



Alt ekstremitte kas yorgunluğunun dengeye etkisi

Sevcan Ekizler, Nialian Osman, İbrahim S Aydın,
Aydın Aliosmanoğlu, Bilge Kara

[Ekizler S, Osman N, Aydın İS, Aliosmanoğlu A, Kara B. Alt ekstremitte kas yorgunluğunun dengeye etkisi. Fizyoter Rehabil. 2006;17(3):127-133.]

Research Report

Amaç: Bu çalışmada, sağlıklı kişilerde alt ekstremitte kas yorgunluğunun denge üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlandı. **Gereç ve yöntem:** Çalışmaya yaşları 19-25 yıl arasında olan 25 kadın, 30 erkek olmak üzere toplam 55 öğrenci alındı. Alt ekstremitte kas yorgunluğu Wingate anaerobik güç testi ile oluşturuldu. Wingate anaerobik güç testinden önce, sonra ve 5 dakika sonrasındaki denge, Modifiye Flamingo Denge Testi ile değerlendirildi. **Sonuçlar:** Tüm olguların Wingate anaerobik güç testi öncesi, sonrası ve 5 dakika sonrası yapılan denge testlerinde, test sonrası dengede kalma süresi, test öncesine göre anlamlı ölçüde azaldı. 5 dakikalık dinlenme sonrasında ise test öncesi dengede kalma süresinden daha uzun süre dengede kalındı ($p<0.05$). Denge testi sonuçları, olguların cinsiyetlerine göre değerlendirildiğinde, erkek olguların dengede kalma sürelerinin kadınlara göre daha fazla olduğu görüldü ($p<0.05$). **Tartışma:** Çalışmanın sonucunda, 19-25 yaş arası sağlıklı olgularda alt ekstremitte kas yorgunluğu ve cinsiyet farklılığının dengede kalma süresini etkilediği bulundu.

Anahtar kelimeler: Kas yorgunluğu, Denge, Cinsiyet.

Effects of muscle fatigue in the lower extremity on balance

Purpose: The aim of this study was to assess the effect of lower extremity muscle fatigue on balance in healthy subjects. **Materials and methods:** A total of 55 students (30 males, 25 females) with an age range of 19-25 years have been included in the study. Lower extremity muscle fatigue has been induced by Wingate anaerobic force test. Balance was measured with modified Flamingo balance test after, before and 5 minutes after Wingate anaerobic test. **Results:** In the balance tests performed before, after and 5 minutes after the Wingate anaerobic test, duration of balance recorded before the test significantly decreased when compared to time recorded after the test. After a period of 5 minute resting, balance was maintained significantly longer than that of recorded before the test ($p<0.05$). When the balance test results were evaluated according to the gender of subjects, balance duration of male subjects was longer than that of females. **Conclusion:** Lower extremity muscle fatigue and gender affects balance in healthy subjects aged between 19-25 years.

Key words: Muscle fatigue, Balance, Gender.

**S Ekizler, N Osman, İS Aydın,
A Aliosmanoğlu**

Dokuz Eylül University, School of
Physical Therapy and Rehabilitation,
İzmir, Turkey,
PT

B Kara

Dokuz Eylül University, School of
Physical Therapy and Rehabilitation,
İzmir, Turkey,
PT, PhD

Address correspondence to:

Dr. Fzt. Bilge Kara
Dokuz Eylül University, School of
Physical Therapy and Rehabilitation,
35340 İnciraltı, İzmir, Turkey
E-mail: bparlak@deu.edu.tr

Yorgunluk santral ve periferik olarak, farklı fizyolojik mekanizmaların kombinasyonu ile oluşur. Yorgunluk oluşturacak aktiviteler sonrası, diz ekleminde pozisyon duyusunda azalma, eklem laksitesinde artış, kas yanıtlarında gecikmeler meydana gelir. Eklem reseptörleri, kas içiği, golgi tendon organlarının aktivitesi azalır, dinamik eklem stabilitesinden sorumlu kas refleksi kaybolur ve kas reseptörlerinde pozisyon duyusuyla ilgili problemler görülür. Kas reseptörleri, eklem pozisyon hissini primer belirleyicisidir. Böylece yorgunluk sonrası pozisyon duyusu ile ilgili değişiklikler kas reseptör aktivitesindeki azalmaya bağlanabilir.¹ Bu mekanizma ile kas yorgunluğu, çalışma performansını, postural kontrol ve dengeyi olumsuz yönde etkiler. Yorgunluk oluşturacak aktiviteler sonrası sağlıklı kişilerde bilateral ya da tek ayak üzerinde dengeyi sağlanmasında bozulmalar meydana gelir.

Tek ayak üzerindeki hareket paternleri, iki ayak üzerinde duruştaki hareket paternlerine benzerlik gösterir. Diz yaralanmaları çoğunlukla tek ayak üzerinde ağırlık taşıma sırasında oluşur, bu nedenle literatürde tek ayak üzerinde dengede kalma ile ilgili çalışmalara daha çok yer verilmiştir.²⁻⁴

Kas yorgunluğu, tekrarlı kas kontraksiyonları sonrası ortaya çıkar, kasın gücünü ve gerilimini azaltır. Kas yorgunluğu metabolik veya nörolojik faktörlere bağlı olabilir.⁵ Yapılan çalışmalarda, kas yorgunluğunun, nöromusküler kontrolü içeren dengeyi olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir. Postural kontrol ya da dengeyi devam ettirmek, tüm fiziksel aktivitelerin temelini oluşturur; günlük yaşam aktivitelerini yerine getirme ve sürdürmede en önemli parametrelerden biridir.^{2,6,7}

Denge vücut, vücut segmentleri ve çevre arasındaki uygun ilişkiyi sürdürebilmek, bir aktivite yapılırken, vücudun gravite merkezini destek yüzeyi üzerinde tutabilmektir.¹

Dengenin devam ettirilmesinde görsel, vestibüler ve somatosensör (cilt, eklem kapsülü, ligamentler, kas içikleri) sistemlerin koordineli çalışması gereklidir. Kas yorgunluğu kas içiğinin uyarılma eşiğini artırarak, afferent iletiyi bozarak ve sonuçta eklem farkındalığını değiştirerek eklemin pozisyon ve kinestetik duyusunu

bozmaktadır. Bu nedenle, postural kontroldeki bozulmaların göstergesi olarak nöromusküler kontrol ve denge etkilenmektedir. Sağlıklı kişiler üzerinde yapılan çalışmalarda, kişisel ve çevresel faktörlerin postural stabiliteyi etkilediği belirtilmekle birlikte, kas yorgunluğunun oluşumunda cinsiyet farklılıklarının önemli olduğu vurgulanmaktadır.^{5,8-10}

Literatürde kas yorgunluğunun postural kontrol ve dengeye etkisi konusunda çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmalarda daha çok izokinetik cihazlar kullanılarak alt ekstremitelerde kas yorgunluğu oluşturulmuş; yorgunluğun postural kontrol ve denge üzerine olan etkisi ölçülmüştür.^{1,11,12}

Çalışmamızın amacı, bu çalışmalardan farklı olarak, sağlıklı bireylerde Wingate anaerobik test protokolünü kullanarak oluşturulan alt ekstremitelerde kas yorgunluğunun tek ayak üzerinde dengeyi nasıl etkilediğini görmektir.

Gereç ve yöntem

2005-2006 öğretim yılı bahar döneminde Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'na devam eden ve yaşları 19-25 yıl arasında değişen 27 kadın, 30 erkek olmak üzere toplam 57 öğrenci çalışmaya alındı. Kadın olgulardan ikisi alt ekstremitelerinde oluşan ağrı nedeniyle testi tamamlayamadı ve 55 olgunun sonuçları değerlendirildi. Çalışmaya katılmadan önce olgulara çalışmayla ilgili bilgilendirme formu dağıtıldı ve onam formu alındı. Araştırmaya katılmak isteyen olgular olasılıklı olmayan rasgele örnek seçme yöntemi ile seçilerek çalışmaya alındı.

Araştırmaya alınma kriterleri :

- <25 yaş
- Sağ alt ekstremitesi dominantlığı
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Araştırmaya alınmama kriterleri :

- Son 1 yıl içinde alt ekstremitelerde yaralanma öyküsünün varlığı
- Nörolojik problemlerin olması,
- Sistemik bir rahatsızlık (anemi, diyabet, vb.),
- Kronik baş dönmesi,

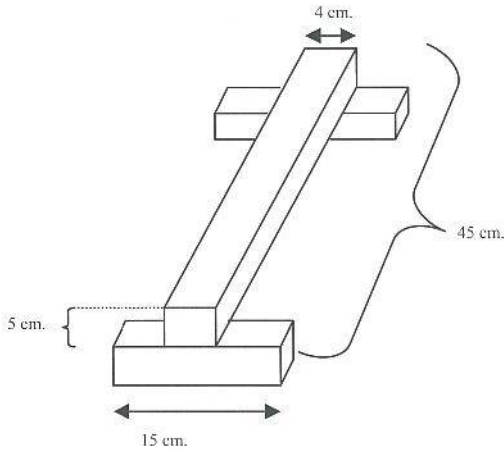
- Solunum sistemi hastalığı,
- Geçirilmiş kulak yolu enfeksiyonu,
- Sigara öyküsünün varlığı,
- Düzenli spor alışkanlığının olması (son 6 aydır haftada en az 2 gün),
- Son 24 saat içerisinde 2 saat sürekli yürümüş olmak,
- Son 24 saat içerisinde en az yarım saat herhangi bir spor aktivitesi yapmış olmak

Katılımcıların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, vücut kütle indeksi, dominant ekstremitesi) forma kaydedildi.

Ölçümler

Modifiye Flamingo denge testi:

Araştırmamızda denge ölçümü için modifiye Flamingo denge testi kullanıldı. Bu testte 4 cm eninde 5 cm kalınlığında ve 45 cm boyunda bir tahta ve bunun her iki ucuna dikey olarak sabitlenmiş 4 cm×4 cm×15 cm boyutlarında iki tahta ayağı olan özel bir platform kullanıldı (Şekil 1).¹³



Şekil 1. Modifiye Flamingo platformu.

Bu testte olguların, platformda tek ayak üzerinde kollar gövdeye bitişik pozisyonda olabildiğince uzun süre, gözler açık olarak dengede kalmaları istendi. Katılımcılar platform üzerinde pozisyonlandıktan sonra dengelerini sağlayıncaya kadar tek elleri ile araştırmacılarından yardım aldılar. Kollar gövde ile birleştiği anda süre başlatıldı. Kolların gövdeden ayrılması ve ayağın herhangi bir yere temas etmesi halinde test sonlandırıldı. Test maksimum 1 dk sürdürüldü. Denge testiyle

sağ alt ekstremitte üzerinde dengede kalma süresi ölçüldü.

Katılımcıların dengede kalma süreleri flamingo denge testi ile, Wingate anaerobik testi öncesi, sonrası ve 5 dk sonrası olmak üzere ölçüldü ve formlara kaydedildi. Her bir ölçüm 2 tekrarlı yapıldı ve bu ölçümlerden en yüksek olanı kaydedildi.

Wingate anaerobik test protokolü:

Araştırmamızda alt ekstremitte kas yorgunluğunu oluşturmak için Wingate anaerobik test protokolü ve Monark Ergonomic 874 marka bisiklet ergometresi kullanıldı. Wingate anaerobik testinin geçerlik, güvenilirlik çalışması Bar-Or tarafından 1987 yılında yapılmıştır, alt ekstremitte kas yorgunluğu oluşturmada etkisi kanıtlanmış bir testtir.¹⁴ Wingate anaerobik test protokolü, 30 sn maksimum hızla sabit bir kuvvete karşı ($kg \times 0.075$) bisiklet ergometresinde pedal çevirmeyi gerektirmektedir.^{15,16}

Olgularımız test öncesinde, denge değerlendirmesi için modifiye flamingo denge testi platformuna alındı ve iki tekrarlı olmak üzere dengede kalma süreleri forma kaydedildi. Bu değerlendirmeden sonra olgularımızdan optimal ısınma için 3 dk boyunca ağırlıksız olarak bisiklet çevirmeleri istendi. Olguların motive olmalarını ve adaptasyonlarını sağlamak için ısınma bisiklet ergometresinde yapıldı. Katılımcıların, vücut ağırlıkları üzerinden kg başına 75 gr yükü, 30 sn süreyle maksimum güç oluşturarak pedal çevirmeleri istendi (Örnek: Kişinin vücut ağırlığı 50 kg ise: $50 \times 0.075 = 3.75$ kg'lık yük verildi.). Isınma periyodundan sonra katılımcılar bu sürede oluşabilecek yorgunluğu atmak için 2-3 dk dinlendirildi. Katılımcılardan bu test anlatılırken, testin başlangıcından sonuna kadar (30 sn'lik süre içerisinde) mümkün olan en hızlı şekilde sürati düşürmeden pedal çevirmeleri istendi. Daha sonra başla komutu verilerek teste alınan olgular, mümkün olan en hızlı şekilde, düşük bir gerilime karşı pedal çevirdi. Maksimum hıza ulaşıldığında ise birden yüklenme yapıldı ve tekerlek döngüleri sayılmaya başlandı. Denekler test süresince özellikle 10-15 sn'den sonra sözlü olarak motive edildi. 30 sn sonra sayım durduruldu ve böylece test tamamlanmış oldu. Test sonrasında olguların güçleri aşağıdaki formüle göre hesaplandı:

$P (watt) = [pedal\ yükü \times pedal\ tur\ sayısı \times her\ turda\ kat\ edilen\ mesafe\ (6\ m)] / [6.12\ (dk'da\ kg\ başına\ düşen\ yük)]$.⁷

Testin bitiminden hemen sonra katılımcılar tekrardan denge testine alındı ve 2 tekrarlı olarak dengede kalma süreleri ölçüldü. Daha sonra katılımcılar 5 dk kadar dinlendirildi. 5 dk'lık süre bitiminde son olarak yine 2 tekrarlı dengede kalma süreleri ölçüldü ve dengede kaldıkları en iyi süre alınarak forma kaydedildi.

İstatistiksel analiz:

Hastaların demografik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde sayı, ortalama ve standart sapma kullanıldı. Olgularımızın test öncesi, test sonrası ve 5 dk sonrası denge testlerinin karşılaştırılmasında *t* testi kullanıldı. Olgularımızın cinsiyetlerine göre, kadın ve erkek olarak iki gruba ayrıldığında, denge testi sonuçları tek yönlü varyans analizi ile değerlendirildi. İstatistiksel hesaplamalarda SPSS for Windows 12.00 paket programı kullanıldı ve $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

Sonuçlar

Çalışmamıza dahil edilen 55 olgunun yaş, cinsiyet, vücut kütle indeksi gibi demografik özellikleri ve Wingate anaerobik test ile ilgili parametreleri Tablo 1'de gösterildi.

Tablo 1. Olguların demografik özellikleri ve Wingate anaerobik test parametreleri (N=55).

	X±SD
Cinsiyet (Kadın - Erkek) (N)	25-30
Yaş (yıl)	21.80±1.41
VKİ (kg/m ²)	23.27±3.44
Pedal sayısı (devir)	42.09±11.98
Uygulanan yük (kg)	5.05±0.96
Oluşturulan güç (Newton)	212.60±79.82

VKİ: Vücut kütle indeksi.

Olgularımızın Wingate anaerobik testi öncesi, test sonrası ve 5 dk sonrası dengede kalma süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu

belirlendi ($p < 0.05$). Tüm olgularda dengede kalma süresi, test sonrasında anlamlı ölçüde azaldı. 5 dk'lık dinlenme sonrasında ise test öncesi dengede kalma süresinden daha uzun süre dengede kalındı (Tablo 2).

Tablo 2. Olguların modifiye Flamingo denge testi sonuçları (N=55).

	X±SD
Test öncesi (sn)	21.81±19.16
Test sonrası (sn)	14.64±14.68
Testten 5 dk sonrası (sn)	24.39±16.82

Olguların yaş ve cinsiyetlerinin dengede kalma süresi üzerine etkisine bakıldığında, olguların yaş ortalamalarının birbirlerine yakın olması nedeniyle, yaş parametresi kriter olarak alınmadı. Cinsiyet dağılımlarına bakıldığında ise, Wingate anaerobik testi öncesi yapılan denge ölçümlerinde erkek olgular kadın olgulardan daha uzun süre dengede kaldığı saptandı ($p < 0.05$). Wingate anaerobik testi sonrası ve 5 dk sonrası yapılan denge ölçümlerinde ise, kadın ve erkekler arasında anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$) (Tablo 3).

Tartışma

Literatürde alt ekstremite kas yorgunluğunun denge ve postural kontrol üzerinde etkisi olduğunu araştıran çok sayıda çalışma vardır.^{2,5,11} Yaggie ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, izokinetik cihazla ayak bileğinde kas yorgunluğu oluşturulduktan sonra, tek ayak üzerinde denge ve postural kontrolü sürdürmede anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur.³ Ledin ve arkadaşları, sağlıklı kişilerde baldır kaslarında oluşan yorgunluğun denge üzerine etkinliğini araştırmış ve yorgunluk sonrası olguların tek ayak üzerinde dengede kalma sürelerinde anlamlı farklılık olmadığını gözlemlemişlerdir.¹² Literatürdeki çalışmalarda, alt ekstremite kas yorgunluğu genel olarak izokinetik cihazlarla ve alt ekstremiteye izole olarak verilen aktivitelerle oluşturulmuştur.¹¹

Tablo 3. Cinsiyetlerine göre olguların dengede kalma süreleri.

	Kadın (N=25)	Erkek (N=30)	p
	X±SD	X±SD	
Test öncesi (sn)	15.91±15.22	26.72±20.90	0.036*
Test sonrası (sn)	11.00±9.34	17.68±17.55	0.093
Testten 5 dk sonrası (sn)	21.43±12.21	26.86±19.81	0.237

* p<0.05.

Çalışmalarda kullanılan bu yöntemler, bisiklet ergometresi, koşma, yürüme gibi aktivitelerden daha az yorgunluğa sebep olmaktadır. Günlük yaşama ve fiziksel aktiviteye daha az uyumludur. Çalışmamızda kısa sürede etkili yorgunluk oluşturan Wingate anaerobik güç testini kullandık. Bu testte; kişinin vücut ağırlığına göre, pedal direnci oluşturulmaktadır. Literatürde bisiklet ergometresinin alt ekstremitte kas yorgunluğunu oluşturmada çok etkili olduğu yönünde çalışmalar bulunmaktadır.^{2,5,12} Ageberg ve arkadaşlarının sağlıklı kişilerde alt ekstremitte yorgunluğu oluşturarak tek ayak üzerinde dengede kalma süresine baktıkları çalışmalarında, bisiklet ergometresinin, izole kas gruplarında yorgunluk oluşturmada, kullanılan izokinetik cihazlara göre daha genel yorgunluk oluşturabildiği ve izokinetik cihazlardan daha etkili olduğu belirtilmiştir.² Bu görüş Lepers ve Nardone'nin çalışmalarında da desteklenmiştir.^{6,11}

Yapılan çalışmalarda, geçirilmiş alt ekstremitte yaralanmaların, nörolojik ve sistemik bir rahatsızlığın varlığının, postural kontrol ve dengeyi olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir.^{1,5} Çalışmaya aldığımız olgular, yaşa bağlı oluşabilecek sağlık probleminin olmayışı, günlük yaşam aktivitelerinde daha aktif olmaları ve fiziksel aktivite düzeylerinin daha yüksek oluşları nedeniyle sağlıklı genç bireylerden seçilmiştir.

Kas yorgunluğunun dengeye olan etkisini araştıran çalışmalarda sigara kullanımı alınmama kriterleri arasında değildir. Ancak literatürde sigara kullanımının kas kuvvetini, esnekliği ve yorgunluğu etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır.¹⁸ Bu yüzden sigara kullanımını alınmama kriterleri arasına ekleyerek, yorgunluğun etkisini izole olarak görmek istedik. Diğer alınmama kriterlerimizden biri olan, bireyin

düzenli spor aktivitesi yapması, kişilerde daha geç yorgunluk oluşturarak dengede kalma sürelerinde önemli farklar oluşturmaktadır. Düzenli spor aktivitesi yapan kişiler, bu nedenle çalışmamıza alınmadı.

Dengeyi değerlendirmede kullandığımız modifiye Flamingo denge testi, sadece kişilerin yorgunluk öncesi, sonrası ve 5 dk sonrasındaki tek ayak üzerinde dengede kalma sürelerini ölçme ile sınırlı kaldı. Denge analizlerinde antero-posterior ya da medio-lateral salınımları da kaydeden özel platform sistemlerini kullanmak mümkün olmamıştır. Denge değerlendirmelerinin gözler açık ve gözler kapalı uygulanması daha objektif sonuçlar vermekle birlikte, çalışmamızda denge değerlendirmesi sadece gözler açık olarak yapıldı. Çünkü yorgunluk oluşumuna etki eden laktik asit düzeyleri, bilindiği gibi saniyeler içinde normal seviyelerine dönebilmektedir. Gözler açık ve kapalı olarak, bu iki denge testinin yapılma sürecinde laktik asit seviyesinde geri dönüşlerin gerçekleşebileceği göz önünde bulunduruldu.^{19,20} Ayrıca, Kejonen ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, gözlerin kapalı olmasının dengeyi önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir.⁸ Gözlerin açık olması, vücut kısımlarının pozisyonlarının tanınmasında ve ayakta duruş sırasında önemlidir. Çalışmamızda yorgunluğun etkilerini ortadan kaldırmamak ve yorgunluk sonrası görsel uyarı olmaması sonucu dengede kalma süresinin önemli ölçüde etkilenmemesi için, gözler kapalı denge değerlendirilmedi.

Ayak deformiteleri gibi problemler, postural instabiliteye ve fonksiyonel bozukluğa neden olmaktadır. Vücut özelliklerindeki bu gibi kişisel farklılıklar postural stabiliteyi etkilemektedir.²¹ Çalışmamızda bu özelliklerin dengeyi nasıl etkilediği araştırılmadı.

Denge testi dominant alt ekstremitte üzerinde yapılmış, alt ekstremitte dominantlığı ise Edinburg Hand Dominance testine göre belirlenen üst ekstremitte dominantlığı kriter olarak alınarak, belirlendi.²² Dominant olmayan tarafta test yapılamadığı için, her iki alt ekstremitte de ayrı ayrı dengede kalma süreleri arasındaki farklılıklar değerlendirilemedi. Literatürde alt ekstremitte yorgunluğu ve dominant taraf ilişkisi ile ilgili çalışmalara rastlanılmadı. Olgularımızın dengede kalma sürelerinde Wingate anaerobik testi öncesi, test sonrası ve 5 dk sonrası anlamlı farklar ortaya çıktı.

Kas gücünü oluşturabilme, kas kütlesi, kas lifi tipi ve kas aktivasyonu gibi özelliklere bağlıdır. Çeşitli çalışmalar kas yorgunluğu sırasında cinsiyet farklılıklarına yönelik bulguların olduğunu ve kadınların daha çabuk yorulduğunu belirtmektedir. Kas lifi tipi dağılımı kadın ve erkekler arasında farklıdır. Fulco ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalarda cinsiyet baz alınarak, yalnızca adductor pollicis kası üzerinde inceleme yapılmış, submaksimal yorgunluk protokolüyle ilgili olarak endurans zamanında farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır, fakat diğer kaslar için benzer bir sonuç verilmemiştir.⁹ Fulco ve arkadaşlarına göre kadınlardaki maksimal kontraksiyon düzeyi düşüktür. Kadınlardaki güç düzeyi erkeklerden daha azdır ve bu yorgunluğu etkileyen bir faktördür.^{9,10,23} Son çalışmalar ne santral ne de periferik aktivitenin yorgunlukta önemli olmadığını, kadın ve erkek arasındaki farklılığın kas kuvvetindeki farklılıklardan ortaya çıktığını göstermiştir.²⁴⁻²⁶

Yapılan çalışmalarda yaş artışıyla beraber tek ayak üzerinde dengede kalma süresinde belirgin azalmalar olduğu belirtilmektedir.²⁷ Masui ve arkadaşlarının çalışmasında 55-83 yaş olgular dahil edilmiş, gözler açık ve kapalı durumda erkek olgular kadınlara göre daha az süre dengede kalmışlardır.²⁸ Bryant ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ise, 50-67 yaşındaki bireylerde cinsiyetlere göre dengede kalma süresinde farklılık saptanmamıştır.²⁹

Daha genç yaş grubu üzerinde yapılan çalışmada (9-12 yaş) denge parametrelerinde cinsiyet farklılıklarının olduğu görülmüştür.³⁰ 6-18 yaş arası çocuklarda yapılan başka bir çalışmada

denge performansında cinsiyet farklılıklarının kişilerin boyu, ya da ayak uzunluğu ile ilgili olmadığı, aradaki farklılığın, dengede kalma işini yaparken oluşan farklılıklardan kaynaklandığını belirtilmiştir.³¹

Literatürde belirtildiği gibi farklı yaş gruplarında yapılan çalışmalarda denge testi sonuçları farklılık göstermiştir. Çalışmamızda olgularımızın yaş ortalamalarının benzer olması nedeniyle, yaşın denge testi sonuçlarına etkisi araştırılmadı. Çalışmamızda cinsiyet farklılıklarının dengede kalma süresi üzerine olan etkisine baktığımızda, Wingate anaerobik testi öncesi dengede kalma sürelerinin erkek olgularda daha fazla olduğu görüldü. Test sonrası ve 5 dakika sonrası yapılan ölçümlerde ise, erkek olguların denge skorlarının daha iyi olmasına karşın, istatistiksel olarak cinsiyetler arasında anlamlı fark ortaya çıkmadığı belirlendi. Wingate anaerobik testi ile kas yorgunluğu oluşturmak ve 5 dk dinlendirmek olgularımızın denge testi skorlarında cinsiyete göre anlamlı fark ortaya çıkarmadı.

Sonuç olarak, 19-25 yaş arası sağlıklı olgularda Wingate anaerobik güç testi ile oluşturulan alt ekstremitte kas yorgunluğu dengede kalma süresini etkiledi. Cinsiyet farklılığı ise, sadece Wingate anaerobik testi öncesi etkili oldu, erkek olgular daha uzun süreli dengede kalabildiler. Yorgunluk sonrası denge ya da postural kontroldeki problemler, kas iskelet sisteminde kas yaralanmaları için hazırlayıcı bir faktördür. Çalışmamızda özellikle genç ve sağlıklı popülasyonda elde edilen bu sonuçların, günlük yaşam ve sporla ilgili aktivitelerde oluşabilecek kas-iskelet sistemi yaralanmalarının önlenmesinde önemli olacağı kanısındayız.

Teşekkür

Yazarlar, katkılarından dolayı Dokuz Eylül Üniversitesi Fizyoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Cem Şeref Bediz ve araştırma görevlilerinden Ahmet Erdem Üstüntaş'a teşekkür ederler.

Kaynaklar

1. Wilkins JC, Valovich McLeod TC, Perrin DH, et al. Performance on the balance error scoring system

- decreases after fatigue. *J Athl Train.* 2004;39:156-161.
2. Ageberg E, Roberts D, Holmstrom E, et al. Balance in single-limb stance in healthy subjects-reliability of testing procedure and the effect of short-duration sub-maximal cycling. *BMC Musculoskelet Disord.* 2003;4:14.
 3. Yaggie JA, McGregor SJ. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:224-228.
 4. Kumar PR, Kumar NV. Effect of cigarette smoking on muscle strength of flexibility of athletes. *Indian J Exp Biol.* 1998;36:1144-1146.
 5. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:589-592.
 6. Lepers R, Bigard AX, Diard JP, et al. Posture control after prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;76:55-61.
 7. Bernier JN, Perrin DH, Rijke A. Effect of unilateral functional instability of the ankle on postural sway and inversion and eversion strength. *J Athl Train.* 1997;32:226-232.
 8. Kejonen P, Kauranen K, Vanharanta H. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84:17-22.
 9. Fulco CS, Rock PB, Muza SR, et al. Slower fatigue and faster recovery of the adductor pollicis muscle in women matched for strength with men. *Acta Physiol Scand.* 1999;167:233-239.
 10. Ditor DS, Hicks AL. The effect of age and gender on the relative fatigability of the human adductor pollicis muscle. *Can J Physiol Pharmacol.* 2000;78:781-790.
 11. Nardone A, Tarantola J, Giordano A, et al. Fatigue effects on body balance. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1997;105:309-320.
 12. Ledin T, Fransson PA, Magnusson M. Effects of postural disturbances with fatigued triceps surae muscles or with 20% additional body weight. *Gait Posture.* 2004;19:184-193.
 13. Tsigilis N, Douda H, Tokmakidis SP. Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. *Percept Mot Skills.* 2002;95:1295-1300.
 14. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. *Sports Med.* 1987;4:381-394.
 15. Üçok K, Gökbel H, Okudan N. The load for the Wingate Test: according to the body weight or lean body mass. *Eur J Gen Med.* 2005;2:10-13.
 16. Madic S, Quinney HA, Bell GJ. Modification of the Wingate anaerobic power test for rowing: optimization of the resistance setting. *Int J Sports Med.* 2004;25:409-414.
 17. Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. *The Wingate Anaerobic Test: Development and Application.* Champaign: Human Kinetics; 1996.
 18. Kumar PR, Kumar NV. Effects of cigarette smoking on muscle strength of flexibility of athletes. *Indian J Exp Biol.* 1998;36:1144-1146.
 19. Harkins KM, Mattacola CG, Uhl TL, et al. Effects of 2 ankle fatigue models on the duration of postural stability dysfunction. *J Athl Train.* 2005;40:191-194.
 20. Noakes TD. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2000;10:123-145.
 21. Menz HB, Lord SR. Footwear and postural stability in older people. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1999;89:346-357.
 22. Dane A, Dane S. Correlations among handedness, eyedness, monocular shifts from binocular focal point, and nonverbal intelligence in university mathematics students. *Percept Mot Skills.* 2004;99:519-524.
 23. Kent-Braun JA, Ng AV, Doyle JW, et al. Human skeletal muscle responses vary with age and gender during fatigue due to incremental isometric exercise. *J Appl Physiol.* 2002;93:1813-1823.
 24. Hunter SK, Enoka RM. Sex differences in the fatigability of arm muscles depends on absolute force during isometric contractions. *J Appl Physiol.* 2001;91:2686-2694.
 25. Kanchisa H, Okuyama H, Ikegawa S, et al. Sex difference in force generation capacity during repeated maximal knee extensions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1996;73:557-562.
 26. Pincivero DM, Gear WS, Sterner RL, et al. Gender differences in the relationship between quadriceps work and fatigue during high-intensity exercise. *J Strength Condit Res.* 2000;14:202-206.
 27. Era P, Heikkinen E, Gause-Nilsson I, et al. Postural balance in elderly people: changes over a five-year follow-up and its predictive value for survival. *Aging Clin Exp Res.* 2002;14(3 Suppl):37-46.
 28. Masui T, Hasegawa Y, Matsuyama Y, et al. Gender differences in platform measures of balance in rural community-dwelling elders. *Arch Gerontol Geriatr.* 2005;41:201-209.
 29. Bryant EC, Trew ME, Bruce AM, et al. Gender differences in balance performance at the time of retirement. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005;20:330-335.
 30. Nolan L, Grigorenko A, Thorstensson A. Balance control: sex and age differences in 9- to 16-year-olds. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47:449-454.
 31. Lebidowska MK, Syczewska M. Invariant sway properties in children. *Gait Posture.* 2000;12:200-204.