Kına HM, Özkan S, et al. Epidemiology of COVID-19: What We Learn from Pandemic. *Journal Of Biotechnology and Strategic Health Research.* 2020;4:29–36.
9. T.C. Sağlık Bakanlığı. COVID-19 (SARS-CoV-2 Enfeksiyonu Rehberi) [https://covid19bilgi.saglik.gov.tr/depo/rehberler/COVID-19\\_Rehberi.pdf](https://covid19bilgi.saglik.gov.tr/depo/rehberler/COVID-19_Rehberi.pdf). Accessed: 05.06.2020.
10. Velavan TP, Meyer CG. The COVID-19 epidemic. *Trop Med Int Heal.* 2020;25:278–280.
11. Lippi G, Henry BM, Sanchis-Gomar F. Physical inactivity and cardiovascular disease at the time of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Eur J Prev Cardiol.* 2020;27:906–908.
12. Ünal M, Bildik C, Apaydın Z, et al. Covid-19

- disease and physical inactivation. *J Med Sci.* 2020;1:13–19.
13. Manning VL, Hurley MV, Scott DL, et al. Are patients meeting the updated physical activity guidelines? Physical activity participation, recommendation, and preferences among inner-city adults with rheumatic diseases. *J Clin Rheumatol.* 2012;18:399–404.
  14. Huffman KM, Pieper CF, Hall KS, et al. Self-efficacy for exercise, more than disease-related factors, is associated with objectively assessed exercise time and sedentary behaviour in rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol.* 2015;44:106–110.
  15. Henchoz Y, Bastardot F, Guessous I, et al. Physical activity and energy expenditure in rheumatoid arthritis patients and matched controls. *Rheumatology.* 2021;51:1500–1507.
  16. Ölçer G, Dağ A, Kaşlı K, et al. Physical activity and exercise in patients with rheumatism in the COVID-19 Pandemic. *Türkiye Klinikleri.* 2020;1:69–74.
  17. Lee PH, Macfarlane DJ, Lam TH, et al. Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8:115.
  18. Song JE, Chae HJ, Kim CH. Changes in perceived health status, physical symptoms, and sleep satisfaction of postpartum women over time. *Nursing and Health Sciences.* 2014;16:335–342.
  19. Nicklin J, Cramp F, Kirwan J, et al. Measuring fatigue in rheumatoid arthritis: a cross-sectional study to evaluate the Bristol Rheumatoid Arthritis Fatigue Multi-Dimensional questionnaire, visual analog scales, and numerical rating scales. *Arthritis Care Res.* 2010;62:1559–1568.
  20. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet.* 1974;304:1127–1131.
  21. Koçyiğit H, Aydemir Ö, Ölmez N, et al. Kısa Form-36 (KF36)'nın Türkçe Versiyonunun Güvenilirliği ve Geçerliliği. *İlaç ve Tedavi Dergisi.* 1999;12:102–106.
  22. Carr AJ, Thompson PW, Kirwan JR. Quality of life measures. *Br J Rheumatol.* 1996;35:275–281.
  23. Henchoz Y, Zufferey P, So A. Stages of change, barriers, benefits, and preferences for exercise in RA patients: a cross-sectional study. *Scand J Rheumatol.* 2013;42:136–145.
  24. Gümüş Y, Kitiş Y. The validity and reliability of exercise behavior change Scales. *Journal of Hacettepe University Faculty of Nursing.* 2015;2:1–19.
  25. Zhang SX, Wang Y, Rauch A, et al. Unprecedented disruption of lives and work: health, distress and life satisfaction of working adults in China one month into the COVID-19 outbreak. *Psychiatry Res.* 2020;288:112958.
  26. Guo YR, Cao QD, Hong ZS, et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak - an update on the status. *Mil Med Res.* 2020;7:11.
  27. Sveaas SH, Smedslund G, Hagen KB et al. Effect of cardiorespiratory and strength exercises on disease activity in patients with inflammatory rheumatic diseases: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51:1065–1072.
  28. Hernández-Hernández V, Ferraz-Amaro I, Díaz-González F. Influence of disease activity on the physical activity of rheumatoid arthritis patients. *Rheumatology (Oxford).* 2014;53:722–731.
  29. Swinnen TW, Scheers T, Lefevre J, et al. Physical activity assessment in patients with axial spondyloarthritis compared to healthy controls: a technology-based approach. *PLoS One.* 2014;9:e85309.
  30. Makay B, Kiliçaslan SK, Anik A, et al. Assessment of sleep problems in children with familial Mediterranean fever. *Int J Rheum Dis.* 2017;20:2106–2112.
  31. Chaput JP, Dutil C, Sampasa-Kanyinga H. Sleeping hours: what is the ideal number and how does age impact this. *Nat Sci Sleep.* 2018;10:421–430.
  32. Duruoz MT, Unal C, Bingul DK, et al. Fatigue in familial Mediterranean fever and its relations with other clinical parameters. *Rheumatol Int.* 2018;38:75–81.
  33. Güler T, Aslan NÇ, Garip Y, et al. Disease activity in Turkish patients with Behçet's Disease: Association with fatigue, psychological status and quality of life. *Türkiye Klinikleri J Med Sci.* 2017;37:130–135.
  34. Sandikci SC, Colak S, Omma A, et al. An evaluation of depression, anxiety and fatigue in patients with Behçet's disease. *Int J Rheum Dis.* 2019;22:974–979.
  35. Bodur H, Borman P, Ozdemir Y, et al. Quality of life and life satisfaction in patients with Behcet's disease: relationship with disease activity. *Clin Rheumatol.* 2006;25:329–333.
  36. Pollard LC, Choy EH Gonzalez J, et al. Fatigue in rheumatoid arthritis reflects pain, not disease activity. *Rheumatology.* 2006;45:885–889.
  37. Nicassio PM. *Psychosocial factors in arthritis.* Springer, Berlin; 2016.
  38. Melikoglu M, Melikoglu MA. What affects the quality of life in patients with Behçet's disease? *Acta Reumatol Port.* 2014;39:46–53.
  39. Ertam I, Kitapcioglu G, Aksu K, et al. Quality of life and its relation with disease severity in Behcet's disease. *Clin Exp Rheumatol.* 2009;27:18–S22.

## ORIGINAL ARTICLE

# Burnout of the physiotherapists and encountered stress factors related to coronavirus epidemic in Turkey

Emre ŞENOCAK<sup>1</sup>, Seda KARACA<sup>1</sup>, Abdurrahman TANHAN<sup>1</sup>, Şahin DEMİR<sup>1</sup>, Aysel YILDIZ ÖZER<sup>2</sup>

**Purpose:** The study aims to determine risk factors related to stress due to pandemic, the burnout levels of the physiotherapist, the relationship between these parameters.

**Methods:** One hundred two physiotherapists, whose sociodemographic information was obtained, were divided into two groups according to disease exposure (CoV and non-CoV group). Pandemic-Associated Stress Factors of the participants were analyzed and Maslach Burnout Inventory (MBI) was used to measure burnout. The independent sample t test was used to detect the difference between the groups. Pearson's correlation analysis was used to find relations in parameters.

**Results:** 96% of respondents were concerned about getting infected and 98% concerned about infecting their families. Most of the participants were physically and mentally tired (74.5%, 58.8%). The CoV group consisted of 45 (44.11%) physiotherapists who had a history of COVID-19, had patient contact, or worked with coronavirus patients. There was no significant difference in MBI sub-parameters between the two groups ( $p<0.05$ ). Physiotherapists with high exposure to COVID-19 were found to have a 3.2 times higher level of stress about feeling compelled to go to work than those with low exposure to it ( $p=0.02$ ).

**Conclusion:** Anxiety about being sick and contagious can trigger psychological symptoms such as mental fatigue and sleep disturbance. Although the workload of the participants in our study did not increase, most of them stated that they felt physically exhausted. During the pandemic period, psychological diseases, and burnout in healthcare workers increased tremendously.

**Keywords:** Coronavirus, Physiotherapist, Burnout.

## Koronavirüs salgınında fizyoterapistlerin mesleki tükenmişlik düzeyi ve pandemiyle ilişkili karşılaşılan stres faktörleri

**Amaç:** Bu çalışma pandemi kaynaklı strese bağlı risk faktörlerini, fizyoterapistin tükenmişlik düzeylerini, bu parametreler arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamaktadır.

**Yöntem:** Sosyodemografik bilgileri alınan 102 fizyoterapist hastalık maruziyetine göre (CoV ve CoV olmayan grup) iki gruba ayrıldı. Katılımcıların Pandemi İlişkili Stres Faktörleri analiz edildi ve tükenmişliği ölçmek için Maslach Tükenmişlik Envanteri (MTE) kullanıldı. Gruplar arasındaki farkı tespit etmek için bağımsız gruplarda t testi kullanıldı. Parametrelerdeki ilişkileri bulmak için Pearson korelasyon analizi kullanıldı.

**Bulgular:** Ankete katılanların %96'sı enfekte olmaktan ve %98'i ailelerine bulaştırmaktan endişe duyuyordu. Katılımcıların çoğu fiziksel ve zihinsel olarak yorgundu (%74,5, %58,8). CoV grubu COVID-19 öyküsü olan, hasta teması olan veya koronavirüs hastalarıyla çalışan 45 (%44,11) fizyoterapistten oluşuyordu. MTE alt parametrelerinde iki grup arasında anlamlı fark yoktu ( $p<0,05$ ). COVID-19'a yüksek maruziyeti olan fizyoterapistlerin, düşük maruziyeti olanlara göre işe gitmek zorunda hissetmek konusunda 3,2 kat daha yüksek stres düzeyine sahip oldukları bulundu ( $p=0,02$ ).

**Sonuç:** Hasta olma ve bulaşıcı olma kaygısı, zihinsel yorgunluk ve uyku bozukluğu gibi psikolojik belirtileri tetikleyebilir. Çalışmamızda katılımcıların iş yükleri artmasa da çoğu fiziksel olarak bitkin hissettiklerini belirtmişlerdir. Pandemi döneminde rehabilitasyon hizmetlerinin önemli bir parçası olan fizyoterapistlerde psikolojik hastalıklar ve tükenmişliğin büyük oranda arttığı görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Koronavirüs, Fizyoterapist, Tükenmişlik.

1: Marmara University Institute of Health Sciences, Istanbul, Türkiye.

2: Marmara University Health Sciences Faculty, Istanbul, Türkiye.

Corresponding Author: Seda Karaca: aisa.sed@gmail.com

ORCID IDs (order of authors): 0000-0003-3677-9813;0000-0002-4843-8701;0000-0002-2235-9319;0000-0002-6610-4860;0000-0003-0739-6143

Received: March 15, 2022. Accepted: November 16, 2022.



The new type of coronavirus (SARS-CoV-2) first appeared in the Wuhan region of China and spread to many world countries quickly. For this reason, the World Health Organization Emergency Committee declared a global pandemic due to increasing case reports.<sup>1</sup> Increasing cases have placed an extra burden on the health systems of all countries, and health professionals have had to carry a large part of this burden.<sup>2</sup> Situations such as long working hours, isolation precautions, lack of qualified personnel, suspension of an annual permit, and resignation processes have caused in a multidimensional wear.<sup>3</sup> It is known that physiotherapists work in different health system departments such as neurology, orthopedics, intensive care, and cardiopulmonary clinics, and they take an active role in the pandemic and were greatly affected by this period like other healthcare professionals.<sup>4</sup> Because of the serious pandemic process, physiotherapists have been employed in different departments, suitable or unsuitable for their professional job descriptions, they have been affected by many stress factors associated with these situations during the epidemic. Also, physiotherapists who perform respiratory rehabilitation in intensive care units have contributed to health services by being assigned in a filiation team and performing Polymerase Chain Reaction (PCR) tests in emergency services.

Due to the nature of physiotherapy, long-term and continuous contact with patients, working hard conditions, and stress increase the risk of "professional burnout".<sup>5</sup> It was reported that the rates of connectedness, empathy, and burnout in physiotherapists caused by spending more time with patients were higher than other health professionals in a pre-coronavirus period study.<sup>6</sup> Physiotherapists who are in close contact with patients during the pandemic have highly affected by the process.

Studies have mainly focused on depression levels, occupational satisfaction, physical activity, quality of life, sports injuries, muscle pain, and posture disorders of physiotherapists.<sup>7-10</sup> However, we could not find any study related to the burnout caused by the COVID-19 and the stress factors associated with the pandemic in physiotherapists. The study aims to determine risk factors related to stress due to pandemic, the burnout levels of the

physiotherapist, the relationship between these parameters.

## METHODS

The study was carried out with 102 physiotherapists who accepted the online invitation between February 2021 and June 2021. Online invitations were delivered via professional mail groups and social media groups. The inclusion criteria were (1) to be actively working in public hospital or private hospital/clinic for at least six months, (2) to be actively working in special education and rehabilitation centers for at least six months. Exclusion criteria were resigning from work during the study period, (2) retiring, (3) taking permission with excuse during the pandemic, (4) receiving treatment for a psychological illness or using its medications. The assessor held an individualized video conference call with each participant and detailed about the study content. The same physiotherapist made all assessments once.

Marmara University Faculty of Health Sciences Non-Invasive Clinical Studies Ethics Committee approved the study with 28.01.2021/17 protocol number. Participants were divided into two group, those with and without exposure to the disease (CoV and non-CoV group). High exposure conditions were defined as (1) had a history of COVID-19, (2) work with COVID-19 patients, and (3) had contact with COVID-19 patients.

Sociodemographic data: Age, gender, height, weight, date of employment, the status of the institution (private/public), in which department they work, whether they have any health problems, whether they have COVID-19 during working, satisfaction with the department, weekly working hour and the number of patients they follow weekly were questioned.

*Maslach Burnout Inventory (MBI):* This scale evaluates burnout in three different dimensions emotional exhaustion (EE) (9 items), depersonalization (DP) (5 items), and personal accomplishment (PA) (8 items). While "Emotional Exhaustion" refers to a decrease in an individual's emotional and physical resources, "Depersonalization" represents the interpersonal dimension of burnout and

indicates unresponsiveness to work. "Personal Achievement" refers to the tendency of a person to evaluate himself negatively. The Turkish validity and reliability of the inventory were done by Ergin.<sup>11</sup> The inventory is a 5-point Likert scale. There is no total score for burnout. Each subscale is evaluated within itself. It is scored between 0-36 for emotional burnout, 0-20 for depersonalization, and 0-32 for personal achievement. There is no cut-off value for the subgroups, high scores mean a poor situation except personal accomplishments.<sup>12</sup>

#### *Pandemic-Associated Stress Factors:*

Nimrod Hertz and colleagues restated stress factors from previous studies. They were based on the analysis of Imai et al.<sup>13</sup> Stress factors include infection risk, information and measurement, protection, status, isolation, and other subheadings, and there are 15 in total. Participants chose one of four options for each stress factor. These options are; 0- Never, 1- Sometimes, 2- Often, 3- Always. Answer 0-1 means low stress, and 2-3 means high stress. The score of each factor is calculated separately, but there is no total score. The maximum score for each section is 3, and the minimum is 0 points. Stress factors are included in the statistical calculation with descriptive statistics or correlation/regression analysis.<sup>14</sup>

#### **Statistical analysis**

Data analyses were performed using Statistical Package for the Social Sciences (SPSS v11.0) software. The numerical scores were presented as Mean±Standard deviation. The Independent Sample T test was used to detect the difference between the groups. Bivariate correlation coefficient (Pearson's  $r$ ) was calculated and the significance level was accepted as 5%. A random sample selection technique was used in the study. It was approved to complete the survey with at least 100 people when Cohen's effect size is 0.3, the alpha error is 5%, and the power is 80%.

## RESULTS

A total of 102 physiotherapists (mean age 26.52±3.16 years, range 20-36; 55 males, 53.93%) participated in this study. While 29 participants residing with the elementary family, 32 with the extended family, and 20 with the housemate, 21 of the them lived alone. Most physiotherapists serve in the private sector

(67.64%) and work in different physiotherapy science branches. The percentage of physiotherapists working in pediatric rehabilitation was 48.04, orthopedic rehabilitation was 19.61, neurologic rehabilitation was 18.63. The physiotherapists working in intensive care, rheumatology, hand surgery and cardiology departments were 4.90%, 3.92%, 2.94%, 1.96%, respectively.

There were 45 (44.11%) physiotherapists with a history of COVID-19, patient contact or working with the coronavirus patients. The majority of the participants were pleased with their department but were not satisfied with their salaries. Also, the CoV group had an average of 3.5±3.0 years of professional experience and working times (weekly) were 41.1±11.6 hours. They were treated approximately 23.2±19.1 patients during this time. Other results are shown in Table 1.

When we examined the stressors related to the pandemic, almost all participants were anxious to be infected and infect their families (96.1%, 98.0%). Also, 51.9% of physiotherapists reported that the knowledge of preventing disease and protection is insufficient. Additionally, 55.9% of physiotherapists thought that health institutions could not protect themselves. Except for this, most participants were physically and mentally exhausted (74.5%, 58.8%) and had financial concerns (72.5%). All stress factors were shown in Table 2.

The burnout levels of the participants were evaluated with the MBI. The mean of the EE for CoV Group was 19.84±6.84, depersonalization score was 6.33±3.83, and personal accomplishment was 20.77±4.51. In the non-CoV group; EE, DP and PA scores were 19.57±7.20, 6.49±3.68, and 22.29±5.32, respectively (Table 3).

In the sub-dimensions of MBI, Pearson correlation coefficient showed a significant positive strong correlation between EE and DP ( $r=0.69$ ,  $p<0.05$ ) in CoV group. But there was a negative moderate correlation between EE and PA ( $r= -0.42$ ,  $p<0.05$ ). Also, there was negative low correlation between DP and PA ( $r= -0.37$ ,  $p<0.05$ ). There was also a moderate relationship between EE and DP in the non-CoV group ( $r=0.61$ ,  $p<0.05$ ).

Table 4 also indicates the correlations between pandemic-related stress factors and the MBI. According to the results, there was a

significant positive low correlation between EE of the participants and their anxiety about transmitting COVID-19 to family members in the CoV group ( $r=0.30$ ,  $p<0.05$ ). Lack of knowledge about the virulence of the COVID-19 ( $r=-0.30$ ,  $p<0.05$ ) and prevention methods also had relationship with EE ( $r=-0.35$ ,  $p<0.05$ ). Physical exhaustion of the CoV group participants had a negative low correlation on EE and positive low correlation on PA ( $r= -0.27$  and  $r= 0.29$ ,  $p<0.05$  for both). All results are shown in Table 4.

When the odds ratio between level of stress factors and exposure degree of COVID-19 was evaluated, it was seen a significant result in only one stress parameter. Physiotherapists' stress level related to feeling obligated to go to work, who exposed high degrees COVID-19, were found 3.2 times higher than the others, who exposed low degrees COVID-19 ( $p=0.02$ ) (Table 5).

## DISCUSSION

The relationship between the burnout levels of physiotherapists and stress factors of the pandemic were investigated in this paper. For this purpose, online interviews were conducted with physiotherapists and it was seen that the vast majority of the participants had concerns about being infected and infecting their families. Surprisingly, half of the physiotherapists stated that they had insufficient knowledge about disease prevention and protection. In addition, participants were skeptical that their health systems could protect them. Physical and mental exhaustion rates and financial concerns had similarly related to the pandemic. According to the results of burnout levels evaluated by MBI, no difference was found between the groups. Also, there was a significant relationship between group in emotional exhaustion and depersonalization parameters, while there was a correlation between emotional exhaustion and personal accomplishment in the group with a high relationship with COVID-19. Similarly, the CoV group had a low correlation between physical exhaustion and EE-PA.

Factors originating from the COVID-19 pandemic have triggered both physical and psychological stress on healthcare professionals.<sup>15</sup> In our results, psychological

symptoms such as anxiety about getting sick and contagious, mental exhaustion and sleep disturbance are frequently seen in physiotherapists. Although their workload did not increase, most of the participants stated that they felt physically exhausted. The psychological diseases and burnout in healthcare workers and physiotherapists have increased excessively during the pandemic.<sup>15,16</sup> In a study, burnout was found more than half of Malaysian healthcare workers. Among the factors affecting burnout were shown such as increased workload, uncertainty, work-family balance, and poor working conditions. Similarly, the participants complained about the negative psychological impact of burnout. In addition, inadequacy in child care at home and overtime also affected the burnout levels.<sup>17</sup> Jacome et al.<sup>18</sup> reported that more than 40% of physiotherapist experienced personal and work-related burnout during the pandemic. They stated that high-level depression and stress contributed to this situation. Another study stated that the anxiety and depression levels of allied health professions were higher than nurses and junior medical staff.<sup>19</sup> Studies conducted in recent years mention that burnout can affect mental problems.<sup>20</sup> In the pre-pandemic period, Pavlakis et al.<sup>21</sup> reported a moderate level of burnout in physiotherapists. Tıgılı et al.<sup>22</sup> found that the level of burnout of physiotherapists was negatively related to the level of happiness; Yasacı et al.<sup>23</sup> also found that the burnout level of physiotherapists is affected by the working environment. In our study, it was shown that the anxiety of infecting family members was positively related to the mental fatigue sub-dimension of burnout in the CoV group. Tarakci et al.<sup>24</sup> defined the burnout level of physiotherapists working in special education who have similar professional experience periods as high. In our study, MBI results of physiotherapists show a higher level of burnout compared to the results of Tarakci et al. However, the burnout rates of the CoV and non-CoV groups were similar. This can be attributed to the impact of the pandemic on the risk of transmission, general life and society.<sup>24</sup> Since the pandemic began, physiotherapists have worked as hard as other health professionals. In this process, they were exposed to many stress factors originating from illness, patient, and workplace due to the prevention of annual



**Table 1. Demographics of the participants.**

	CoV		non-CoV	
	Yes n (%)	No n (%)	Yes n (%)	No n (%)
Having Chronic Disease	7 (15.6)	38 (84.4)	6 (10.5)	51 (89.5)
Overtime Requesting of Chief	7 (15.6)	38 (84.4)	7 (12.3)	50 (87.7)
Satisfaction from Salary	9 (20.0)	36 (80.0)	13 (22.8)	44 (77.2)
Satisfaction from Working Conditions	20 (44.4)	25 (55.6)	25 (43.9)	32 (56.1)
	X±SD*		X±SD*	
Experience (year)	3.5±3.0		3.3±3.1	
Daily working time (hour)	8.1±1.0		7.8±1.3	
Weekly working time (hour)	41.1±11.6		39.0±7.3	
Number of treated patients (Weekly)	23.2±19.1		24.0±16.9	

\*No differences between group (p>0.05).

**Table 2. Pandemic-Associated Participants' Stress Factors.**

Pandemic-Associated Stress Factors	X±SD	High Stress n (%)
Anxiety about being infected	2.5±0.5	98 (96.1)
Anxiety about infecting family members	2.6±0.5	100 (98.0)
Lack of knowledge about infectiveness and virulence	1.2±0.9	39 (38.2)
Lack of knowledge about prevention and protection	1.3±1.0	53 (51.9)
Feeling of being protected by national government	1.2±0.8	29 (28.4)
Feeling of being protected by healthcare systems	1.6±1.2	57 (55.9)
Increased workload	0.8±0.8	16 (15.7)
Physical exhaustion	2.1±0.7	76 (74.5)
Mental exhaustion	1.8±0.7	60 (58.8)
Sleep Difficulties	1.4±0.8	40 (39.2)
Feeling of being isolated and shunned by others	1.3±0.6	38 (37.2)
Feeling obligated to go to work	0.6±1.0	22 (21.6)
Increased childcare burden	1.1±0.7	23 (22.5)
Feeling mission-driven to work	1.2±0.9	37 (36.3)
Financial worries	2.0±0.8	74 (72.5)

**Table 3. Differences of Maslach Burnout Inventory results between groups.**

	CoV	non-CoV	
	X±SD	X±SD	
Maslach Burnout Inventory			
Emotional Exhaustion	19.8±6.8	19.5±7.2	0.85
Depersonalization	6.3±3.8	6.4±3.6	0.83
Personal Accomplishment	20.7±4.5	22.2±5.3	0.12

Table 4. Correlations between Maslach Burnout Inventory and pandemic related stress factors.

	CoV			non-CoV		
	EE r	DP r	PA r	EE r	DP r	PA r
Anxiety about being infected	0.05	-0.13	0.10	0.01	0.09	0.13
Anxiety about infecting family members	0.30*	0.04	-0.10	0.10	0.10	-0.13
Lack of knowledge about infectiveness and virulence	-0.30*	-0.12	0.05	-0.13	-0.07	-0.01
Lack of knowledge about prevention and protection	-0.35*	-0.09	0.24	-0.10	-0.06	-0.23*
Feeling of being protected by national government	-0.08	0.07	0.15	0.01	0.09	-0.08
Feeling of being protected by healthcare systems	-0.27*	-0.11	0.05	-0.01	0.01	-0.16
Increased workload	-0.07	-0.08	0.21	-0.19	-0.06	-0.19
Physical exhaustion	-0.27*	-0.22	0.29*	-0.11	-0.09	-0.17
Emotional exhaustion	0.01	-0.08	0.28*	0.07	0.13	-0.04
Sleep Difficulties	0.13	-0.02	-0.01	0.12	0.05	0.02
Feeling of being isolated and shunned by others	-0.03	0.18	0.01	0.06	0.07	0.11
Feeling obligated to go to work	-0.06	0.05	0.07	-0.09	-0.01	-0.01
Increased childcare burden	0.05	-0.01	-0.04	-0.07	0.00	-0.12
Feeling mission-driven to work	-0.08	-0.14	0.17	0.06	-0.11	-0.11
Financial worries	-0.15	-0.14	0.01	0.15	0.00	-0.03

\*p<0.05, r: Pearson's correlation coefficient. EE: Emotional Exhaustion. DP: Depersonalization. PA: Personal Accomplishment.

Table 5. Odds ratio (OR) between level of pandemic related stress factors and exposure degree of Covid-19.

Pandemic Related Stress Factors	Stress Level	CoV	non-CoV	OR (95% CI)	p	Eta
Feeling of being protected by healthcare systems	Low	15 (14.7%)	30 (29.4%)	2.22 (0.99-4.99)	0.05	0.19
	High	30 (29.4%)	27 (26.5%)			
Feeling obligated to go to work	Low	31 (30.4%)	50 (49%)	3.22 (1.17-8.87)	0.02	0.23
	High	14 (13.7%)	7 (6.9%)			
Feeling mission-driven to work	Low	24 (23.5%)	41 (40.2%)	2.24 (0.98-5.10)	0.05	0.19
	High	21 (20.6%)	16 (15.7%)			

leaves and resignation.

The burnout of healthcare professionals who work exclusively with COVID-19 patients are higher than non-workers.<sup>25</sup> In this respect, our results differ from the literature because we could not detect a significant difference between the groups. For instance, Paniak et al.<sup>26</sup> said that COVID-19 increased the work-related burnout of physiotherapists in Poland. However, they emphasized that the effect of social isolation and other factors on this increase should be examined in more detail. Revda reported that doctors who were actively fighting the epidemic had lower levels of burnout and the

probable reason is a sense of sanctity attribution to their work.<sup>27</sup> In another study, it was reported that 54.4% of nurses experienced moderate burnout during the epidemic.<sup>28</sup> The vast majority of the participants in our study were working in the field of pediatric and orthopedic rehabilitation. Although the risk of transmission is always present, not working directly with COVID-19 patients may not have affected burnout as much as expected. In addition, the professional experience years of the participants were not excessive. This situation reduces the effect of burnout risk due to years on the results of this paper.

Long shifts, lack of support, sleep problems, and exposure to COVID-19 of healthcare workers increase their burnout levels.<sup>29</sup> Our results showed a moderate positive correlation between EE and DP scores of physiotherapists who had a high relationship with COVID-19, while there was a moderate negative relationship between PA. At the same time, we noticed a low correlation between their physical burnout and personal achievements. It was reported that in a study, nurses who work in COVID-19 team had moderate/high-level EE, DP and PA during the epidemic period. In addition, it was stated that there was a moderate correlation between DP and EE, and a very low relationship between PA and EE-DP. Similarly, the participants had a strong correlation between EE and anxiety, and a moderate correlation between DP and anxiety. Also, individuals with high family support had low EE, DP scores and high PA scores.<sup>30</sup> Another study found that more than half of nurses experienced high levels of emotional exhaustion. In the same study, 52% of the nurses had moderate depersonalization and 12.5% had high level personal achievement.<sup>31</sup> Barelo et al.<sup>32</sup> conducted a study with health professionals. According to this, it was underlined that occupational-related deterioration in people's private lives and excessive risk at work affected their emotional exhaustion during the COVID-19 epidemic. The fact that health care workers feel at risk and occupational-based deterioration in their private lives cause depersonalization. Mosheva et al.<sup>33</sup> reported that increased workload was associated with increased anxiety. In another study, a strong relationship was reported between the quality of life and burnout of health workers working during the epidemic.<sup>34</sup> Our results showed that there were no major differences between our groups according to burnout. In this respect, we obtained different results from the literature. Although the participants were healthcare workers in our groups, almost all of them did not work directly with patients with corona virus. However, burnout levels were high in both groups and there was no difference between the groups. We think that the possible reason is due to the working conditions of our sample. Our participants may have been indirectly affected by the pandemic as healthcare workers, not directly. In addition, the depersonalization score

of the physiotherapists was pleasingly low. Because physiotherapists stay with patients for longer periods, unlike other healthcare professionals. This situation makes patient-physiotherapist relations more emotional and causes an increase in empathy.

#### **Limitations**

This study included several limitations. Firstly, the number of physiotherapists who directly followed COVID-19 patients was very small and the majority of the participants were working in pediatric rehabilitation. This situation was caused by due to the low number of physiotherapists employed in respiratory departments and intensive care units in many hospitals. Secondly, although the forms are filled online, most of the invited individuals had not respond. Nevertheless, to the best of our knowledge this is the first article examining the stress factors experienced by physiotherapists during the pandemic in Turkey. At the same time, the burnout status of physiotherapists was also examined.

#### **Conclusion**

As a result of the study, it was detected that physiotherapists have high perceptions of emotional exhaustion and personal achievements. On the contrary, it was observed that the insensitivity of physiotherapists was low in depersonalization. For researchers, it will be an example and guide for future studies to improve the emotional and psychological problems experienced by physiotherapists in their professional lives.

---

**Acknowledgement:** *None*

**Authors' Contributions:** **EŞ:** Conceptualization, project administration, case referral; **SK:** literature search, data analysis/interpreting, writing; **AT:** data collecting, data analysis/interpreting, writing; **ŞD:** literature search, case referral, data collecting; **AYÖ:** study design, data analysis/interpreting, writing.

**Funding:** *None*

**Conflicts of Interest:** *None*

**Ethical Approval:** The protocol of the present study was approved by Marmara University Faculty of Health Sciences Non-Invasive Clinical Studies Ethics Committee (issue: 28.01.2021/17 date: 28.01.2021).

## REFERENCES

1. Velavan TP, Meyer CG. The COVID-19 epidemic. *Trop Med Int Heal.* 2020;25:278–280.
2. C Coşkun H, Yıldırım N, Gündüz S. The spread of COVID-19 virus through population density and wind in Turkey cities. *Sci Total Environ.* 2021;751:141663.
3. Corrado B, Ciardi G, Fortunato L, et al. Burnout syndrome among Italian physiotherapists: a cross-sectional study. *Eur J Physiother.* 2019;21:240–245.
4. Gisbert MFS, Garcés De Los Fayos Ruiz EJ, Montesinos MDH. Burnout in Spanish physiotherapists. *Psicothema.* 2008;20:361–368.
5. Nowakowska-Domagala K, Jablkowska-Górecka K, Kostrzanowska-Jarmakowska L, et al. The interrelationships of coping styles and professional burnout among physiotherapists: a cross-sectional study. *Medicine (Baltimore).* 2015;94:e906.
6. Carmona-Barrientos I, Gala-León FJ, Lupiani-Giménez M, et al. Occupational stress and burnout among physiotherapists: a cross-sectional survey in Cadiz (Spain). *Hum Resour Health.* 2020;18:91.
7. Śliwiński Z, Starczyńska M, Kotela I, et al. Life satisfaction and risk of burnout among men and women working as physiotherapists. *Int J Occup Med Env Heal.* 2014;27:400–412.
8. Klaber Moffett JA, Richardson PH. The influence of the physiotherapist-patient relationship on pain and disability. *Physiother Theory Pr.* 1997;13:89–96.
9. Chukhraev N, Vladimirov A, Zukow W, et al. Combined physiotherapy of anxiety and depression disorders in Dorsopathy patients. *J Phys Educ Sport.* 2017;17:414–417.
10. Engbers L, Bloo H, Kleissen R, et al. Development of a teleconsultation system for communication between physiotherapists concerning children with complex movement and postural disorders. *J Telemed Telecare.* 2003;9:339–343.
11. Ergin C. Maslach Tükenmişlik Ölçeğinin Türkiye sağlık personeli normları. *3P Derg.* 1996;4:28–33.
12. Topak ZO, Karan CB, Toktaş SN, et al. The comparison of burnout levels in a group of medical students in the learnings process: does the process of medical education change the burnout levels. *Klin Psikiyatr.* 2015;18:90–96.
13. Imai H, Matsuishi K, Ito A, et al. Factors associated with motivation and hesitation to work among health professionals during a public crisis: a cross sectional study of hospital workers in Japan during the pandemic. *BMC Public Health.* 2010;10:1–8.
14. Dorman-Ilan S, Hertz-Palmor N, Brand-Gothelf A, et al. Anxiety and depression symptoms in COVID-19 isolated patients and in their relatives. *Front Psychiatry.* 2020;11:581598.
15. Huo L, Zhou Y, Li S, et al. Burnout and its relationship with depressive symptoms in medical staff during the COVID-19 epidemic in China. *Front Psychol.* 2021;12:616369.
16. Ilgın B, Aytar A. Pandemi sürecinde hastanede çalışan fizyoterapistlerin mesleki tükenmişlik, yorgunluk ve mental sağlıkları arasındaki ilişki. *J Health Pro Res.* 2021;4:71–78.
17. Roslan NS, Yusoff MSB, Asrenee AR, et al. Burnout prevalence and its associated factors among Malaysian healthcare workers during COVID-19 pandemic: An embedded mixed-method study. *Healthcare.* 2021;9:90–109.
18. Jácome C, Seixas A, Serrão C, et al. Burnout in Portuguese physiotherapists during COVID-19 pandemic. *Physiother Res Int.* 2021;26:e1915.
19. Dobson H, Malpas CB, Burrell AJC, et al. Burnout and psychological distress amongst Australian healthcare workers during the COVID-19 pandemic. *Australas Psychiatry.* 2021;29:26–30.
20. Kerlin MP, McPeake J, Mikkelsen ME. Burnout and joy in the profession of critical care medicine. *Crit Care.* 2020;24:1–6.
21. Pavlakakis A, Raftopoulos V, Theodorou M. Burnout syndrome in Cypriot physiotherapists: a national survey. *BMC Health Serv Res.* 2010;10:1–8.
22. Tigli A. Fizyoterapistlerde empati becerisinin mutluluk ve tükenmişlik düzeyi ile ilişkisi. *OPUS JSR.* 2019;14:1011–1024.
23. Yasacı Z, Mustafaoğlu R, Zirek E, et al. Fizyoterapistlerin mezuniyet sonrası aldığı eğitim, iş doyumu ve mesleki tükenmişlik düzeylerinin araştırılması. *MBD.* 2017;6:719–729.
24. Tarakçı E., Tütüncüoğlu F, Tarakçı D. Özel eğitim ve rehabilitasyon alanında çalışan meslek elemanlarının öz-yeterlilik ve tükenmişlik düzeylerinin incelenmesi. *Fizyoter Rehabil.* 2012;23:26–35.
25. Ruiz-Fernández MD, Ramos-Pichardo JD, Ibáñez-Masero O, et al. Compassion fatigue, burnout, compassion satisfaction and perceived stress in healthcare professionals during the COVID-19 health crisis in Spain. *J Clin Nurs.* 2020;29:4321–4330.
26. Pniak B, Leszczak J, Adamczyk M, et al. Occupational burnout among active physiotherapists working in clinical hospitals during the COVID-19 pandemic in south-eastern Poland. *Work.* 2021;68:285–295.
27. Dinibutun SR. Factors associated with burnout among physicians: An evaluation during a period

- of COVID-19 pandemic. *J Heal Leadersh.* 2020;12:85–94.
28. Inocian EP, Cruz JP, Saeed Alshehry A, et al. Professional quality of life and caring behaviours among clinical nurses during the COVID-19 pandemic. *J Clin Nurs.* 2021;1:1–13.
  29. Amanullah S, Shankar RR. The impact of COVID-19 on physician burnout globally: A review. *Healthcare (Basel).* 2020;8:421–432.
  30. Hu D, Kong Y, Li W, et al. Frontline nurses' burnout, anxiety, depression, and fear statuses and their associated factors during the COVID-19 outbreak in Wuhan, China: A large-scale cross-sectional study. *EClinicalMedicine.* 2020;24:100424.
  31. Jose S, Dhandapani M, Cyriac MC. Burnout and resilience among frontline nurses during COVID-19 pandemic: A cross-sectional study in the emergency department of a tertiary care center. *Indian J Crit Care Med.* 2020;24:1081–1088.
  32. Barello S, Palamenghi L, Graffigna G. Stressors and resources for healthcare professionals during the COVID-19 pandemic: lesson learned from Italy. *Front Psychol.* 2020;11:2179.
  33. Mosheva M, Hertz-Palmor N, Dorman Ilan S, et al. Anxiety, pandemic-related stress and resilience among physicians during the COVID-19 pandemic. *Depress Anxiety.* 2020;37:965–971.
  34. Çelmeçe N, Menekay M. The effect of stress, anxiety and burnout levels of healthcare professionals caring for COVID-19 patients on their quality of life. *Front Psychol.* 2020;11:597624.

## ORIGINAL ARTICLE

# Elit sporcularda anaerobik kapasite, anaerobik güç, yorgunluk indeksi ve fonksiyonel performansın karşılaştırılması

Gülşah BAŞANDAÇ<sup>1</sup>, Gülşah BARGİ<sup>2</sup>, Volga BAYRAKCI TUNAY<sup>3</sup>

**Amaç:** Wingate anaerobik güç testi (WAGT) ve dikey sıçrama testleri (DST) elit sporcularda kısa süreli kas gücünü değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak dört farklı branştan (voleybol, badminton, halter, tekvando) elit sporcularda WAGT ve DST sonuçlarındaki farklılıklar henüz bilinmemektedir. Bu sebeple bu çalışmada dört farklı branştan elit sporcularda WAGT ve DST sonuçlarının karşılaştırılması amaçlandı.

**Yöntem:** Çalışmaya voleybol (n=16), badminton (n=19), halter (n=16) ve tekvando (n=17) branşlarından elit sporcular dahil edildi. Anaerobik zirve güç, anaerobik ortalama güç ve yorgunluk indeksi değerleri bisiklet ergometresinde (Monark 834 E, İsveç) 30 sn. WAGT ile ölçüldü. Sporcuların fonksiyonel performansları DST ile Optojump Next® cihazı (Microgate, Bolzano, İtalya) kullanılarak değerlendirildi.

**Bulgular:** Vücut ağırlığı ve skuat sıçrama güç değerleri gruplar arasında benzerdi ( $p>0,05$ ). Voleybol branşındaki sporcularda anaerobik zirve güç ( $1-\beta=0,99$ ), anaerobik ortalama güç ( $1-\beta=0,89$ ) ve aktif sıçrama güç değerleri; badminton branşındaki sporcularda yaş ve yorgunluk indeksi değerleri ve halter branşındaki sporcularda boy uzunluğu değeri diğer branşlara göre daha düşüktü ( $p<0,05$ ). Ayrıca halter branşındaki sporcularda vücut kütle indeksi ve yorgunluk indeksi değerleri diğer branşlara göre daha yüksek idi ( $p<0,05$ ).

**Sonuç:** Voleybol, badminton, halter ve tekvando spor branşlarındaki elit yetişkin sporcuların kısa süreli maksimal anaerobik efora gösterdikleri kassal maksimal güç, dayanıklılık, yorgunluk yanıtı ve fonksiyonel performansları branşlara göre önemli farklılıklar göstermektedir. Elit sporcularda spora özel en iyi performansı elde edebilmek için anaerobik güç ve fonksiyonel performans WAGT ve DST ile düzenli olarak takip edilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Fiziksel Fonksiyonel Performans, Spor, Sporcu, Voleybol, Yorgunluk.

## Comparison of anaerobic capacity, anaerobic power, fatigue index and functional performance in elite athletes

**Purpose:** Wingate anaerobic power test (WAPT) and vertical jump tests (VJT) are widely used to evaluate short-term muscle power in elite athletes. However, the differences in WAPT and VJT results in elite athletes from four different branches (volleyball, badminton, weightlifting, taekwondo) are not yet known. Therefore, in this study, we aimed to compare WAPT and VJT results in elite athletes from four different branches.

**Methods:** Elite athletes from volleyball (n=16), badminton (n=19), weightlifting (n=16) and taekwondo (n=17) branches were included in the study. Anaerobic peak power, anaerobic average power and fatigue index values were measured using 30 sec. WAPT on a bicycle ergometer (Monark 834 E, Sweden). The functional performances of the athletes were evaluated with VJT by using Optojump Next® machine (Microgate, Bolzano, Italy).

**Results:** Body weight and squat jump power values were similar between the groups ( $p>0,05$ ). Anaerobic peak power ( $1-\beta=0,99$ ), anaerobic average power ( $1-\beta=0,89$ ) and active jump power values of athletes in volleyball; age and fatigue index values of athletes in badminton and height value of athletes in weightlifting were lower compared to other branches ( $p<0,05$ ). In addition, body mass index and fatigue index values of athletes in weightlifting were higher than the other branches ( $p<0,05$ ).

**Conclusion:** The muscular maximal power, endurance, fatigue response shown to short-term maximal anaerobic effort and functional performances of the elite adult athletes in volleyball, badminton, weightlifting, and taekwondo sports branches show substantial differences according to the branches. Anaerobic and functional performance should be followed-up regularly with WAPT and VJT to achieve the best performance specific to sports in elite athletes.

**Keywords:** Physical Functional Performance, Sport, Athlete, Volleyball, Fatigue.

1: PT Academy, İstanbul, Türkiye.

2: İzmir Democracy University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, İzmir, Türkiye.

3: Hacettepe University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Ankara, Türkiye.

Corresponding Author: Gulsah Bargi: gulsahbargi@gmail.com

ORCID IDs (order of authors): 0000-0002-0474-8281;0000-0002-5243-3997;0000-0002-0946-9484

Received: June 6, 2022. Accepted: June 16, 2022.



**B**ireysel bir dövüş sanatı olan tekvando sporunda ortaya çıkarılan hareketlerde vücuttaki bütün kas ve eklemler kullanılır.<sup>1,2</sup> Tekvando yapan bir sporcunun başarılı olabilmesi için vücut ağırlığı düşük, anaerobik ve aerobik kapasitesi yüksek ve kas kuvveti de iyi düzeyde olmalıdır.<sup>3</sup> Ayrıca özellikle sıçrayarak vurma, savunma, saldırı ve kontra ataklarda tekvando yapan sporcularda iyi bir performans için anaerobik güç çok önemlidir.<sup>4</sup> Genel vücut kuvveti ve anaerobik gücün önemli olduğu bir diğer spor dalı halterdir. Halterciler özellikle kuvvet ve dayanıklılık gibi biyomotor özelliklerin yanı sıra bu spora özel bir lokomotor sisteme de sahip olmalıdırlar.<sup>5</sup> Sıçrama sporu olarak bilinen voleybolda, voleybolcuların iyi vuruşlar yapabilmeleri için patlayıcı güç, aerobik zindelik ve çabuk yer değiştirme gibi biyomotor özelliklere sahip olmaları gerekir. Ayrıca dikey sıçrama, reaksiyon zamanı, anaerobik güç ve sürat gibi biyomotor özelliklerin geliştirilmesi ile voleybolda başarı elde edilmektedir.<sup>6,7</sup> Badminton branşında ise sporcular yüksek şiddetli, kısa süreli ve aralıklı hareketler yaparlar. Müsabakalarda badminton branşındaki sporcular kısa dinlenme periyodları dışında kısa süreli ve yüksek şiddetli hareketler yaparak yüksek performanslı bir oyun sergilerler. Badminton oyunu sırasındaki aralıklı hareketler için hem aerobik (%60-70) hem de anaerobik (%30) enerji sistemleri kullanılır. Dolayısıyla oldukça da hızlı oynanan bir oyun olan badmintonda sporcular dayanıklılık, patlayıcı güç ve çeviklik gibi biyomotor özelliklere sahip olmalıdırlar.<sup>8</sup>

Tekvando, halter, voleybol ve badminton spor branşlarının her birinde anaerobik güç ve kapasite gereksinimi ön plandadır. Bu sebeple hem atletik performansı geliştirmek hem de spora özgü yaralanmalardan korunabilmek için bu branşlarda özelleşen sporcularda kısa süreli kas gücünü objektif ve geçerli yöntemlerle düzenli aralıklarla değerlendirerek takip etmek gerekir. Elit sporcularda anaerobik kapasitenin yorumlanmasında Wingate anaerobik güç testi (WAGT) ve fonksiyonel performansın pratik olarak değerlendirilmesinde dikey sıçrama testleri (DST) yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>9</sup> Güvenilir, objektif ve geçerli bir test olan WAGT anaerobik performansdaki değişime hassastır. Otuz saniyelik WAGT sırasında sporcuların her beş saniyede anaerobik güç çıkışının ortalama

değeri, anaerobik zirve güç ve anaerobik ortalama güç değerleri hesaplanır. Bu sayede anaerobik egzersiz performansı hakkında laboratuvar ortamında değerli bilgiler elde edilmiş olur.<sup>10</sup> Çeşitli sporlarda fonksiyonel performansın laboratuvar ortamı dışında pratik olarak sahalarda ölçümü gerekebilmektedir. Bu sebeple kullanımı güvenilir ve geçerli olan DST yaygın olarak kullanılır.<sup>11,12</sup> Sıçrama testleri, elektronik ölçüm aletleri (temas matları, kuvvet platformları, fotoseller, vb.) veya pratik saha testleri (Abalakov testi, Sargent sıçrama testi, vb.) kullanılarak değerlendirilebilmektedir.<sup>11,12</sup> Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, anaerobik kapasitenin ön planda olduğu çeşitli spor branşlarında ve elit sporcularda (voleybol, futbol, basketbol, tenis, yüzme, zumba, kros koşu, fitness, eskrim, halter, güreş, tekvando, dağcı, yüksek eğitimli kadınlar, vb.) laboratuvar ve sahada yapılan anaerobik güç ve kapasite ölçümlerinin sonuçları ve bu sonuçların hem birbirleriyle hem de cinsiyet, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, vücut kütle indeksi, yağsız vücut kütlesi gibi özelliklerle ilişkileri gösterilmiştir.<sup>9,13-20</sup> Ayrıca karate branşında olan sporculara göre tekvandoda olan sporcularda sıçrama yüksekliği, anaerobik zirve güç, anaerobik ortalama güç ve anaerobik minimal güç değerlerinin daha fazla olduğu bilinmektedir.<sup>19</sup> Aynı şekilde badminton ve tenis branşındaki sporcularda da anaerobik performans WAGT ile karşılaştırılmış ancak bu iki gruptaki sporcuların performansları benzer bulunmuştur.<sup>20</sup> Anaerobik performansa ait genel becerilere sahip olmanın tekvando, halter, voleybol ve badminton gibi spor branşlarında önemli olduğu bilinse de bu spor branşlarına göre anaerobik performans açısından farklılıklar yeterince bilinmemektedir. Spor branşları arasındaki bu farklılıklar açığa çıktıkça farklı branşlarındaki sporcularda en iyi performansın ortaya çıkması ve spora özel yaralanmaların önüne geçilebilmesi için branşa özel antrenman programları ve rehabilitasyon uygulamalarına yön verilebilecektir. Bu sebeple bu çalışmada voleybol, badminton, halter ve tekvando spor branşlarındaki elit sporcularda WAGT ve DST ile değerlendirilen anaerobik ve fonksiyonel performans sonuçlarının karşılaştırılması amaçlandı.

## YÖNTEM

İleriye dönük kesitsel olarak planlanan bu çalışmaya Ocak 2018 ile Ocak 2019 tarihleri arasında PT Akademi, İstanbul'a yönlendirilen elit sporculardan çalışmaya katılmaya gönüllü olanlar dahil edildi. Sporcular için dahil edilme ölçütleri; 18-25 yaş aralığında olmak, en az beş yıl profesyonel spor geçmişi olmak ve tekvando, halter, voleybol ve badminton branşlarından birinde elit sporcu olmaktı. Son üç ay içerisinde kolumna vertebralis ve ekstremitelere ait herhangi bir patolojik durumu olan veya kolumna vertebralis ve ekstremitelere ait son üç ay içerisinde geçirilmiş herhangi bir cerrahi işlemi olan elit sporcular çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışma 21.11.2017 tarihinde Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından GO 17/908-38 karar numarası ile onaylandı. Helsinki bildirgesi ve iyi klinik uygulama kılavuzu rehberliğinde gerçekleştirilen bu çalışmaya katılan sporculardan aydınlatılmış onam alındı.

Test uygulaması için sporculardan hareketlerini kısıtlamayan rahat şort, tişört ve spor ayakkabısı giymeleri istendi. Ayrıca ısınma yapmadan testlere gelmeleri ve test uygulanmadan en az 2-3 saat önce yemek yemiş olmaları gerektiği hakkında da önceden bilgi verildi. Değerlendirmelere gelen elit sporcuların demografik bilgileri (yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi, cinsiyet) kaydedildikten sonra sporcularda anaerobik ve fonksiyonel performansa yönelik olarak WAGT ve DST birer saat arayla uygulandı. Rasgele sırayla değerlendirilen sporculara önce DST sonra WAGT yapıldı. Test esnasında ihtiyaç olması halinde sporculara şeker ve su desteği verildi.

Bilgisayara bağlı uyumlu bir yazılımla (SMI OptoSensor 2000 ve Wingate Power Software Program) çalışan bisiklet ergometresinde (Monark 834 E, İsveç) 30 saniyelik WAGT elit sporcuların anaerobik performansı değerlendirildi. Her sporcu için teste başlamadan önce bisiklet ergometresinde sele ile gidon ayarlaması yapıldı. Sabit yük ise her sporcu için vücut ağırlığının kilogramı başına 75 gr. yani en yüksek mekanik gücü sağlayacak şekilde ayarlandı. Daha sonra test,

sporcuların 130-150 rpm pedal hızına ulaşmaları için 3-4 saniyelik yüksüz pedal çevirme ile başlatıldı. Ardından sporculardan maksimal istemli performans ile toplam 30 saniye boyunca yüklü pedal çevirme hızlarını sürdürmeleri istendi. Bu test sırasında maksimal efor için sporculara standart sözel cesaretlendirme yapıldı. Test boyunca pedal hızı ve test parametreleri ile ilgili hesaplamalar bilgisayara bağlı olan fotosel aracılığıyla kaydedildi.<sup>21</sup> Bu testten anaerobik zirve güç, anaerobik ortalama güç ve yorgunluk indeksi değerleri elde edildi. Birimi vücut ağırlığı (kilogram) başına watt'tır (W/kg). Türk popülasyonunda güvenilir ve geçerli bulunan WAGT'den elde edilen bu parametreler kasın maksimal gücü, dayanıklılığı ve yorgunluğu hakkında detaylı bilgiler vermektedir.<sup>22,23</sup> Ayrıca WAGT'den elde edilen yüksek puanlar sporcunun yüksek anaerobik yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.<sup>22</sup>

Bu çalışmada dikey sıçrama testlerinden skuat sıçrama ve aktif sıçrama testleri kullanıldı. Sıçrama testlerinden önce sporcular ısınma programına alındı. Dikey sıçrama testleri Optojump Next® cihazıyla (Microgate, Bolzano, İtalya) değerlendirildi. Fotosel sistemi olan Optojump Next® cihazı kuvvet plakları ölçümüyle dikey sıçrama yüksekliğini tahmin etmektedir. Dikey sıçrama testlerinde yaygın olarak kullanılan bu cihaz geçerli ve güvenilirdir.<sup>9,11</sup> Aktif sıçrama testi için sporcular elleri belde ve dizleri tam ekstansiyonda olacak şekilde vücudunu dik pozisyonda tuttuğu başlangıç pozisyonuna alındı. Ardından, sporcudan maksimal hızla çömelipl dikey olarak sıçraması istendi. Aktif sıçrama ile skuat sıçrama testleri arasında sporculara 4-5 dk. dinlenme süresi verildi. Skuat sıçrama testi için sporcu elleri belde ve dizleri 90° fleksiyonda (gonyometre ile doğruluğu kontrol edilen skuat pozisyonu) olacak şekilde başlangıç pozisyonuna alındı. Ardından, sporcudan elleri belindeyken dizlerini tekrar kırmadan dikey olarak sıçraması istendi. Her bir sıçrama testi üç defa tekrarlandı, her deneme arasında da sporculara 1 dk. dinlenme süresi verildi ve bu sıçramalarda elde edilen en iyi sıçrama değeri analizlerde kullanıldı. Elde edilen sonuçlar sayı birimleri kullanılarak güç değeri olarak (W/kg) sunuldu.<sup>11</sup>

### İstatistiksel analiz

Anaerobik performans göstergelerindeki



değişimin %5 Tip-1 hata ve en fazla %80 güç ile istatistik olarak anlamlı düzeyde gösterilebilmesi için örneklem büyüklüğü her bir gruba en az 15 elit sporcu şeklinde hesaplandı. Tüm analizler SPSS 15.0 programı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) araştırıldı. Tanımlayıcı analizler frekans (n), yüzde (%), ortalama (x), standart sapma (ss), ortalama fark, %95 güven aralığı (%95GA) ve U değerleri ile sunuldu. Dört branşa göre normal dağılan değişkenlerin karşılaştırılmasında tek yönlü ANOVA, normal dağılmayan değişkenlerin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis ve kategorik değişkenlerin karşılaştırılması için Ki-kare testleri kullanıldı. Varyansların homojenliği Levene testi ile değerlendirildi. Varyansları homojen olan değişkenlerin p değerinin 0,05'in altında olması istatistiksel anlamlı olarak değerlendirildi ve gruplar arasında anlamlı farklılık bulunan durumlarda ikişerli post-hoc karşılaştırmalar Tukey testi kullanılarak yapıldı. Varyansları homojen olmayan vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi ve anaerobik zirve güç değişkenleri Welch ANOVA kullanılarak karşılaştırıldı. Bu analizde p değerinin 0,05'in altında olması istatistiksel anlamlı olarak değerlendirildi ve gruplar arasında anlamlı farklılık bulunan durumlarda ikişerli post-hoc karşılaştırmalar Tamhane T2 testi kullanılarak yapıldı. Kruskal-Wallis testinde istatistiksel anlamlı bulunan parametreler için ikişerli karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi ile yapıldı ve Bonferroni düzeltmesi kullanılarak yorumlandı. Grupların örneklem büyüklüğü ( $n_{voleybol}=16$ ,  $n_{badminton}=19$ ,  $n_{halter}=16$ ,  $n_{tekvando}=17$ ) ve 0,05  $\alpha$  değeri, 0,50 etki büyüklüğü ile sporcular arasındaki farkı tespit etmek için anaerobik performans sonuç ölçümleri ile ilgili değişkenler kullanılarak çalışmadan sonra güç analizi (G\*Power 3.0.10 sistemi) yapıldı. Güç analizi sonuçları da post-hoc güç ( $1-\beta$ ) olarak sunuldu.<sup>24</sup> Hata olasılığı  $p<0,05$  olarak kabul edildi.

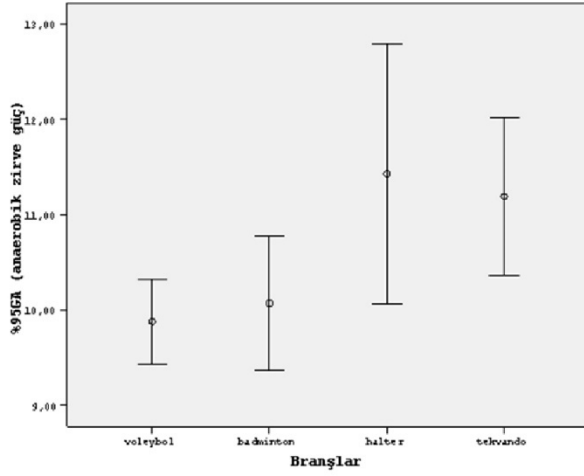
## BULGULAR

Çalışmaya voleybol branşından 16 (%23,53), badmintondan 19 (%27,94), halterden 16 (%23,53) ve tekvandodan 17 (%25) sporcu

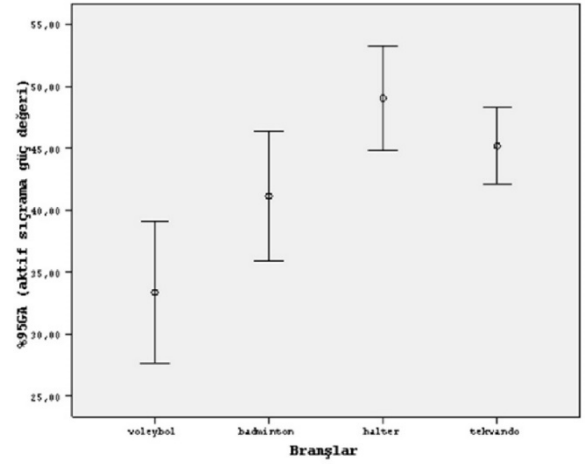
dahil edildi. Tablo 1'de elit sporcuların özellikleri verildi. Voleybol branşındaki sporcularda anaerobik zirve güç ( $1-\beta=0,99$ ), anaerobik ortalama güç ( $1-\beta=0,89$ ) ve aktif sıçrama güç değerleri; badminton branşındaki sporcularda yaş ve yorgunluk indeksi değerleri ve halter branşındaki sporcularda boy uzunluğu değeri diğer branşlara göre daha düşüktü ( $p<0,05$ ). Ayrıca halter branşındaki sporcularda vücut kütle indeksi ve yorgunluk indeksi değerleri diğer branşlara göre daha yüksekti ( $p<0,05$ ). Diğer branşlardan farklı olarak voleybol branşındaki sporcuların tamamı kadındı ( $p<0,05$ ) (Tablo 1). Spor branşları arasında vücut ağırlığı ve skuat sıçrama güç değerleri arasında fark bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 1).

Boy uzunluğu değerinde bulunan istatistiksel anlamlılık, Tukey testine göre halter grubunun voleybol (ortalama fark (cm): -15,75), badminton (ortalama fark (cm): -8,57) ve tekvando (ortalama fark (cm): -16,06) grupları arasındaki istatistiksel farktan kaynaklanmaktadır ( $p<0,05$ ) (Tablo 1). Anaerobik zirve güç değerinde bulunan istatistiksel anlamlılık, Tamhane T2 testine göre voleybol grubunun tekvando (ortalama fark (W/kg): -1,31) grubuyla arasındaki istatistiksel farktan kaynaklanmaktadır ( $p<0,05$ ) (Tablo 1, Şekil 1). Anaerobik ortalama güç değerinde bulunan istatistiksel anlamlılık, Tukey testine göre voleybol grubunun tekvando (ortalama fark (W/kg): -1,14) grubuyla arasındaki istatistiksel farktan kaynaklanmaktadır ( $p<0,05$ ) (Tablo 1, Şekil 2). Yorgunluk indeksi değerinde bulunan istatistiksel anlamlılık, Tukey testine göre halter grubunun voleybol (ortalama fark (%): 13,45) ve badminton (ortalama fark (%): 19,31); badminton grubunun ise halter (ortalama fark (%): -19,31) ve tekvando (ortalama fark (%): -10,94) grupları arasındaki istatistiksel farktan kaynaklanmaktadır ( $p<0,05$ ) (Tablo 1, Şekil 3).

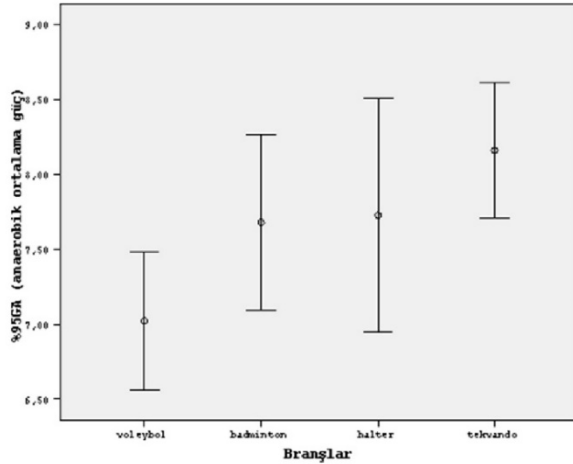
Yaş değerinde bulunan istatistiksel anlamlılık, Mann-Whitney U testi ve Bonferroni düzeltmesine göre badminton grubunun halter (U değeri: 50,50) grubuyla arasındaki istatistiksel farktan kaynaklanmaktadır ( $p=0,001$ ) (Tablo 1). Vücut kütle indeksi değerinde bulunan istatistiksel anlamlılık, Mann-Whitney U testi ve Bonferroni düzeltmesine göre halter grubunun voleybol (U değeri: 52,  $p=0,004$ ) ve tekvando (U değeri: 39,  $p<0,001$ ) grupları arasındaki istatistiksel



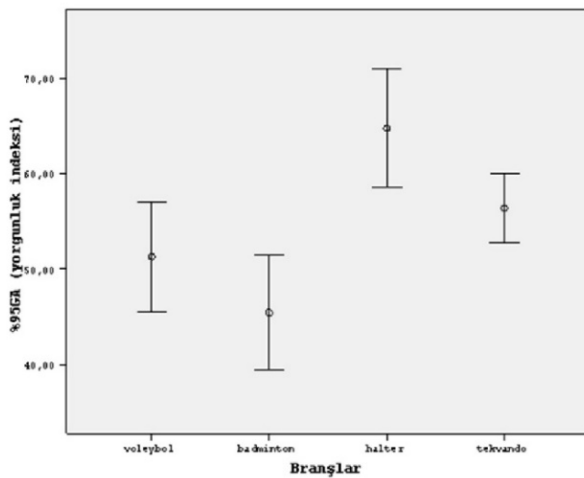
Şekil 1. Spor branşlarına göre anaerobik zirve güç değerleri.



Şekil 4. Spor branşlarına göre aktif sıçrama güç değerleri.



Şekil 2. Spor branşlarına göre anaerobik ortalama güç değerleri.



Şekil 3. Spor branşlarına göre yorgunluk indeksleri.

farktan kaynaklanmaktadır (Tablo 1). Aktif sıçrama güç değerinde bulunan istatistiksel anlamlılık, Mann-Whitney U testi ve Bonferroni düzeltmesine göre voleybol grubunun halter (U değeri: 29) ve tekvando (U değeri: 39) grupları arasındaki istatistiksel farktan kaynaklanmaktadır ( $p < 0,001$ ) (Tablo 1, Şekil 4).

## TARTIŞMA

Dört farklı spor branşından sporcuların anaerobik ve fonksiyonel performans sonuç ölçümleri açısından karşılaştırıldığı çalışmamızın en önemli sonuçları şu şekildedir: i) Çalışmanın post-hoc gücü oldukça yüksek bulundu (anaerobik zirve güç: %99, anaerobik ortalama güç: %89) bulundu, ii) Genç yaş grubundaki yetişkin elit sporcular çalışmaya dahil edilmiş olmasına rağmen spor branşlarındaki sporcuların yaş, boy uzunluğu ve vücut kütle indeksi değerleri farklılık gösterdi, iii) Diğer branşlara göre badminton branşındaki sporcular en düşük halter branşındaki sporcular ise en yüksek yaş ortalamasına sahiplerdi, iv) Diğer branşlara göre halter branşındaki sporcular en düşük boy uzunluğu ve en yüksek vücut kütle indeksi ortalamasına sahiplerdi, v) Voleybol, badminton, halter ve tekvando spor branşlarındaki elit sporcularda kasın maksimal gücünün, dayanıklılığının ve yorgunluğunun farklılık gösterdiği tespit edildi, vi) Voleybol, badminton, halter ve tekvando spor branşlarında vücut ağırlığı ve skuat sıçrama güç değerleri benzerdi, vii) Anaerobik zirve ve

Tablo 1. Elit sporcuların özelliklerinin spor branşlarına göre karşılaştırılması.

	Voleybol (N=16) X±SD	Badminton (N=19) X±SD	Halter (N=16) X±SD	Tekvando (N=17) X±SD	p
Cinsiyet (n (%))					
Kadın	16 (100)	11 (57,9)	6 (37,5)	7 (41,2)	0,001*
Erkek	- (0)	8 (42,1)	10 (62,5)	10 (58,8)	
Yaş (yıl)	22±4,16	20,26±1,88 <sup>§</sup>	24,38±3,38	21,88±2,78	0,009 <sup>§</sup>
Vücut ağırlığı (kg)	68,9±6,97	64,18±11,38	67,33±16,45	67,30±12,33	0,543
Boy uzunluğu (cm)	178,06±6,46	170,88±9,02	162,31±9,44*	178,38±10,64	<0,001*
Vücut kütle indeksi (kg/m <sup>2</sup> )	21,69±1,52	21,84±2,58	25,26±4,14 <sup>§</sup>	20,98±1,88	0,003 <sup>§</sup>
Anaerobik zirve güç (W/kg)	9,88±0,83 <sup>#</sup>	10,07±1,47	11,43±2,56	11,19±1,62	0,015 <sup>#</sup>
Anaerobik ortalama güç (W/kg)	7,02±0,87*	7,68±1,21	7,73±1,47	8,16±0,88	0,046*
Yorgunluk indeksi (%)	51,33±10,81	45,47±12,37*	64,78±11,58*	56,41±7,14	<0,001*
Skuat sıçrama güç değeri (W/kg)	35,08±10,63	39,73±10,45	44,71±6,85	41,95±6,30	0,052
Aktif sıçrama güç değeri (W/kg)	33,38±10,68 <sup>§</sup>	41,15±10,84	49,06±7,93	45,18±6,06	<0,001 <sup>§</sup>

Ki-kare testi, p<0,05. \*ANOVA ve Tukey testi, p<0,05\*. <sup>#</sup>Welch ANOVA, Tamhane T2 testi, p<0,05\*. <sup>§</sup>Kruskal-Wallis testi, p<0,05\*.

ortalama güç değerleri voleybol branşındaki sporcularda diğerlerine göre daha düşük bulundu, viii) Yorgunluk indeksi değeri diğer branşlardaki sporculara kıyasla badminton branşındaki sporcularda daha düşük ve halter branşındakilerde de daha yüksek bulundu, ix) Aktif sıçrama güç değeri voleybol branşındaki sporcularda daha düşük bulundu.

Yapılan spor tipine bağlı olarak sporcular arasında vücut ağırlığı, boy uzunluğu, yağsız vücut kütlesi ve cinsiyet dağılımı yönünden bazı doğal farklılıklar görülebilmektedir.<sup>14,25</sup> Çalışmamızda da benzer olarak anaerobik kapasitenin ön planda olduğu voleybol, badminton, halter ve tekvando spor branşlarındaki sporcuların cinsiyet, yaş, boy uzunluğu ve vücut kütle indeksi değerlerinin farklılık gösterdiği bulundu. Voleybol branşındaki sporcuların tamamı kadındı. Badminton branşındaki yetişkin elit sporcuların yaş ortalaması diğerlerinden daha düşükken, halter branşındaki sporcuların daha yüksekti. Ayrıca Özder vd.<sup>25</sup> sonucuna benzer olarak halter branşındaki elit sporcuların boy uzunluğu diğer sporculara göre daha düşükken vücut kütle indeksi değerleri daha yüksekti. Bu durum ağırlık kaldırma sporlarında beklenen bir sonuçtur. Farklı spor branşlarında gelişim gösteren sporcular kendilerine özgü temel ve

biyomotor değerler sergileyebilmektedir.<sup>25</sup> Bu sebeple, özellikle gelişme çağındaki olan sporcu seçimlerinde ve sporcunun fonksiyonel performansını artırmada bu farklılıklara dikkat edilmelidir.

WAGT, hem anaerobik performansı objektif ve güvenilir bir şekilde değerlendirmek hem de kısa süreli supramaksimal egzersize verilen yanıtları analiz etmek için kullanılmaktadır.<sup>21</sup> Çalışmamızda voleybol, badminton, halter ve tekvando spor branşlarındaki elit sporcularda WAGT ile ölçülen anaerobik performansın farklılık gösterdiği bulundu. Anaerobik zirve ve ortalama güç değerleri voleybol branşındaki sporcularda diğerlerine göre kayda değer derecede daha düşük bulundu. Yorgunluk indeksi değeri de diğer branşlardaki sporculara kıyasla badminton branşındaki sporcularda daha düşük ve halter branşındaki sporcularda da daha yüksek bulundu. Diğer bir deyişle voleybol sporcularının kısa süreli kassal maksimal gücü ve dayanıklılığı önemli ölçüde badminton, halter ve tekvando branşlarındaki sporculara göre daha azdı; en az kassal yorgunluk badminton sporcularında en fazla kassal yorgunluk da halter sporcularında görüldü. Kadın voleybol sporcularında anaerobik ve fonksiyonel performansı araştıran çalışmalarda voleybol

sporcularının anaerobik zirve güç, anaerobik ortalama güç, yorgunluk indeksi ve skuat sıçrama değerleri çalışmamızdaki voleybol sporcularından daha düşük bildirilmiştir.<sup>9,13</sup> Bu fark çalışmamızdaki sporcularda kassal yorgunluk daha fazla olduğundan sporcularımızın kendilerini WAGT sırasında daha fazla zorlamış olmalarına yani daha fazla maksimal efor çıkarmış olmalarına bağlanabilir. Bu sebeple, fizyoterapistler, voleybol antrenörleri ve fitness eğitmenleri voleybol sporcularını hem ölçümlerle takip ederken hem de bu sporcuların antrenmanları sırasında kısa süreli kas gücünü düzenli aralıklarla değerlendirmelidirler. Uygun laboratuvar ortamı varsa WAGT yoksa bu testle pozitif yönde orta ve iyi derecede anlamlı korelasyonu olan DST kullanılarak kısa süreli kas gücü ve yorgunluğu ölçülerek anaerobik ve fonksiyonel performans takip edilebilir.<sup>14,17</sup> Ayrıca anaerobik kapasitenin sportif performansla olan doğrudan etkisi sebebiyle bu sporcuların kısa süreli kas gücünü geliştirmeye yönelik uygun egzersiz eğitimleri sporcuların programlarına eklenebilir.<sup>17</sup>

Birçok spor branşında yaygın olarak yapılan hareketlerden olan dikey sıçramanın test edilmesi ile elde edilen atlama yüksekliği fonksiyonel performansı gösteren önemli bir parametredir.<sup>26</sup> Çalışmamızda voleybol, badminton, halter ve tekvando spor branşlarında skuat sıçrama güç değerlerinin benzer olduğu ancak aktif sıçrama güç değerinin voleybol branşındaki sporcularda diğerlerine kıyasla daha düşük olduğu tespit edildi. Önceki çalışmalarda sıçrama testlerinin güç değerleri yerine cm cinsinden sıçrama yüksekliğinin sunulması tercih edilmiştir.<sup>9,13,16</sup> Diğer yünden çeşitli spor branşlarında DST ile WAGT arasında doğrusal iyi ve anlamlı bir ilişki tespit edildiğinden bu testlerin birbiri yerine anaerobik performansı değerlendirme açısından uygun olduğu da bildirilmektedir.<sup>9,14,17</sup> Ayrıca halter branşında anaerobik zirve güç ve sıçrama yüksekliğinin halter performansı için en güçlü belirleyici olduğu da bildirilmektedir.<sup>18</sup> Dolayısıyla bu testlerin genç kadın haltercilerde halter performansını izlemek için kullanılması gerektiği bildirilmektedir.<sup>18</sup>

Son yıllarda yayınlanan bir çalışmada karate branşındaki sporculara göre tekvando branşındaki sporcuların sıçrama yüksekliği, anaerobik zirve güç, anaerobik ortalama güç ve

minimal güç değerlerinin daha fazla olduğu gösterilmiştir.<sup>19</sup> Ancak bu çalışmada değerlendirilen tekvando sporcularının değerleri çalışmamızda yer alan tekvando sporcularının değerlerinden daha düşüktür. Bu fark çalışmamıza daha yüksek sayıda sporcu dahil etmiş olmamızdan ve sporcuların maksimal efor için kendilerini daha çok zorlamış olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Diğer yünden bu çalışmanın sonuçlarına<sup>19</sup> benzer olarak çalışmamızda da tekvando branşındaki sporcuların anaerobik zirve güç ve anaerobik ortalama güç değerleri diğer sporculara göre yüksektir. Bu farklılığa spor branşları arasındaki müsabaka sürelerinin farklı olması, branşlara yönelik farklı antrenman programları ve eğitim yöntemleri ile farklı fiziksel gereklilikler sebep olmuş olabilir. Badminton ve tenis branşındaki sporcuların anaerobik performanslarının karşılaştırıldığı başka bir çalışmada anaerobik zirve güç, anaerobik ortalama güç ve dikey sıçrama yüksekliği değerleri benzer bulunmuştur.<sup>20</sup> Bu çalışmadaki badminton sporcularının değerleri çalışmamızdaki badminton sporcularının değerleriyle benzerdir. Çalışmamızda, bu çalışmanın sonuçlarından<sup>20</sup> farklı olarak diğer branşlara kıyasla badminton sporcularında maksimal anaerobik testi takiben kassal yorgunluk daha az miktarda oluşmuştur. Bu durum farklı antrenman ve vuruş teknikleriyle yapılan spor tipine bağlı olabilir.

#### **Limitasyonlar**

Bu çalışmada anaerobik kapasitenin kullanıldığı spor branşları dahil edilmiştir. Ancak bu spor branşlarının aerobik kapasiteyi kullanan spor branşlarına göre anaerobik ve fonksiyonel performans farklılıkları araştırılmamıştır. İleri çalışmalarda araştırılmasını önermekteyiz. Bir diğer çalışmamızın kısıtlılığı olabilecek durum cinsiyetin anaerobik performans üzerine olabilecek etkileridir. Voleybol branşındaki sporcularımızın kadınlardan oluşması sonuçları etkilemiş olabilir. Bu sebeple ileri çalışmalarda gruplara benzer oranlarda kadın ve erkeklerin dahil edilmesini önermekteyiz.

#### **Sonuç**

Yüksek post-hoc güç ile voleybol, badminton, halter ve tekvando spor branşındaki sporcuların anaerobik ve fonksiyonel performans sonuç ölçümlerini karşılaştırdığımız çalışmamızda bu spor branşları arasında önemli

farklılıklar olduğu gösterildi. Halter branşındaki sporcuların boy uzunluğu daha düşüktür, vücut kütle indeksi daha yüksektir. Bu branşlar arasında kısa süreli maksimal anaerobik efora gösterilen kassal maksimal güç, dayanıklılık ve oluşan yorgunluk yanıtı da farklılık göstermektedir. Voleybol branşındaki kadın sporcularda kassal maksimal güç, dayanıklılık ve fonksiyonel performans diğerlerine göre daha düşüktür. Kısa süreli maksimal efora en az yorgunluk yanıtı veren spor branşı badminton, en fazla yanıt veren de halterdir. Bu farklar dikkate alındığında elit sporcuların değerlendirme, takip ve eğitimlerinde spora özel en iyi performansı elde edebilmek ve yaralanmaları önleyebilmek için anaerobik ve fonksiyonel performansın WAGT ve DST ile takip edilmesini önermekteyiz.

**Teşekkür:** Yazarlar, çalışmaya katılarak destek olan tüm sporculara ve antrenörlerine teşekkür ederler.

**Yazarların Katkı Beyanı:** **GB:** Konsept gelişimi, çalışma tasarımı, proje yönetimi, veri toplama ve işleme, veri analizi, literatür araştırması, olguların sağlanması, ekipmanın sağlanması, yazma, kritik gözden geçirme; **GB:** Konsept/fikir gelişimi, çalışma tasarımı, veri analizi, literatür araştırması, yazma, kritik gözden geçirme; **VBT:** Konsept/fikir gelişimi, çalışma tasarımı, proje yönetimi, veri toplama, veri yorumlama, literatür araştırması, olguların sağlanması, ekipmanın sağlanması, yazma, kritik gözden geçirme

**Finansal Destek:** Yok

**Çıkar Çatışması:** Yok

**Etik Onay:** Bu araştırma protokolü Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (sayı: GO 17/908-38 , tarih: 21.11.2017) tarafından onaylandı).

## KAYNAKLAR

- Schlüter-Brust K, Leistenschneider P, Dargel J, et al. Acute injuries in Taekwondo. *Int J Sports Med.* 2011;32:629-634.
- Tel M. Bir spor dalı olarak taekwondo. *e-Journal of New World Sciences Academy Health Sciences.* 2008;3:194-202.
- Heller J, Peric T, Dlouhá R, et al. Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *J Sports Sci.* 1998;16:243-249.
- Boyalı E, Görücü A, Çakmakçı E. Kuvvet antrenmanlarının 18-22 yaş erkek taekwondoculara anaerobik güce etkisi. *S.Ü. BES Bilim Dergisi.* 2008;10:36-44.
- Bompa TO, Buzzichelli CA. *Periodization: Theory and Methodology of Training.* United States: Human kinetics; 2018.
- Koç H, Aslan CS. Erkek hentbol ve voleybol sporcularının seçilmiş fiziksel ve motorik özelliklerinin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi.* 2010;12:227-231.
- Şimşek B, Tuncel F, Ertan H, et al. Farklı lig kategorilerindeki bayan voleybol oyuncularının seçilmiş fiziksel uygunluk parametrelerinin değerlendirilmesi. *GaziBESBD.* 2005;3:29-38.
- Phomsoupha M, Laffaye G. The science of badminton: game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. *Sports Med.* 2015;45:473-495.
- Nikolaidis PT, Afonso J, Clemente-Suarez VJ, et al. Vertical jumping tests versus Wingate anaerobic test in female volleyball players: the role of age. *Sports (Basel).* 2016;4:9.
- Petr M, Stastny P, Pecha O, et al. PPARA intron polymorphism associated with power performance in 30-s anaerobic Wingate Test. *PLoS One.* 2014;9:e107171.
- Glatthorn JF, Gouge S, Nussbaumer S, et al. Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *J Strength Cond Res.* 2011;25:556-560.
- Sattler T, Sekulic D, Hadzic V, et al. Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1532-1538.
- Nikolaidis PT, Gkoudas K, Afonso J, et al. Who jumps the highest? Anthropometric and physiological correlations of vertical jump in youth elite female volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017;57:802-810.
- Krawczyk M, Pocięcha M, Koziol P, et al. Jumping test for assessing peak power in female volleyball and football players. *Women Sport Phys Act J.* 2021;29:87-94.
- Baker UC, Heath EM, Smith DR, et al. Development of Wingate Anaerobic Test norms for highly-trained women. *JEPonline.* 2011;14:68-79.
- Küçükkuş N, Günay A, Löküoğlu B, et al. Relationship between body composition, vertical jump, 30m sprint, static strength and anaerobic power for athletes. *ISJETS.* 2019;5:68-78.
- Krishnan A, Sharma D, Bhatt M, et al. Comparison between Standing Broad Jump test and Wingate test for assessing lower limb anaerobic power in elite sportsmen. *Med J Armed Forces India.* 2017;73:140-145.

18. Ulupınar S, İnce İ. Prediction of competition performance via commonly used strength-power tests in junior female weightlifters. *J Sports Med Phys Fitness*. 2021;29:309-317.
19. Alp M, Gorur B. Comparison of explosive strength and anaerobic power performance of taekwondo and karate athletes. *EduLearn*. 2020;9:149-155.
20. Yaprak Y. A comparison of anaerobic performance of sub-elite tennis and badminton players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2020;6:157-167.
21. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med*. 1987;4:381-394.
22. Koşar ŞN, Hazır T. Wingate anaerobik güç testinin güvenilirliği. *SBD*. 1994;7:21-30.
23. Bediz CŞ, Gökbel H. Wingate test. *Spor Hekimliği Dergisi*. 1994;29:119-134.
24. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, et al. G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007;39:175-191.
25. Özder A, Gültekin T, Koca B, et al. Elit erkek sporcularda vücut oranlarının karşılaştırılması. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2003;1:63-67.
26. Gore CJ. *Physiological Tests for Elite Athletes*. Champaign IL: Human Kinetics; 2000.

## ORIGINAL ARTICLE

# Validity of the Gross Motor Function Measurement in a sample of Turkish Children with Neurofibromatosis Type 1

Özge ÇANKAYA<sup>1</sup>, Sinem Asena SEL<sup>2</sup>, Gökçe GÜRLER<sup>3</sup>, Hira ALTUNBÜKER<sup>3</sup>,  
Banu ANLAR<sup>4</sup>, Mintaze KEREM GÜNEL<sup>5</sup>

**Purpose:** Muscle weakness and delays in motor development are more common problems in children with neurofibromatosis type 1. Gross Motor Function Measurement-88 is widely used tool to evaluate motor functions in children with developmental disabilities. We aimed to investigate validity of the Gross Motor Function Measurement-88 in a sample of Turkish children with neurofibromatosis type 1.

**Methods:** Aged between 5 to 17 years 40 children (20 male/20 female) with neurofibromatosis type 1 participated in this study. To assess validity of Gross Motor Function Measurement-88, Manual Muscle Test was done seven muscle groups in upper and lower limbs bilaterally by a physical therapist.

**Results:** The mean age was 9.7±3.81 years. A positive moderate to strong correlation was found between Manual Muscle Test and Gross Motor Function Measurement-88 subdomains ( $r=0.317-0.668$ ;  $p<0.05$ ).

**Conclusion:** Gross Motor Function Measurement-88 is a valid measurement for evaluating gross motor functions in children with neurofibromatosis type 1. Identifying motor developmental delays in children with neurofibromatosis type 1 will be a guide for establishing early intervention programs and determining symptom-specific rehabilitation goals. We recommend the use of Gross Motor Function Measurement-88 in children with neurofibromatosis type 1 for evaluating gross motor function.

**Keywords:** Neurofibromatosis, Validity, Physical therapy.

## Nörofibromatosis Tip 1 tanılı Türk çocukları örnekleminde Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü'nün geçerliliği

**Amaç:** Kas güçsüzlüğü ve motor gelişimdeki gecikmeler nörofibromatosis tip 1 olan çocuklarda sık görülen problemlerdir. Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88, gelişim geriliği olan çocuklarda motor fonksiyonları değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir araçtır. Bu çalışmanın amacı tip 1 nörofibromatosisli Türk çocuklarından oluşan bir örnekleminde Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88'in geçerliliğini araştırmaktır.

**Yöntem:** Bu çalışmaya nörofibromatosis tip 1 olan 5 ile 17 yaş arası 40 çocuk (20 erkek/20 kız) katıldı. Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88'in geçerliliğini değerlendirmek için Manuel Kas Testi, fizyoterapist tarafından üst ve alt ekstremitelerde yedi kas grubuna bilateral olarak yapıldı.

**Bulgular:** Yaş ortalaması 9,7±3,81 yıldır. Manuel Kas Testi ve Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88 alt boyutları arasında pozitif yönde orta ile güçlü korelasyon bulundu ( $r=0.317-0.668$ ;  $p<0.05$ ).

**Sonuç:** Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88, nörofibromatosis tip 1 tanılı çocuklarda kaba motor fonksiyonların değerlendirilmesi için geçerli bir ölçümdür. Nörofibromatosis Tip 1'li çocuklarda motor gelişimsel gecikmelerin belirlenmesi, erken müdahale programlarının oluşturulması ve semptomla özgü rehabilitasyon hedeflerinin belirlenmesi için bir rehber olacaktır. Kaba motor fonksiyonu değerlendirmek için Nörofibromatosis tip 1 tanılı çocuklarda Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88'in kullanılmasını öneriyoruz.

**Anahtar kelimeler:** Nörofibromatosis, Geçerlilik, Fizyoterapi.

1: Kütahya University of Health Sciences, Faculty of Health Sciences, Dept. of Physical Therapy and Rehabilitation, Kütahya, Türkiye.

2: Hacettepe University, Institute of Health Sciences Ankara, Türkiye.

3: Hacettepe University, Faculty of Medicine Ankara, Türkiye.

4: Hacettepe University, Faculty of Medicine Department of Paediatric Neurology, Ankara, Türkiye.

5: Hacettepe University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Ankara, Türkiye.

Corresponding Author: Sinem Asena Sel: sinem.sel4@gmail.com

ORCID IDs (order of authors): 0000-0002-2116-8924;0000-0001-6409-5414;0000-0003-3073-4438;0000-0002-1556-

3477;0000-0001-6727-6229;0000-0003-4942-5272

Received: May 7, 2021. Accepted: June 17, 2022.



**N**eurofibromatosis type 1 (NF1) is a rare autosomal dominant disorder that affects multiple organ systems. The average prevalence of NF1 is 1/3000-3500. Clinical features include neurofibromas or nerve sheath tumors, skin pigmentary abnormalities, low-grade gliomas and skeletal dysplasia, as well as the involvement of numerous other organ systems are of the NF1.<sup>1</sup>

The condition may gradually progress over lifetime, although the specific manifestations, rate of progression and severity of complications vary widely. At present, no cure is available, and clinical management is typically limited to surveillance and symptomatic treatment, usually surgical or symptomatic treatments for particular complications such as physiotherapy, speech therapy, or medication for pain or attention deficit.<sup>2,3</sup>

Common motor problems reported in children with NF1 are delay in motor development, muscle weakness, and tone abnormalities.<sup>1,2</sup> Movement Assessment Battery for Children version 1 and 2 (M-ABC-1 and 2)<sup>2</sup> (3 years to 16 years 11 months) and Bayley Scales of Infant Development-III (BSID-III)<sup>4</sup> (0 to 42 months) were used to assess mental and motor skill development in children with NF1. But these assessment tools are not validated in children with NF1 and age ranges are not comprehensive for motor assessment. The Gross Motor Function Measurement (GMFM) (5 months to 16 years of age) is a detailed test measuring motor functions and an optimal one for assessing functional mobility in children with neurological conditions.<sup>5</sup> It was first created for children with cerebral palsy (CP).<sup>5</sup> The GMFM evaluates motor function and activity in children with CP<sup>6</sup> and the only one assessment tool has Turkish version.<sup>7</sup> Until now GMFM's validity and reliability was shown in children with different types of disabilities such as Down syndrome (DS)<sup>8</sup>, spinal muscular atrophy (SMA)<sup>9</sup>, cerebral visual impairment (CVI)<sup>10</sup>, Fukuyama-type congenital muscular dystrophy (FCMD).<sup>11</sup> It was found only valid in traumatic brain injury (TBI) and its reliability has not been investigated.<sup>12</sup> However, to our knowledge, no validation study has been reported on GMFM in children with NF1. Therefore, we aimed to investigate the validity of the GMFM in a sample of Turkish children with NF1.

## METHODS

### Study design

This study was designed as a psychometric evaluation study.

### Setting and participants

The study was conducted between April 2018 and April 2020. Ethical approval was obtained from Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee (GO 17/935-10), date: 02.01.2018 according to the Declaration of Helsinki.

Children between 5-17 years of age diagnosed with NF1 according to National Institutes of Health (NIH) criteria.<sup>13</sup> Who had no additional neurological or metabolic disease, any condition that would prevent testing such as severe vision, hearing, or communication problems, and who agreed to participate in the study were included. Written consent was obtained from the families and children. All children were evaluated by a pediatric neurologist before the physiotherapy assessments.

### Assessments

Sociodemographic characteristics (age, sex) of the children with NF1 were recorded.

*Gross Motor Function Measurement (GMFM):* GMFM is a widely used scale developed by Palisano et al<sup>4</sup> to evaluate and follow-up the evolution of the gross motor functions of children with CP. GMFM is a valid and reliable scale.<sup>5</sup> Its validity and reliability have been determined in several neuromotor diseases such as DS. There are two versions of the GMFM. The GMFM-88 is the original 88-item measure and GMFM-66 is a 66-item subset of the original 88 items. Items span the spectrum of gross motor activities in five dimensions: lying supine-prone (GMFM-A), sitting (GMFM-B), crawling (GMFM-C), standing (GMFM-D), walking, running and jumping (GMFM-E). GMFM is scored as four-point likert between "0" (cannot initiate) and "3" (completed) and calculated as percentage. The score of each section can be used alone or the total score can be calculated. The scale ranging from 0 to 100.<sup>4</sup> In this study the Turkish version of GMFM-88<sup>7</sup> was applied according to the previously translated manual by a 13-years experienced pediatric physiotherapist who had completed the one-day GMFM course. The



GMFM-88 was chosen because more detailed evaluation of motor function was required.

**The Manual Muscle Test (MMT):** It is a valid and reliable test used both in typically developing and disabled children worldwide. MMT's validity was shown in children with disabilities as Duchenne Muscular Dystrophy<sup>14</sup>, Spina Bifida<sup>15</sup> and CP in previous studies.<sup>16</sup> Muscle Test has also been used as a criteria in SMA validation of GMFM.<sup>8</sup> Additionally, manual muscle testing is an assessment method was used for children with NF1 before.<sup>17</sup> The measurement is made when the extremities and body complete the movement against gravity and resistance. There are different scoring systems in MMT. In this study, the "0" (no contraction) to "5" (completes the movement against gravity and takes maximum resistance) scale was applied according to the Medical Research Council.<sup>16</sup> Shoulder flexors, elbow flexors and extensor muscles in upper extremities and hip extensor, hip abductor, knee extensor muscles were selected for lower extremity. All muscles were evaluated in standardized test positions.

#### Statistical analysis

In the power analysis (80% power and 95% confidence interval), the number of individuals to be included in the study was determined as at least 40 individuals.

Software package program SPSS 23 (SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. IBM Corporation Armonk, NY, USA) was used for demographic data, and concurrent validity analysis.

Kolmogorov Smirnov test was performed to examine whether numerical variables were normally distributed. As a descriptive statistic in numerical variables, depending on nonparametric distribution median (minimum-maximum) values were used.

Concurrent validity was analyzed with Spearman's rho correlation coefficient between GMFM-88 subdomain scores and MMT ( $r=0.10-0.29$  as weak,  $r=0.30-0.49$  as moderate, and  $r\geq.50$  as strong correlation).<sup>18</sup>

## RESULTS

The study is completed with 40 children (20 male, 20 female) with NF1. The mean age of the

children was  $9.7\pm 3.81$  years. Descriptive of the GMFM and MMT is given in Table 1.

A positive moderate to strong correlation is found between MMT and GMFM-88 subdomains ( $r=0.317-0.668$ ;  $p<0.05$ ). There was a positive moderate to strong correlation between global GMFM score and shoulder flexors (left:  $r=0.668$ ,  $p<0.001$ ; right:  $r=0.604$ ,  $p<0.001$ ), elbow flexors (left:  $r=0.461$ ,  $p=.004$ ; right:  $r=0.550$ ,  $p<0.001$ ), elbow extensors (left:  $r=0.507$ ,  $p=0.001$ , right:  $r=0.575$ ,  $p<0.001$ ), hip extensors (left:  $r=0.587$ ,  $p<0.001$ , right:  $r=0.607$ ,  $p<0.001$ ), hip abductors (left:  $r=0.641$ ,  $p<0.001$ , right:  $r=0.650$ ,  $p<0.001$ ), knee extensors (left:  $r=0.336$ ,  $p=0.037$ , right:  $r=0.336$ ,  $p<0.037$ ). The correlation between MMT and GMFM-88 subdomains is given in the Table 2.

**Table 1. Descriptive of the Gross Motor Function Measurement-88 (GMFM-88) and Manuel Muscle Test (MMT) in children with neurofibromatosis type 1 (NF1).**

Muscles	Right	Left
	Median (min-max)	Median (min-max)
Shoulder flexor	4 (3-5)	4 (3-5)
Elbow flexor	5 (3-5)	5 (3-5)
Elbow extensor	5 (3-5)	5 (3-5)
Hip flexor	4 (2-5)	4 (2-5)
Hip extensor	3 (2-5)	3 (2-5)
Hip abductor	4 (2-5)	4 (2-5)
Knee extensor	5 (3-5)	5 (3-5)
	Median (min-max)	
GMFM-88		
GMFM-A	96 (92-100)	
GMFM-B	95 (90-100)	
GMFM-C	92.5 (85-100)	
GMFM-D	84.5 (69-100)	
GMFM-E	80,5 (61-100)	
GMFM-T	91.5 (83-100)	

GMFM: A) Lying and rolling, B) Sitting, C) Crawling and kneeling, D) Standing, E) Walking, running and jumping.

## DISCUSSION

Gross Motor Function Measurement was used in children with different neuromuscular diseases to evaluate motor functions and to monitor motor development. It has not

Table 2. Correlations between Gross Motor Function Measurement-88 (GMFM-88) subdomains and Manuel Muscle Test.

		GMFM-A	GMFM-B	GMFM-C	GMFM-D	GMFM-E	GMFM-T
<b>Right</b>							
Shoulder flexor	rho	0.485	0.511	0.512	0.591	0.648	0.668
	p	0.002*	0.001*	0.001*	<0.001	<0.001	<0.001
Elbow flexor	rho	0.443	0.525	0.508	0.329	0.458	0.461
	p	0.005*	0.001*	0.001*	0.044*	0.004*	0.004*
Elbow extensor	rho	0.402	0.508	0.495	0.454	0.511	0.507
	p	0.014*	0.001*	0.002*	0.005*	0.001*	0.001*
Hip flexor	rho	0.232	0.226	0.240	0.321	0.262	0.243
	p	0.155	0.166	0.141	0.046*	0.107	0.135
Hip extensor	rho	0.499	0.417	0.406	0.579	0.547	0.587
	p	0.001*	0.008*	0.010*	<0.001	<0.001	<0.001
Hip abductor	rho	0.463	0.443	0.437	0.655	0.596	0.641
	p	0.003*	0.005*	0.005*	<0.001	<0.001	<0.001
Knee extensor	rho	0.194	0.317	0.328	0.261	0.359	0.336
	p	0.236	0.050*	0.042*	0.109	0.025*	0.037*
<b>Left</b>							
Shoulder flexor	rho	0.439	0.459	0.460	0.499	0.577	0.604
	p	0.005*	0.003*	0.003*	0.001*	<0.001	<0.001
Elbow flexor	rho	0.514	0.594	0.579	0.424	0.548	0.550
	p	0.001*	<0.001	<0.001	0.006*	<0.001	<0.001
Elbow extensor	rho	0.508	0.594	0.582	0.530	0.573	0.575
	p	0.001*	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Hip flexor	rho	0.232	0.226	0.240	0.321	0.305	0.291
	p	0.155	0.166	0.141	0.046*	0.059	0.072
Hip extensor	rho	0.498	0.415	0.404	0.570	0.563	0.607
	p	0.001*	0.009*	0.011*	<0.001	<0.001	<0.001
Hip abductor	rho	0.442	0.414	0.408	0.618	0.617	0.650
	p	0.005*	0.009*	0.010*	<0.001	<0.001	<0.001
Knee extensor	rho	0.194	0.317	0.328	0.261	0.359	0.336
	p	0.236	0.050*	0.042*	0.109	0.025*	0.037*

\*p&lt;0.05. rho: Spearman's correlation coefficient. A) Lying and rolling, B) Sitting, C) Crawling and kneeling, D) Standing, E) Walking, running and jumping.

previously used in children with NF1, to our knowledge. In our preliminary study, we aimed to investigate the validity of the GMFM in a sample of Turkish children with NF1. According to our results GMFM has an acceptable concurrent validity in children with NF1.

We used MMT to evaluate validity of the GMFM. There was moderate to strong correlation ( $r=0.317-0.668$ ) between GMFM-88 dimensions and MMT. The biggest correlation was between hip abductor muscles and GMFM-D subdomain ( $r=0.655$ ). Also, it is found that proximal muscle groups in both upper and lower

limbs (especially in lower limbs) were weaker than other muscle groups according to MMT in children with NF1. Cornett et al.<sup>19</sup> investigated muscle weakness with 15 muscle groups in children with NF1 and stated reduced muscle force in all muscle groups ranging from 3% (tip pinch) to 43% (hip abductors) in children with NF1. Nelson et al.<sup>9</sup> investigated the validity of the GMFM-88 with muscle test in children with SMA. They included 40 children with SMA aged between 5-18 years in their study. Quantitative muscle testing was applied to bilateral grip, knee extension, knee flexion and elbow flexion

muscles. GMFM-88 was used as total score and percentage values were not calculated. The study showed the GMFM-88 was valid and sensitive in measuring motor function in children with SMA. Sato et al.<sup>11</sup> included 41 children with genetically diagnosed FCMD aged ranged 0.6–24.4 years in the validity and reliability study of GMFM-88. They stated GMFM-88 as a useful, valid and reliable measure as assessed by Spearman's correlation coefficient between GMFM-88 and Ueda classification score. Our study is similar to previous studies as sample size, age distribution and evaluation method. Russel et al.<sup>8</sup> studied the validity of GMFM-88 in 123 preschool children with DS assessed twice over a 6-month period, comparing with the motor scale of the Bayley Scales of Infant Development- second edition (BSID-II). They observed the GMFM-88 was relatively more sensitive to changes in gross motor function than the motor scale of the BSID-II, demonstrated better evidence of reliability and validity in children with DS. Linder-Lucht et al.<sup>11</sup> investigated the validity of GMFM-88 in 73 children and adolescents with TBI in a multicenter trial. They compared the parental scores, video assessments and physiotherapists' GMFM-88 scores for validity and examined test-retest reliability. They found the GMFM-88 is a reliable and valid measurement to evaluate gross motor function in children and adolescents with TBI. Salavati et al.<sup>9</sup> modified the GMFM-88 for children with both spastic CP and CVI: they showed GMFM-88 adapted for CVI is a useful and reliable instrument for pediatric physical therapists who work with CP.

In this study we aimed to investigate validity of the GMFM in children with NF1 and according to our results GMFM showed acceptable validity in children with NF1.

#### Limitations

This study has some limitations. First, all participants were between 5-17 years and ambulatory yet, it is recommended that in future studies younger age, different types of severity children with NF1 and different types of children with NF should be included. The second, MMT is a valid measurement for assessing muscle force but it is not detecting minimal differences. Further researches may be use hand held dynamometer to show minimal changes in muscle force. Third we only investigated GMFM-88 validity so in other

studies responsiveness and reliability of the GMFM-88 may be study in children with NF1.

#### Conclusion

The GMFM-88 is a valid measurement for evaluating gross motor functions in children with NF1. Identifying motor developmental delays in children with NF1 will be a guide for establishing early intervention programs and determining symptom-specific rehabilitation goals. We recommend the use of GMFM-88 in children with NF1 for evaluating gross motor function.

---

**Acknowledgement:** The authors are grateful to the children with NF1 for participating in the study.

**Authors' Contributions:** **ÖÇ:** Conceptualization, study design, data collection, data analysis/interpretation, literature search, writing; **SAS:** conceptualization, study design, data collection, data analysis/interpretation, literature search, writing; **GG:** conceptualization, data analysis/interpretation, literature search; **HA:** conceptualization, data analysis/interpretation, literature search; **BA:** conceptualization, supervision, critical review; **MKG:** conceptualization, study design, supervision, critical review.

**Funding:** *None*

**Conflicts of Interest:** *None*

**Ethical Approval:** The protocol of the present study was approved by Hacettepe Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee (issue: GO 17/935-10 date: 02.01.2018).

---

## REFERENCES

1. Gutmann DH, Ferner RE, Listernick RH, et al. Neurofibromatosis type 1. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:1-17.
2. Rietman AB, Oostenbrink R, Bongers S, et al. Motor problems in children with neurofibromatosis type 1. *J Neurodev Disord*. 2017;9:1-10.
3. Miller DT, Freedenberg D, Schorry E, et al. Health supervision for children with neurofibromatosis type 1. *Pediatric*. 2019;143.
4. Lorenzo J, Barton B, Acosta MT, et al. Mental, motor, and language development of toddlers with neurofibromatosis type 1. *J Pediatr*. 2011;158:660-665.
5. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, et al.

- Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997;39:214-223.
6. Lee BH. Relationship between gross motor function and the function, activity and participation components of the International Classification of Functioning in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2017;29:1732-1736.
  7. Kerem-Günel M. Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü (KMFÖ-66 & KMF88) Kullanıcı Kılavuzu. Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü (KMFÖ-66 & KMF88) Kullanıcı Kılavuzu, ed. M. Kerem-Günel. 2019, Ankara: Hipokrat.
  8. Russell D, Palisano R, Walter S, et al. Evaluating motor function in children with Down syndrome: validity of the GMFM. *Dev Med Child Neurol.* 1998;40:693-701.
  9. Nelson L, Owens H, Hynan LS, et al. The gross motor function measure™ is a valid and sensitive outcome measure for spinal muscular atrophy. *Neuromuscul Disord.* 2006;16:374-380.
  10. Salavati M, Krijnen WP, Rameckers EAA, et al. Reliability of the modified gross motor function measure-88 (GMFM-88) for children with both spastic cerebral palsy and cerebral visual impairment: a preliminary study. *Res Dev Disabil.* 2015;45:32-48.
  11. Sato T, Adachi M, Nakamura K, et al. The gross motor function measure is valid for Fukuyama congenital muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord.* 2017;27:45-49.
  12. Linder-Lucht M, Othmer V, Walther M, et al. Validation of the Gross Motor Function Measure for use in children and adolescents with traumatic brain injuries. *Pediatrics.* 2007;120:880-886.
  13. DeBella K, Szudek J, Friedman JM. Use of the national institutes of health criteria for diagnosis of neurofibromatosis 1 in children. *Pediatrics.* 2000;105:608-614.
  14. Florence JM, Pandya S, King WM, et al. Intrarater reliability of manual muscle test (Medical Research Council scale) grades in Duchenne's muscular dystrophy. *Phys Ther.* 1992;72:115-122.
  15. Mahony K, Hunt A, Daley D, et al. Inter-tester reliability and precision of manual muscle testing and hand-held dynamometry in lower limb muscles of children with spina bifida. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2009;29:44-59.
  16. Manikowska F, Chen BPJ, Józwiak M, et al. Validation of Manual Muscle Testing (MMT) in children and adolescents with cerebral palsy. *NeuroRehabilitation.* 2018;42:1-7.
  17. Helmers KM, Irwin KE. Physical therapy as conservative management for cervical pain and headaches in an adolescent with neurofibromatosis type 1: a case study. *J Neurol Phys Ther.* 2009;33:212-223.
  18. Akoglu H. User's guide to correlation coefficients. *Turk J Emerg Med.* 2018;18:91-93.
  19. Cornett KM, North KN, Rose KJ et al. Muscle weakness in children with neurofibromatosis type 1. *Dev Med Child Neurol.* 2015;57:733-736.