



Sıçrama aktivitesini kullanan ve kullanmayan sporcularda izokinetik ayak bileği kas kuvvetlerinin karşılaştırılması

Burçin Arvas, Atilla Elhan, Gül Baltacı, Nisa Özberk, Özlem Öner Coşkun

[Arvas B, Elhan A, Baltacı G, Özberk N, Öner Coşkun Ö. Sıçrama aktivitesini kullanan ve kullanmayan sporcularda ayak bileği kas kuvvetlerinin karşılaştırılması. Fizyoter Rehabil. 2006;17(2):78-83.]

Research Report

B Arvas

Ankara Numune Hospital,
Department of Physical Medicine
and Rehabilitation, Ankara, Turkey,
PT, PhD, Assoc Prof

A Elhan

Ankara University, Faculty of
Medicine, Department of
Biostatistics, Ankara, Turkey,
MD, Assoc Prof

G Baltacı

Hacettepe University, School of
Physical Therapy and Rehabilitation,
Ankara, Turkey,
PT, PhD, Prof

N Özberk, Ö Öner Coşkun

Middle East Technical University,
Health and Psychological Counseling
Center, Ankara, Turkey,
PT, MSc

Address correspondence to:

Prof. Dr. Gül Baltacı
Hacettepe University, School of
Physical Therapy and Rehabilitation,
06100 Sımanpazarı
Ankara, Turkey
E-mail: ybaltaci@hacettepe.edu.tr

Amaç: Bu çalışmanın amacı, ayak bileği kaslarının izokinetik kuvvet değerlendirmesinin klinik kullanımını kolaylaştırmak, sıçrama yeteneğini kullanan elit sporcularda, değişik hızlarda ayak bileği izokinetik değerleri ve sıçrama yeteneğini belirleyici bir veri tabanı oluşturmak, sıçrama yeteneğini kullanmayan elit sporcularla karşılaştırarak sporcu, antrenör ve bilimsel ekibe kaynak oluşturmaktır. **Gereç ve yöntem:** Bu çalışmaya 30 elit erkek voleybol oyuncusu, kontrol grubu olarak 30 elit erkek güreş sporcusu dahil edildi. Olguların izokinetik değerlendirmeleri BIODEx 3 Pro System ile yapıldı. 60 derece/sn, 90 derece/sn, 120 derece/sn ve 240 derece/sn hızlarındaki ayak bileği dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon izokinetik değerleri ve dorsifleksiyon / plantar fleksiyon izokinetik peak tork oranları (DF/PF) değerlendirildi. **Sonuçlar:** Deney grubu ve kontrol grubu izokinetik plantar fleksiyon peak tork değerleri arasında tüm hızlarda anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Gruplar arası izokinetik dorsi fleksiyon peak tork değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Voleybolcularda tüm hızlarda DF/PF değerleri güreşçilere göre daha az bulundu ($p<0.05$). **Tartışma:** Bu çalışma, sıçrama aktivitesini kullanan sporcuların, sıçrama aktivitesini kullanmayanlara göre, plantar fleksiyon peak tork değerlerinin arttığını, dorsifleksiyon peak tork değerinin ise değişmediğini ve dolayısıyla agonist-antagonist kas dengesinin değiştiğini gösterdi.

Anahtar kelimeler: Kas kuvveti; izokinetik, Sıçrama, Ayak bileği, Voleybol.

A comparison of ankle isokinetic muscle strength in athletes who use and not use jumping activities

Purpose: The aims of this study were to facilitate the clinical use of isokinetic strength evaluation of ankle muscles, to provide normative data base for isokinetic measurements of ankle at different velocities and jumping ability of elite athletes who use jumping ability, to provide a source for athletes, coaches and scientific teams by comparing data of elite athletes who do not use jumping ability. **Material and method:** Thirty elite male volleyball players for study group, thirty elite male wrestling athletes for control group were included in this study. The isokinetic measurements of subjects were evaluated by BIODEx 3 Pro System. Isokinetic measurement of ankle plantar and dorsiflexion in 60 degree/sec, 90 degree/sec, 120 degree/sec, and 240 degree/sec velocities and dorsiflexion / plantar flexion isokinetic peak torque ratio (DF/PF) were evaluated. **Results:** A significant difference was found between the groups in isokinetic plantarflexion peak torque measurements at all velocities ($p<0.05$). There was no difference between the groups in isokinetic dorsiflexion peak torque measurements ($p>0.05$). DF/PF values were lower in volleyball players in all velocities ($p<0.05$). **Conclusion:** This study showed that, plantar flexion strength increased, dorsiflexion strength not changed, and therefore, agonist-antagonist muscle balance changed in athletes who use jumping as compared to those not using jumping ability.

Key words: Muscle strength; isokinetic, Jump, Ankle, Volleyball.

Ayak bileği ve ayak eklemleri, vücut ağırlığının taşınması sırasında hareketli pivot noktalarıdır. Bu eklemlerin bütün düzlemlerdeki hareketleri, gravite merkezindeki minimal yer değiştirmeye uyum sağlamak zorundadır.¹ Ayağın kemik ve eklemleri, dik duran gövde için destek yüzeyi sağlar; düz olmayan zeminlere adapte olur ve şok emici özelliği vardır. Bu nedenle dengenin devam ettirilmesi ve ekonomik enerji tüketimi ayak ve ayak bileği kompleksinin fonksiyonlarına bağlıdır.²

Birçok aktivitede olduğu gibi sıçrama hareketi sırasında da ayak bileği, diz eklemi ile birlikte önemli bir role sahiptir. Ayak bileği kas kuvveti sıçrama aktivitesini sıklıkla kullanan voleybol, hentbol gibi sporlarla uğraşan sporcuların performanslarını etkileyebilecek önemlilikte bir eklemdir. Sıçrama yeteneği doğru ve sağlam bir ayak-ayak bileği biyomekaniği ile ilişkilidir. Özellikle, ayakta açığa çıkan önemli sorunlar ayağın normal yük dağılımını ve yer değiştirmesini engelleyecektir.³

Voleybolda başarı için gerekli temel nitelikler olan ivmelenme veya sürat kadar sıçrama yeteneğini de göz ardı etmemek gerekir. Sıçrama kuvveti, sporcunun mümkün olduğunca yatayda uzağa ve/veya dikeyde yükseğe sıçraması olarak tanımlanır. Sıçrama kuvveti karmaşık hareketler dizini içeren bir yetenektir. Bacak kaslarının gücüne, patlayıcı kuvvetine, sıçramaya katılan kasların esnekliğine ve sıçrama tekniğine bağlıdır. Hareketin yapılışı sırasında etkili bir sıçrama sağlanması için, eklemlerin uygun açılarda fleksiyon yapmış olması gerekir. Ekstansiyon sırasında yapılan kas kasılmalarının maksimal değerde olması ve hareketin patlayıcı bir şekilde uygulanması sıçrama verimini artırır.^{4,5}

Ayak bileği eklemının dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon hareketlerinin belirli hızlarda ölçülmesi, sıçrama sırasında açığa çıkan kuvvet hakkında bilgi verir.⁶ Aktif eklem hareketi üzerinde, tüm eklem açılarında (sabit hızda), kasın kasılması ile oluşturulan gerilimin maksimal olması, izokinetik kontraksiyonu sağlar. İzokinetik kas kuvveti, önceden belirlenmiş sabit hızda eklem hareketi sağlayan elektromekanik cihaz yardımı ile ölçülebilir. İzokinetik kas kuvveti ölçüm sistemleri, kas kuvvetinin objektif olarak

ölçümünde yüksek güvenilirliktedir.⁶⁻⁹

Wennerberg çalışmalarının çoğunun tutarlılık için belirli izokinetik alet ve aparatları ile yapıldığını; diğer markalarla yapılan az sayıda çalışmanın ise hep dize dayalı çalışmalar olduğunu belirtmiştir. Bu amaçla Biodex B-2000 ile yaptığı çalışmada dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon peak torkunun iki kontraksiyon arası güvenilirliğinin yüksek olduğunu ve test pozisyonu, denemeler arası dinlenme süresi gibi nedenlere de bağlı olduğunu saptamıştır.¹⁰

Holmback ve arkadaşları, 30°/sn ve 90°/sn hızlarında Biodex dinamometresi ile yaptığı çalışmalarında, genç ve sağlıklı bireylerde ayak bileği dorsifleksör kas performansı ölçümlerinin yüksek güvenilirlikte olduğunu belirtmişlerdir (ICC: 0.90-0.96).¹¹

Holmback, 30°/sn, 60°/sn, 90°/sn, 120°/sn ve 150°/sn hızlarında yaptıkları çalışmada, sağlıklı genç yetişkinlerde Biodex dinamometresi kullanılarak ölçülen izokinetik ayak bileği dorsifleksör kuvvet testlerinin yüksek güvenilirlikte olduğunu saptamışlardır (ICC: 0.61-0.93).¹²

Literatürde, sporcuların ayak bileği izokinetik kas kuvveti değerlerinin fiziksel uygunluk parametreleri ile karşılaştırıldığı çalışmalar vardır.¹³⁻¹⁵ Sporcularda izokinetik kas kuvveti sonuçları, sporcuya ve antrenöre bilgi vermesi, antrenman programında kas kuvveti eğitimine katkıda bulunması açısından önemlidir. Ancak literatür incelendiğinde ayak bileği agonist antagonist kas kuvvetlerinin karşılaştırıldığı ve birbirlerine oranlarının değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Bu çalışma, sıçrama yeteneğini kullanan elit erkek sporcuların, sıçrama yeteneğini kullanmayan elit sporculara göre ayak bileği kas kuvvetlerini karşılaştırmak ve fleksör ekstansör kas dengelerini incelemek amacı ile yapıldı.

Gereç ve yöntem

Birey:

Çalışmaya 30 elit erkek voleybol oyuncusu (Grup 1) ve kontrol grubu olarak 30 elit erkek güreş sporcusu (Grup 2) olmak üzere toplam 60 gönüllü sporcu dahil edildi. Voleybol oyuncuları 1.

Lig SSK ve İller Bankası voleybol takımlarından, güreş sporcuları ise ASKİ ve Gazi Üniversitesi güreş takımlarından seçildi. Tüm sporcular araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarını belirten izin formunu imzaladıktan sonra, çalışmaya Orta Doğu Teknik Üniversitesi Etik Kurul Komisyonunca onay verildi.

Ölçümler öncesi yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, dominant ekstremité, ayak ve ayak bileğine ait geçirilmiş bir yaralanma veya sistemik bir hastalığın varlığı belirlendi. Yaralanma öyküsü veya sistemik bir şikayeti olan olgular çalışmaya alınmadı.

Grup 1'in yaşları 17-28 yıl arasında olup ortalama 22.1 ± 3.5 yıldır. Grup 2'nin yaşları 18-24 yıl arasında olup, ortalamaları 20.7 ± 1.6 yıldır. Her iki grubun yaşları benzerdi ($p > 0.05$). Grup 1'in boy ortalaması 1.93 ± 0.07 m, vücut ağırlığı ortalaması 81.1 ± 7.6 kg'dır. Grup 2'nin boy ortalaması 1.73 ± 0.07 m, vücut ağırlığı ortalaması 74.4 ± 11.3 kg'dır.

İzokinetik kas kuvvetinin değerlendirilmesi:

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sağlık ve Rehberlik Merkezi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde çalışmaya katılan olguların ayak bileği izokinetik ölçümleri yapıldı.

İzokinetik değerlendirme öncesi olgular 5'er dakika ısınma periyoduna alındı. Ayak bileği dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon germesi, mat üzerinde ve mat dışında parmak ucu ve topuk üzerinde yürütme yaptırıldı.

Biodex System 3 Pro (Biodex Medical Systems Inc., USA) izokinetik cihazı kullanılarak izokinetik ayak bileği kas kuvveti ölçüldü.⁹ Olgular dik oturur pozisyona alındı. Dinamometrenin hareketli kolunun hareket eksenine, ayak bileği ekleminin hareket eksenine göre ayarlandı. Olgular uyluk ve bel bantları ile sabitlendiler. Kalça fleksiyona alınarak, diz ve ayak bileği açısı olgunun en rahat hareket edebileceği şekilde ayarlandı (Şekil 1).

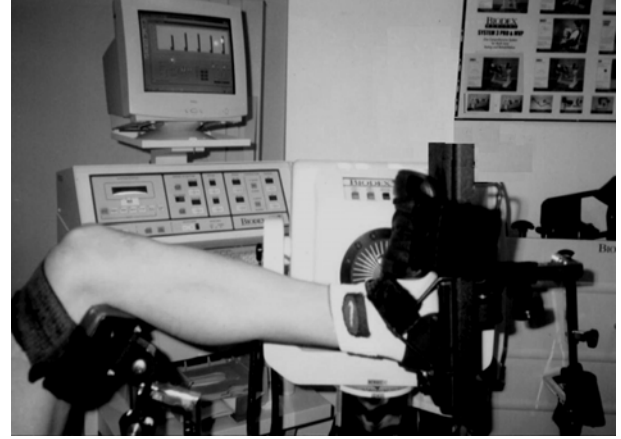
Olgular $+20^\circ$ plantar fleksiyon, -10° dorsifleksiyon hareket sınırında, $60^\circ/\text{sn}$, $90^\circ/\text{sn}$, $120^\circ/\text{sn}$ ve $240^\circ/\text{sn}$ hızlarında teste alındılar. $60^\circ/\text{sn}$ ve $90^\circ/\text{sn}$ hızlarında 5'er tekrar, $120^\circ/\text{sn}$ ve $240^\circ/\text{sn}$ hızlarında 10'ar tekrar yaptırıldı. Her hız değeri için test öncesi sınırsız deneme tekrarları verildi, test sonrası diğer hız deneme tekrarına geçmeden

10 sn dinlenme süresi verildi. Olgunun her ayak bileği için ayrı ölçüm yapıldı, test sırasında hem sözel olarak hem de monitördeki grafikleri takip etmesi ile motive edildi.

Sporculardan tüm açısız hızlarda elde edilen dorsifleksiyon değerinin plantar fleksiyon değerine bölünmesi ile dorsifleksiyon / plantar fleksiyon oranı (DF/PF) hesaplandı.¹⁶

İstatistiksel analiz:

Veriler aritmetik ortalama \pm standart sapma ($X \pm SD$) olarak ifade edildi. Grupların karşılaştırılmasında *t* testi kullanıldı. Tüm sonuçlarda p değeri 0.05 olarak seçildi.



Şekil 1. Olguların izokinetik kas kuvvetinin değerlendirilmesi.

Sonuçlar

Grup 1 ve Grup 2 olgularının yaşları arasında fark bulunmadı ($p > 0.05$). Boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksinde gruplar arasında ise fark bulundu ($p < 0.05$) (Tablo 1).

Grup 1'de $60^\circ/\text{sn}$, $90^\circ/\text{sn}$, $120^\circ/\text{sn}$ ve $240^\circ/\text{sn}$ hızlarda dorsifleksiyon peak tork değerleri Grup 2 ile benzer bulundu ($p > 0.05$) (Tablo 2).

Her iki grupta en yüksek plantar fleksiyon peak tork değeri $60^\circ/\text{sn}$ 'de, en düşük değeri ise $240^\circ/\text{sn}$ 'de belirlendi. Plantar fleksiyon değerlerinde, tüm açısız hızlarda iki grup arasında fark belirlendi. ($p < 0.05$) (Tablo 3).

Grup 1'de DF/PF oranları farklı hızlarda % 20-26 arasında değişmekteydi. Grup 2'de ise DF/PF oranları % 26-33 arasında belirlendi. İki

grup arasında, her iki ekstremitede ve 4 farklı hızda DF/PF değerlerinin farklı olduğu belirlendi ($p>0.05$) (Tablo 4).

Tablo 1. Grup 1 (N=30) ve Grup 2'nin (N=30) fiziksel özellikleri.

	Grup 1	Grup 2	
	X±SD	X±SD	
Yaş (yıl)	22.1±3.5	20.7±1.6	
Boy uzunluğu (m)	1.93±0.07	1.73±0.07	*
Vücut ağırlığı (kg)	81.1±7.6	74.4±11.3	*
VKİ (kg/m ²)	21.7±1.4	24.6±2.1	*

* $p<0.05$. VKİ: Vücut kütle indeksi.

Tablo 2. Olguların dorsifleksiyon izokinetik peak tork değerlerinin karşılaştırılması.

	Grup 1	Grup 2	
	X±SD	X±SD	
Sağ 60° DF	16.9±3.7	15.2±5.3	*
Sol 60° DF	15.0±3.8	15.1±5.1	*
Sağ 90° DF	13.1±3.2	11.8±3.5	*
Sol 90° DF	12.0±4.2	10.6±4.4	*
Sağ 120° DF	11.3±3.7	10.5±3.9	*
Sol 120° DF	10.9±4.5	9.6±3.7	*
Sağ 240° DF	9.7±3.6	8.8±3.6	*
Sol 240° DF	9.0±3.9	8.6±4.0	*

* $p>0.05$.

Tablo 3. Olguların ayak bileği plantar fleksiyon izokinetik peak tork değerlerinin karşılaştırılması.

	Grup 1	Grup 2	
	X±SD	X±SD	
Sağ 60° PF	64.9±19.7	47.4±15.6	*
Sol 60° PF	69.9±12.5	45.9±14.9	*
Sağ 90° PF	57.4±16.0	40.7±13.9	*
Sol 90° PF	59.4±10.8	39.6±13.6	*
Sağ 120° PF	49.2±13.6	37.6±12.7	*
Sol 120° PF	52.1±8.2	37.4±12.2	*
Sağ 240° PF	37.2±14.0	28.7±8.9	*
Sol 240° PF	40.8±11.2	27.8±8.1	*

* $p<0.05$.

Tablo 4. Olguların ayak bileği dorsifleksiyon / plantar fleksiyon izokinetik peak tork değerleri oranlarının karşılaştırılması.

	Grup 1	Grup 2	
	X±SD	X±SD	
Sağ 60° DF/PF	0.26±0.05	0.32±0.08	*
Sol 60° DF/PF	0.21±0.04	0.33±0.08	*
Sağ 90° DF/PF	0.23±0.05	0.29±0.07	*
Sol 90° DF/PF	0.20±0.05	0.27±0.08	*
Sağ 120° DF/PF	0.23±0.06	0.28±0.08	*
Sol 120° DF/PF	0.21±0.05	0.26±0.07	*
Sağ 240° DF/PF	0.26±0.07	0.31±0.09	*
Sol 240° DF/PF	0.22±0.06	0.31±0.09	*

* $p<0.05$.

Tartışma

Voleybol gibi takım oyunlarında teknik-taktik beceri, antropometrik özellikler ve fiziksel performans kapasitesi tüm takımın başarısına katkıda bulunan önemli faktörlerdir. Voleybolda oyuncuların boy uzunluğu ve vertikal sıçrama yeteneği savunma ve hücumda önemlidir. Bir voleybol takımının başarısı, spor için gerekli yeteneğin artışı ile birlikte vertikal sıçrama yüksekliğindeki artışla ilişkili bulunmaktadır. Antrenörler, bir oyuncu iyi sıçrama yapıyor, çabuk hareket ediyor ise o oyuncunun oyunu kazanmada önemli bir potansiyeli olduğunu belirtmektedirler.

Sıçrama, voleybol oyuncularının gerek antrenman gerekse müsabakalarda sıklıkla kullandıkları hareketlerden biridir. Fırlatma ve sıçrama gibi motor becerilere, hedef yönüne karşı yönde bir hareket olarak adlandırılan aktif sıçrama (counter movement) ile başlanır.¹⁷ Sıçrama yapmak için itme hareketine başlamadan önce, konsentrik olarak kasılacak kaslara hareket açıklığı vermek için aşağıya doğru bir hareket yapılır ve sıçrama yüksekliği dik bir karşı hareket olarak başarılıdır. Zemin ile her iki ayağın yer ile teması kesildikten sonra ulaşılan yükseklikten kişinin yere düşmesi sıçrama hareketinin bitişidir. Kişi bu hareket ile kalça, diz ve ayak bileği ekstansörlerinin eksentrik aktivasyonu ile tüm vücudunu aşağıya doğru yavaşlatmalıdır.

Young ve arkadaşları 35 erkek voleybol

oyuncusunun sıçrama yeteneklerini 6 haftalık iki farklı sıçrama eğitim yöntemi ile eğiterek karşılaştırmışlar, dikey sıçrama eğitimi alan grubun yeteneklerinin daha hızlı geliştiğini saptamışlardır.¹⁸

Bobbert ve arkadaşları karşı hareket sıçrama yüksekliğinin neden squat sıçrama yüksekliğinden fazla olduğunu 6 erkek voleybol oyuncusunda değerlendirmişlerdir. Sonuçta aktif sıçrama ile elastik enerjinin depolanması ve yeniden kullanılmasının, sıçrama tekniğinin artırılması için bir açıklama olabileceğini vurgulamışlardır.⁴

Çalışmamızda voleybol sporcularının plantar fleksiyon peak tork değerinin daha fazla olması literatürce desteklenmektedir. Voleybol sporcularının, güreş sporcularından farklı olarak aktif sıçrama yeteneğini kullanmaları tüm açısız hızlarda güreşçilerden daha yüksek değerin elde edilmesine neden olarak gösterilebilir.

Sıçrama sırasında hız almaya (itme) ve sıçrama kalitesinin daha iyi açığa çıkmasına olanak sağlayan aktif ve pasif plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon hareketidir. İtme fazının son 150 milisaniyesi sırasında diz ekstansör grup kasları tarafından kullanılmış olan kuvvetler azalmaya başlar ve hareket ayak bileğindeki aktivasyonu artırır.¹⁹

Kuvvetin ölçülmesi, kas zayıflığının klinik olarak değerlendirilmesinde ve antrenman programlarının düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Günümüzde sporcuların kas kuvvetlerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda, izokinetik sistem yaygın olarak kullanılan güvenilir bir yöntemdir. İzokinetik olarak kas kuvvetlerinin değerlendirilmesi spor dalına özel hareketlerde kas kuvvetlerinin farklı hızlarda değerlendirilmesini sağlar. Klinik olarak test ve eğitim için en yaygın 30°/s ve 240°/s arasındaki değerler kullanılmaktadır. İzokinetik cihazlar yardımı ile yapılan ölçümlerde hareketin hızı arttıkça tork değerinde azalma olduğu gösterilmiştir.^{6,9,10} Bu çalışmada olgulara 60°/sn, 90°/sn, 120°/sn ve 240°/sn hızlarında izokinetik ölçümler yaptırıldı. 60°/sn'den 240°/sn'ye doğru açısız hız arttıkça, elde edilen peak tork değerlerinde hem deney grubunda hem kontrol grubunda azalma görüldü.

Kuni ve Schmitt dansçılar ile fiziksel eğitim

almamış olgulardan oluşan iki grubun ayak bileği dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon kas kuvvetlerini karşılaştırmış ve dansçılarda PF/DF oranının daha yüksek olduğunu (bir başka ifadeyle, DF/PF oranının düşük olduğunu) göstermiştir.²⁰ Araştırmacılar plantar fleksiyon lehine gelişen bu durumun dansçıların aldıkları eğitimin sonucu olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde, DF/PF oranı sıçrama aktivitesini kullanan voleybolcularda daha düşük bulundu. Bu sonuçlar, daha fazla plantar fleksiyon peak tork değerini göstermekle birlikte, dorsifleksiyon peak tork değerinin aynı oranda artmadığını da göstermektedir. Ayak bileği eklemi kaslarının kuvvetli olması, eklem yaralanmalardan korunmasında tek başına yeterli değildir. Proprioseptif duyu eğitimi ve agonist-antagonist kas dengesinin korunmasına yönelik kuvvetlendirme programı önemlidir.²¹

Çalışmamızda voleybolcularda ve güreşçilerde belirlenen ayak bileği DF/PF oranlarının ayrıntılı değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasına yönelik referans çalışmalara rastlanamaması, bu konuda yorum yapmamızı engelledi. Başka spor dallarında ve sağlıklı spor yapmayan bireylerde standart DF/PF oranlarının gösterildiği çalışmalar sonucunda, güreşçilerdeki DF/PF değerinin mi normale göre yüksek, yoksa voleybolcuların DF/PF değerinin mi normale göre daha düşük olduğu konusunda fikir yürütmek mümkün olacaktır.

Bu çalışma ile sıçrama yeteneğini kullanan sporcular ile kullanmayan sporcuların ayak bileği izokinetik kas kuvvetleri değerlendirildi. Çalışma, sıçrama aktivitesini kullanan ve buna yönelik antrenman programı alan sporcuların beklendiği gibi plantar fleksiyon peak tork değerlerinin arttığını; ancak dorsifleksiyon peak tork değerinin değişmediğini, bir başka deyişle agonist-antagonist kas dengesinin değiştiğini gösterdi.

Kaynaklar

1. Oatis CA. Biomechanics of the foot and ankle under static conditions. *Phys Ther.* 1988;68:1815-1821.
2. Norkin C, Levangie PK. *Joint Structure and Function.* 2nd ed. Philadelphia: FA Davis Company; 1992:381-399.

3. Jerosch J, Schoppe R. Midterm effects of ankle joint supports on sensomotor and sport-specific capabilities. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8:252-259.
4. Bobbert MF, Gerritsen KG, Litjens MC, et al. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:1402-1412.
5. Viitasalo JT. Antropometric and physical performance characteristics of male volleyball players. *Can J Appl Sport Sci.* 1982;7:182-188.
6. Aydog E, Aydog ST, Cakci A, et al. Reliability of isokinetic ankle inversion- and eversion-strength measurement in neutral foot position, using the Biodex dynamometer. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;12:478-481.
7. Eriksson E. Isokinetic testing and endurance tests of the ankle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13:60-71.
8. Gajdosik RL. Relationship between passive properties of the calf muscles and plantarflexion concentric isokinetic torque characteristics. *Eur J Appl Physiol.* 2002;87:220-227.
9. So CH, Siu To, Chan KM, et al. Isokinetic profile of dorsiflexors and plantar flexors of the ankle-a comparative study of elite versus untrained subjects. *Br J Sports Med.* 1994;28:25-30.
10. Wennerberg D. Reliability of an isokinetic dorsiflexion and plantar flexion apparatus. *Am J Sports Med.* 1991;19:519-522.
11. Holmback AM, Porter MM, Downham D, et al. Reliability of isokinetic ankle dorsiflexor strength measurements in healthy young men and women. *Scand J Rehabil Med.* 1999;31:229-239.
12. Holmback AM, Porter MM, Downham D, et al. Ankle dorsiflexor muscle performance in healthy young men and women: reliability of eccentric peak torque and work measurements. *J Rehabil Med.* 2001;33:90-96.
13. Bosco C, Mognoni P, Luhtanen P. Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1983;51:357-364.
14. Moller M, Lind K, Styf J, et al. The reliability of isokinetic testing of the ankle joint and a heel-raise test for endurance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13:60-71.
15. Young W, Wilson G, Byrne C. Relationship between strength qualities and performance in standing and run-up vertical jumps. *J Sports Med Phys Fitness.* 1999;39:285-293.
16. Simoneau E, Martin A, Porter M, et al. Strength training in old age: adaptation of antagonist muscles at the ankle joint. *Muscle Nerve.* 2006;33:546-555.
17. Hunter JP, Marshall RN. Effects of power and flexibility on training on vertical jump technique. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:478-486.
18. Young W, Wilson G, Byrne C. A comparison of drop jump training methods: effects on leg extensor strength qualities and jumping performance. *Int J Sports Med.* 1999;20:295-303.
19. van Soest AJ, Roebroek ME, Bobbert MF, et al. A comparison of one-legged and two-legged countermovement jumps. *Med Sci Sports Exerc.* 1985;7:635-639.
20. Kuni B, Schmitt H. Peak torque and proprioception at the ankle of dancers in professional training. *Sportverletz Sportschaden.* 2004;18:15-21.
21. Schmitt H, Kuni B, Sabo D. Influence of professional dance training on peak torque and proprioception at the ankle. *Clin J Sport Med.* 2005;15:331-339.