

RİTMİK CIMNASTİKÇİLERDE SIÇRAMA YÜKSEKLİKLERİ, İZOKİNETİK KUVVET VE EMG PROFİLLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Pınar ARPINAR*, Gülbin R. NALÇAKAN*, Mustafa AKHİSAROĞLU**,
Emine KUTLAY*, Can KOŞAY***, Cem Ş. BEDİZ**

*Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

**Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı

***Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada ritmik cimnastikçilerin tek ve çift bacak dikey sıçrama sırasında EMG verileri ile dikey sıçrama yükseklikleri ve izokinetik kuvvet ölçümleri arasındaki ilişki araştırılmıştır.

On bir elit ritmik cimnastikçi gönüllü olarak çalışmaya katılmıştır. Deneklerin yaş, vücut ağırlığı ve vücut yağ yüzdeleri sırasıyla (ortalama±SS) 11.6±1.8 yıl, 30.3±5.5 kg, 7.9±2.7 dir. Denekler Newtest platformu üzerinde üçer kez çift ve tek bacak üzerinde sıçrama yapmışlardır. Sıçrama sırasında sağ bacak quadriseps ve biceps femoris kaslarından yüzeyel elektrodlar ile EMG kayıtları alınmış (Biopac MP30), farklı bir günde ise 60, 180 ve 300 °/sn'de fleksiyon ve ekstansiyon izokinetik kuvvet ölçümleri yapılmıştır (CybexII). EMG kayıtlarından medyan frekans (mf) ve "root mean square" (rms) hesaplamaları yapılmıştır.

Dikey sıçrama yükseklikleri çift bacakla sıçramada 29.6±2.8 cm, tek bacak sıçramada ise 16.3±2.3 cm olarak bulunmuştur. İzokinetik kuvvet ölçümleri sonucunda: sağ bacak fleksiyon pik tork 60, 180 ve 300 °/sn sırasıyla 46.3±9.9, 38.3±9.4 ve 26.7±7.5 Nm; ekstansiyon pik tork 60, 180 ve 300 °/sn ise sırasıyla 78.2±12.7, 53.3±12.4 ve 37.4±9.2 Nm olarak ölçülmüştür. Çift bacak ve tek bacak sıçrama yükseklikleri ile sağ biceps femoris rms değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunurken ($p<0.05$), izokinetik kuvvet ölçümleri ile EMG verileri arasında anlamlı ilişki saptanamamıştır.

Literatürde ritmik cimnastikçiler ve bu yaş grubu ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu

Geliş tarihi : 05.02.2003

Yayına kabul tarihi : 22.01.2004

çalışmanın bulguları sıçrama yüksekliği ile EMG güç spektrumu arasındaki ilişkiyi desteklemektedir. Quadriceps femoris kası EMG değerleri ile kasılma kuvveti arasında ilişki olduğu bildirilen çalışmaların aksine, bu çalışmada quadriceps kasına ait kuvvet verileri ile EMG ölçümleri ve sıçrama yüksekliği arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Bu sonuçlar seçilen denek grubunun özelliklerinden kaynaklanmış olabilir.

Anahtar Kelimeler: Ritmik cimnastik, EMG, Dikey sıçrama, İzokinetik kuvvet

COMPARISON OF VERTICAL JUMPING HEIGHT, ISOKINETIC STRENGTH AND EMG PROFILE IN RHYTHMIC GYMNASTS

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the relationships between EMG records and vertical jumping scores and isokinetic strength on the preferred legs of the rhythmic gymnasts.

Eleven elite rhythmic female gymnasts volunteered to participate to the study. The mean age, body weight and body fat percentage of the subjects were 11.6 ± 1.8 years, 30.3 ± 5.5 kg and 7.9 ± 2.7 % (mean \pm SD), respectively. The subjects performed triple maximal vertical jumps on their preferred (right) leg and double legs on "Newtest" jumping platform. Surface EMG data of leg muscles (quadriceps femoris and biceps femoris) were recorded during the jumps (Biopac MP30). On a separate day, subjects performed flexion and extension muscle contractions at three randomly selected contraction velocities (60, 180 and 300 °/s) (Cybex II). The median frequencies (mf) and power spectrum analyses (rms) were done from EMG records.

Mean jumping heights of one and double-leg jumps were 16.3 ± 2.3 and 29.6 ± 2.8 cm, respectively. Right leg flexion peak torques at 60, 180 and 300 °/s were 46.3 ± 9.9 , 38.3 ± 9.4 and 26.7 ± 7.5 Nm; and, extension peak torques at 60, 180 and 300 °/s were 78.2 ± 12.7 , 53.3 ± 12.4 and 37.4 ± 9.2 Nm, respectively. A statistically significant correlation was found between jumping heights and right biceps femoris EMG rms values at both one and double-leg jumps ($p < 0.05$). No significant relations were observed between isokinetic force values and EMG data.

There were small numbers of studies involved with rhythmic gymnasts and/or that age group. The results of this study supported the earlier findings that revealed a relation between vertical jumping height and EMG power spectrum. Contrary to the studies suggested a correlation between contraction force and EMG data of quadriceps femoris muscle, no correlation was found among EMG data, force production of quadriceps femoris muscle and vertical jumping height in the present study. This result may be due to the difference of the properties of the subjects comparing to the other studies.

Key words: Rhythmic gymnastics, EMG, Vertical jump, Isokinetic strength

GİRİŞ

Kontrollü kas aktivitelerinde kas gücünü ve koordinasyonu belirlemek için elektromiyografi (EMG) ile değerlendirme teknikleri geliştirilmiştir. Son yıllarda EMG analiz tekniklerinin daha da gelişmesiyle, birçok spor dalının özel hareketleri ile ilgili EMG analizlerini araştıran çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. İzometrik ve izokinetik modellerde kontrollü kas aktivitelerine yönelik EMG çalışmaları (Cramer ve ark., 2001; Raynor, 2001; Schmitz ve Westwood, 2001) günlük yaşamdaki kompleks aktiviteleri veya sportif hareketleri tam olarak yansıtmamaktadır (Goodwin ve ark., 1999). Günlük yaşam aktiviteleri ve sportif hareketler fonksiyona dayalıdır. Bu hareketlerin temelinde yatan koordinasyon, kuvvet, esneklik ve propriosepsiyonu içeren nöromotor fonksiyonlar ise tüm sporlar için sakatlanma riski ile doğrudan ilişkili önemli bir alandır (Hutchinson ve Swan, 2000). Bu alanda fonksiyonel aktiviteler sırasında EMG değerlendirmeleri yapan çalışmalara da (Goodwin ve ark., 1999) rastlanılmaktadır.

Literatürde sıçrama yüksekliğinin performansta belirleyici olduğu voleybol ya da bazı kış sporları gibi farklı spor dallarında antrenman yapan sporcular üzerinde, izokinetik kas kuvveti ile dikey sıçrama yüksekliği arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmalar mevcut iken (Nal-

çakan, 2001; Paasuke ve ark., 2001), nöromuskuler fonksiyonlar ile etkileşimlerini araştıran çalışmalar sınırlıdır (Dybre, 1987). Sıçrama esnasında EMG sonuçlarının araştırıldığı ve erkek sporcular üzerinde yapılan çalışmalara daha sık rastlanmaktadır (Halim ve ark., 2002; Paasuke, Erelime ve Gapayeva, 2001). Erkek sporcular ile çalışma konusundaki bu yaygın tercih bayan sporculara ilişkin literatür eksikliğine neden olmuştur.

Bu çalışmanın amacı ritmik cimnastikçilerde tek ve çift bacak dikey sıçrama esnasında EMG kayıtları, dikey sıçrama yükseklikleri ve izokinetik kuvvet ölçümleri arasındaki ilişkinin araştırılması olmuştur.

YÖNTEM

Denekler:

Bu çalışmaya 10-14 yaşları arasında, henüz mensturasyon görmeyen, 11 elit ritmik cimnastikçi gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmanın planlanması aşamasında sporcuların bağlı oldukları kulübün antrenörlerine ve ailelerine çalışma hakkında bilgi verilerek onayları alınmış ve her ölçüm öncesinde sporculara testin amacı ve nasıl uygulanacağı hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Denekler farklı günlerde antropometrik ölçümler, izokinetik kuvvet ölçümleri ve dikey sıçrama testlerine alınmışlardır. Deneklerin fiziksel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1.Ritmik cimnastikçilerin fiziksel özellikleri (n=11)

	Ortalama	SS
Yaş (yıl)	11.6	1.8
Boy (cm)	139.9	10.4
Vücut ağırlığı (kg)	30.3	5.5
Yağsız vücut ağırlığı (kg)	27.6	5.2
Vücut yağ yüzdesi (%)	8.7	0.8

İzokinetik kuvvet ölçümleri:

İzokinetik kuvvet testi için, İzmir Sporcu Sağlık Merkezi performans laboratuvarındaki bir bilgisayar programı ile uyumlu çalışan Cybex II modeli izokinetik test cihazı kullanılmıştır. Test pozisyonu, ünitenin özel koltuğunda oturma pozisyonunda gerçekleştirilmiştir. Yapılan test sağ ve sol bacak için sadece diz ekleminin ekstensiyon ve fleksiyon ölçümünü içermektedir.

Teste başlamadan önce cimnastikçiler 10 dakikayı geçmeyen, genel ve özel ısınma yapmışlardır. Özel ısınma sonrası denekler ölçüm yapılacak olan Cybex cihazına tek tek alınarak kendi bireysel antropometrik yapılarına göre cihazın ayarlamaları yapılmıştır. Test öncesinde deneklerin vücut ağırlığı değerleri bilgisayara girilerek programın kurulumu gerçekleştirilmiştir. Teste başlarken alt ekstremitelerden ölçüm yapılmayacağı sabitlenmiştir. Bilgisayar tarafından diz ekleminin hareket genişliği, deneğe çok düşük hızda örnek bir hareket yaptırılarak bulunmuştur. Aynı zamanda yer çekiminin etkisi de sıfırlanmıştır. Diz eklemi 90°'lik açıda iken herbir açısal hızda

fleksiyon ve ekstensiyon hareketi için 4 tekrardan oluşan denemeler ardından, bilgisayar ortamında alınan sinyal ile 60 ve 180°'de 4 ve 300°'de 30 fleksiyon-ekstensiyon hareketi yapılarak test tamamlanmıştır. Test sonucunda elde edilen veriler, Cybex test cihazı ile uyumlu çalışan bilgisayara bağlı bir yazıcı aracılığı alınmıştır.

İzokinetik kuvvet testi denemeleri ve ölçümler aynı gün yapılmış ve testi uygulayan kişi tarafından açısal hız değişimleri arasında sözel cesaretlendirme verilerek efor kalitesinin artırılması hedeflenmiştir. Bu nedenle teste uyumun ve test sırasında deneğin cesaretlendirilmesinin de sonuçlarda etkili olduğu düşünülmektedir.

Dikey sıçrama testleri:

Branşa uygunluğu ve kullanılabilirliği açısından sporculardan çift bacak ve tek bacak (sporcunun tercih ettiği) ile Newtest platformu üzerinde üçer kez sıçramaları istenmiş ve en yüksek değer alınmıştır. Tüm sporcular tek bacak sıçramalarda sağ bacağı tercih etmişlerdir. 10 saniye ara ile yapılan sıçramalar dikey pozisyonda başlatılmış, sporcuların kol-

ların salınımı ile serbest stilde sıçramaları esas alınmıştır. Yaş grubu özellikleri göz önüne alınarak test süresince maksimum efor sergileyebilmeleri için sözel olarak motive edilmişlerdir. Sıçrama sıraları rasgele belirlenirken, her bir deneme için sıçrama yükseklikleri ve EMG verileri kaydedilmiştir. Elektrotlar bağlı olarak yapılması nedeni ile performans yansıyabileceği düşünülen negatif etkinin tespiti için testten bir gün önce EMG kaydı yapılmaksızın alınan ortalama sıçrama yüksekliği değerleri ile mevcut değerler karşılaştırılmış ve ikinci gün benzer ya da daha iyi performans sergiledikleri gözlenmiştir.

EMG verilerinin kaydedilmesi:

EMG kaydı gümüş-gümüş klorür elektrotlar kullanılarak Biopac MP30 kayıt sistemi ile gerçekleştirilirken, kayıtlar tek bacak veya çift bacak sıçramalar sırasında sağ bacakta quadriseps femoris ve biceps femoris kaslarından yapılmıştır. Elektrotlar n.femoralis tarafından inerve edilen m.quadriceps femorise ait m.rectus femoris üzerine patelladan 10 cm proksimalde, bacağın arka tarafında ise n.ischiadicus tarafından inerve edilen m.biceps femoris üzerine yine diz ekleminde 10 cm proksimalde ve her iki elektrot merkezi arası 2 cm olacak

şekilde kasa uzunlamasına yerleştirilmiştir. Kayıttan önce elektrotlar ve elektrotların yerleştirileceği deri bölgesi tekniğine uygun olarak hazırlanmıştır. Deri etanol ile temizlenmiş ve ince bir zımpara kağıdı ile hafifçe zımparalanmıştır. Kayıt hızı 2000 Hz olarak seçilmiştir. Deneklerin kaydedilen ham EMG verilerinden medyan frekans (mf) ve "root mean square" (rms) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar Biopac MP30 yazılımında, yazılım kılavuzuna uygun olarak yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Bütün parametrik verilerin ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Parametreler arasındaki olası ilişkiler Spearman rank korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Sıçrama yüksekliği ve EMG verileri arasındaki ilişki korelasyon katsayısı ile (r) gösterilmiştir. Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya katılan ritmik cimnastikçilerin fiziksel ve fizyolojik özellikleri Tablo 1'de görülmektedir. Sağ bacak için izometrik kuvvet ölçümlerine ait bazı veriler ile çift bacak ve tek (sağ) bacak ile yapılan sıçramaların yükseklikleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. İzokinetik dinamometre ölçümleri ile sıçrama yükseklikleri (n=11)

		Ortalama	SS
Çift bacak sıçrama yüksekliği	(cm)	29.6	2.8
Tek bacak sıçrama yüksekliği	(cm)	16.3	2.3
Fleksiyon pik tork	60°/sn (Nm)	46.3	9.9
Fleksiyon pik tork	180°/sn (Nm)	38.3	9.4
Fleksiyon pik tork	300°/sn (Nm)	26.7	7.5
Ekstensiyon pik tork	60°/sn (Nm)	74.7	10.8
Ekstensiyon pik tork	180°/sn (Nm)	53.3	12.4
Ekstensiyon pik tork	300°/sn (Nm)	37.4	9.2

İzokinetik kuvvet testleri sonucunda sağ ve sol bacak ölçüm değerleri arasındaki fark, olası bir kassal dengesizlik boyutunda incelenmiş ve deneklerin dengeli kas kuvveti sergiledikleri saptanmıştır. Sağ bacak ile yapılan denemelerden elde edilen sıçrama yüksekliği değerleri ile çift bacak sıçrama yükseklikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır. Tablo 3’de ise fiziksel özel-

liklere ait parametreler ile izokinetik kuvvet verileri arasındaki korelasyonlar gösterilmiştir. Buna göre 60, 180 ve 300°/sn hızlardaki ekstensiyon ve fleksiyon pik tork değerleri deneklerin yaşları ve Yağsız Vücut Ağırlıkları (YVA) ile yüksek korelasyon göstermiştir. Buna karşın izokinetik kuvvet değerleri ile sıçrama yükseklikleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Tablo 3. Fiziksel özellikler ve izokinetik kuvvet verileri arasındaki korelasyonlar

	YAŞ	BOY	AGIRLIK	YVA	F-PT-60	F-PT-180	F-PT-300	E-PT- 60	E-PT-180	E-PT-300
F-PT-60	0.64*	0.84**	0.80*	0.29	1.00					
F-PT-180	0.79**	0.89**	0.87**	0.91**	0.87**	1.00				
F-PT-300	0.58*	0.68*	0.67*	0.70*	0.80**	0.86**	1.00			
E-PT-60	0.82**	0.94**	0.93**	0.62*	0.80**	0.83**	0.74**	1.00		
E-PT-180	0.89**	0.97**	0.95**	0.95**	0.78**	0.87**	0.68*	0.97**	1.00	
E-PT-300	0.83**	0.92**	0.92*	0.90**	0.87**	0.86**	0.73*	0.94**	0.96**	1.00

YVA: Yağsız vücut ağırlığı F: Fleksiyon, E: Ekstensiyon, PT: Pik tork (*p<0.05 **p<0.01)

Sıçrama yükseklikleri ile EMG mf ve rms verilerine ait ilişkiler tek ve çift bacak sıçrama için karşılaştırılmış ve çift bacak sıçrama esnasında sağ bacağına ait biceps femoris kası EMG mf değerleri ile sıçrama yüksekliği arasında ($r=-0.61$, $p<0.05$) ve tek bacak ile sıçrama eforuna ait yine sağ bacak biceps femoris EMG rms değerleri ile çift bacak yükseklikleri arasında ($r=0.70$, $p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı ilişki gözlenmiştir. Ayrıca tek ve çift bacak sıçramalar esnasında quadriceps kası için mf ($r=0.82$, $p<0.01$) ve rms değerleri arasında yüksek bir ilişki gözlenmiştir ($r=0.81$, $p<0.01$).

TARTIŞMA

Dikey sıçrama performansının en yaygın gösterimi dikey sıçrama yüksekliği ile olmuştur. Dikey sıçrama yüksekliği ise biyomekanik faktörler kadar kas ve sinir sistemlerinde meydana gelen fizyolojik süreçlere bağlıdır ve çok eklemli bir hareket olması kas içi ve kaslar arası koordinasyonu gerektirmektedir (Paasuke ve ark., 2001).

Bazı spesifik kuvvet antrenmanları ile kas gücünün ve kaslar arası koordinasyonun geliştiği bilinmektedir. Bu gelişim ile ilgili olarak çocukluktan ergenliğe geçişte izokinetik kuvvetin de arttığı bildirilmiştir (Malina, 1974). Sporcu çocuklarda izokinetik pik tork ile YVA arasında korelasyon olduğunu bildiren çalışmaların yanında (Thorland ve ark., 1987), son

yıllarda, güç artışında YVA'dan bağımsız olarak yaşın etkili olduğu bildirilmektedir (Housh ve ark., 1995). Bu çalışmadaki denekler literatürdeki deneklerden daha küçük yaşta olmalarına ve vücut ağırlıkları daha az olmasına karşın önceki çalışmalarla benzer şekilde, 60, 180 ve 300 %sn hızlardaki ekstensiyon ve fleksiyon pik tork değerleri deneklerin yaşları ve YVA'ları ile yüksek korelasyon göstermiştir (Tablo 3). Yaş ve YVA'nın izokinetik kuvvet değerleri ile kısmi korelasyonları incelendiğinde, YVA ilgili korelasyonlar daha yüksek bulunurken, yaşla ile olan korelasyonların düştüğü bulunmuştur.

Dikey sıçrama yüksekliği ile izokinetik kuvvet verileri arasında özellikle alt ekstremitte ekstensör kas kuvvetleri ile performans arasında yüksek bir ilişki bulan çalışmaların aksine (Nalçakan, 2001, Pasuke ve ark., 2001) çalışmamızda sporcuların tek bacak sıçramalarda tercih ettikleri bacak için bu iki parametre arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmaması büyük olasılıkla çalışmaya katılan deneklerin daha küçük yaşta olmaları ve ritmik cimnastiğe özgü fizik yapılarından kaynaklanmaktadır.

Yüzeyel EMG'nin, nöromüsküler sistemler üzerine yapılan çalışmalar için kullanışlı bir teknik olduğunu vurgulayan bir çalışmada (Halin ve ark., 2002), yetişkinlerde olduğu gibi çocuklarda da yüzeyel EMG ile artan nöromüsküler aktivitenin (örneğin, direnç antrenmanları neticesinde) EMG'ye ait sayısal parametre-

lerdeki (rms) artış ile gösterilebildiği belirtilmiştir. Bu çalışmada da, çift bacak sıçrama yüksekliği ile sağ bacak biceps femoris kasından alınan rms EMG verileri arasında anlamlı korelasyon olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Tek bacak (sağ) sıçrama yüksekliği ile yine biceps femoris rms EMG verileri arasında anlamlı korelasyon bulunmuştur. Sıçrama yüksekliği ve EMG sonuçlarını karşılaştıran bir çalışmada sıçrama yüksekliği ile quadriseps kasının EMG aktivitesi arasında kuvvetli, biceps femoris kası ile düşük korelasyonlar olduğu bildirilmektedir (Goodwin ve ark., 1999). Patellayı stabilize etmek üzere diz ekstensiyon torkunu oluşturan quadriseps femoris kasının kasılma şiddeti ile EMG verileri arasında izokinetik çalışmalarda da ilişki olduğu gösterilmiştir (Pincivero ve ark., 2001). Bu çalışmada quadriseps kası EMG verileri ile sıçrama yüksekliği arasında anlamlı korelasyon bulunamamıştır. Çalışmalar arasındaki farklılıklar denek özellikleri ve kullanılan ölçüm yöntemlerinden etkilenebilmektedir. Kontrollü kas aktiviteleri esnasında (izotonik ve izokinetik kuvvet testleri gibi) EMG analizlerinin yaygın olarak kullanıldığı çalışmalarda (Cramer ve ark., 2001; Schmitz ve Westwood, 2001) bulunan ilişkiler sporların doğasına özgü hareketleri içermemesi nedeni ile farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda elde edilen bulgular ile karşılaştırılabilir nitelikte değildir. Ayrıca önceden öğrenilen aktivitelerin kullanıldığı çalışmaların sonuç-

ları ile henüz öğrenilen ya da daha az kullanılan aktivitelerin araştırıldığı çalışmada sonuçlarının karşılaştırıldığı durumlarda bu ayrıma dikkat edilmelidir (Goodwin ve ark., 1999).

Yüzeysel EMG, kasın fonksiyonunu anlamada kullanılan yöntemlerden birisidir. Ancak, kasılma şiddeti, kas fibril tipi, motor ünitelerin aktivite paterni, kas fibrili iletim hızı, kas kasılma koordinasyonu, hareketin öğrenilme düzeyi gibi birçok anatomik ve fizyolojik etken yüzeysel EMG sinyaline etki etmektedir (De Luca, 1997; Goodwin ve ark., 1999). Yönteme dayalı etkenler olarak, elektrot yerleşimi, deri direnci, kaslar arasındaki "cross talk" gibi etkenlerin de toplanan sinyalleri etkilediği bilinmektedir. Ayrıca yaş ve cinsiyetin de EMG sinyallerini etkilediğini öne süren çalışmalar mevcuttur (Bilodeau ve ark., 1995; Schmitz ve Westwood, 2001). Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada quadriseps kası ile ilgili korelasyonun bulunamaması deneklerin veya ölçüm tekniklerindeki özelliklerden kaynaklanmış olabilecektir. Motor ve kassal gelişimin henüz sürmekte olduğu bu yaş grubundaki deneklerin sonuçları, daha ileri yaşlardaki sporcularla yapılan çalışmalardaki sonuçlara benzer olmayabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmaya katılan elit bayan cimnastikçilerde sıçrama yükseklikleri ile biceps femoris kası EMG sinyal amplitüdü (rms) arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğu izlenmiştir. Cimnastikçilerin izokinetik kuvvet pik tork değerleri ile yaş ve yağsız vücut ağırlığı

arasında anlamlı korelasyon bulunmuştur. Kısmi olarak değerlendirildiğinde ise yaş ile olan korelasyonlar daha düşük bulunmuştur.

Literatürde ritmik cimnastikçilerin fiziksel özelliklerine ilişkin bilgiye özellikle beslenme statülerinin belirlenmesi ve sakatlıkların önlenmesi konularında oldukça sık rastlanmasına karşın, performans yaşının oldukça düşük olduğu bu spor dalı için kas kuvveti, nöromüsküler koordinasyon gibi belirleyici performans değişkenlerine çok fazla değinilmemiştir. Halbuki cimnastikte performans ile ilişkili önemli bir alan nöromüsküler fonksiyondur (Hutchinson ve Swan, 2000). Bu çalışmanın bulguları ışığında kas kuvveti ile sıçrama yüksekliği arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmayışı ritmik cimnastikçilerde performansın, kuvvetten çok nöromüsküler özelliklere göre mi farklılık gösterdiği sorusunu doğurmaktadır. Bu yönüyle, farklı antrenman yöntemlerinin fizyolojik etkilerinin ve performans ile ilişkilerinin gözlenmesine dayanan geniş denek grupları ile yapılacak boylamsal çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yazışma Adresi (Corresponding Address):

Pınar ARPINAR

Ege Üni. Beden Eğitimi ve Spor Y.O.

35040 Bornova/İZMİR

Elektronik posta:

parpınar@besyo.ege.edu.tr

KAYNAKLAR

- Bilodeau, M., Cincera, M., Gervais, S. et al.(1995). Changes in the electromyographic spectrum power distribution caused by a progressive increase in the force level. **Eur J Appl Physiol.** 71, 113-123.
- Cramer, J.T., Housh, T.J., Evetovitch, T.K., Johnson, G.O., Ebersole, K.T., Perry, S.R., Bull, A. J.(2001). The relationships among peak torque, mean power output, mechanomyography, and electromyography in men and women during maximal, eccentric isokinetic muscle actions. **Eur J Appl Physiol.** 86, 226-232.
- DeLuca, C.J.(1997). The use of surface electromyography in biomechanics. **J. Appl. Biomech.** 12, 135-163.
- Dyhre, P.P. (1987). An analysis of splits leaps and gymnastic skill by physiological recordings. (Abstract) **Eur. J. Appl Physiol Occup Physiol.**56, 390-396.
- Goodwin, P.C., Koorts, K., Mack, R., Mai, S., Morrissey, M.C., Hooper, D.M. (1999). Reliability of leg muscle electromyography in vertical jumping. **Eur J Appl Physiol.** 79, 374-378.
- Halin, R., Germain, P., Buttelli, O. & Kapitaniak, B. (2002). Differences in strength and surface electromyogram characteristic between pre-pubertal gymnasts and untrained boys during brief and maintained maximal isometric voluntary contractions. **Eur J Appl Physiol.**87, 409-415.
- Housh, T.J., Johnson, G.O., Housh, D.J., Weir, J.P., Weir L.L., Eckerson, J.M., Stout, J.R. (1995). Age, fat free weight, and isokinetic peak torque in high school female gymnasts. **Med Sci Sport Exerc.** 28, 610-613.
- Hutchinson, T.L., Christiansen, J. & Beitzel,

- J. (1998). Improving leaping ability in elite rhythmic gymnasts (Abstract). **Med. Sci. Sports Exerc.** 30, 1543-1549.
- Hutchinson, M.R., Swan, P.(2002). Injury prevention in women's artistic and rhythmic gymnastics. **Am. J. Med. Sports.** 4:438-447
- Malina R.M. (1974). Adolescent changes in size, build, composition and performance. **Hum Biol.** 46, 117-131.
- Nalçakan, G.R. (2001). Voleybolcuların izokinetik kas kuvvetleri ile dikey sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişki düzeyi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Ege Üni. Sağ. Bil. Enst.
- Paasuke, M., Erelina, J. & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in Nordic combined athletes. **J. Spor. Med. Phy. Fitness.** 41, 354-360
- Pincivero, D.M., Campy, R.M., Salfetnikov, Y, Bright, A., Coelho, A.J. (2001). Influence of contraction intensity, muscle and gender on median frequency of the quadriceps femoris. **J Appl Physiol.** 90, 804-810
- Raynor, A.J. (2001). Strength, power, and co-activation in children with developmental coordination disorder. **Develop. Med. and Chil. Neuro.** 43, 676-670
- Schmitz, R.J. & Westwood, K.C. (2001). Knee extensor electromyographic activity-to-work ratio is greater with isotonic than isokinetic contractions. **J. Athl. Train.** 36, 384-389.
- Thorland, W.G., Johnson, O.G., Cisar, C.J., Housh, T.J., Tharp, G.D. (1987). Strength and anaerobic responses of elite young female sprint and distance runners. **Med Sci Sport Exerc.** 19,56-61