

TRICEPS DIPS EGZERSİZİ ÖNCESİ YAPILAN FARKLI ISINMA PROTOKOLLERİNİN ÇALIŞMA SIRASINDA ELDE EDİLEN KAS ELEKTRİKSEL AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

¹Hasan SÖZEN, ²Fabio ESPOSITO

¹Ordu Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Ordu, TÜRKİYE.

²University of Milan, Department of Biomedical Sciences for Health, Milan, ITALY

Özet

Çalışmanın amacı, kuvvet antrenmanından hemen önce yapılan bölgesel ısınma protokollerinin kasılma sırasında kas elektriksel aktivitelerine etkilerinin incelenmesidir. Bu amaçla çalışmaya aktif kırk dört sağlıklı gönüllü (22 kadın yaş: 19.9 yıl \pm 1.7, ağırlık: 54.1 kg \pm 8.2, uzunluk: 165.3 cm \pm 6.3; 22 erkek yaş: 20.7 yıl \pm 1.7, ağırlık: 68.4 kg \pm 10.1, uzunluk: 173.2 cm \pm 6.11) katılmıştır. Çalışmada kuvvet antrenman modeli olarak 3 set 10 tekrarlı *triceps dips* hareketi kullanılmıştır. Çalışma takvimi 5 gün olarak belirlenmiş ve ilk gün katılımcıların *triceps dips* hareketi sırasında maksimum izometrik istemli kasılma (MVIC) değerleri tespit edilmiştir. Bu değer diğer değişkenlerden elde edilecek olan değerlerin normalizasyonu için önemlidir. Diğer günlerde ise rasgele yöntemle pasif (ısınma yok) ve 5 dakikalık eliptik bisiklet, açma-germe ve masaj ısınma protokolleri antrenmanın hemen öncesinde uygulanmıştır. 3 set 10 tekrarlı *triceps dips* hareketi sırasında her set katılımcıların baskın kolunun *triceps* kasından elektromyografi (EMG) kullanılarak kasın elektriksel aktiviteleri kayıt altına alınmıştır. İstatistiksel değerlendirme için elde edilen üç setlik değerlerin ortalamaları kullanılmıştır. İstatistiksel analiz için ANOVA testi ve bağımsız değişkenler t-testi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda ısınma protokollerinin egzersiz anındaki kas elektriksel aktivasyonunda bir fark yaratmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Fakat ısınma protokollerinin cinsiyetler arası farklılıkları incelendiğinde ise pasif, açma-germe ve masaj ısınma protokollerinden sonra egzersiz anındaki kas elektriksel aktivasyonlarında kadın katılımcıların istatistiksel olarak daha fazla kas elektriksel aktivasyona sahip oldukları ($p<0.05$), eliptik bisiklet ısınma protokolünden sonra ise egzersiz anındaki kas elektriksel aktivasyonunda cinsiyetler arası istatistiksel bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Çalışmanın sonunda karma egzersizlerin yada korfbol gibi karma spor branşları öncesinde daha yoğun ve aktif ısınma protokollerinin egzersiz anındaki kas elektriksel aktivasyonundaki cinsiyetler arası farkın ortadan kaldırılmasını desteklediği düşünülebilir.

Anahtar kelimeler: Isınma, *triceps dips* hareketi, eliptik bisiklet, masaj, açma-germe, kuvvet, EMG.

THE EFFECTS OF DIFFERENT KINDS OF WARM-UP PROTOCOLS BEFORE TRICEPS DIPS EXERCISE ON MUSCLE ELECTRICAL ACTIVATION DURING THE TRAINING

Abstract

This study is to investigate the effects on regional warm-up protocols right before the strength workout on muscle electrical activities during the contraction. For this purpose, 44 healthy volunteers are included (22 female age: 19.9 yrs \pm 1.7, weight: 54.1 \pm 8.2, height: 165.3 \pm 6.3; 22 male age: 20.7 yrs \pm 1.7, weight: 68.4 \pm 10.1, height: 173.2 \pm 6.11). As strength workout method, 3 sets 10 repetitive *triceps dips* movement was used. Work schedule was decided to be 5 days, and on the first day, maximum isometric voluntary contraction (MIVC) of participants during *triceps dips* movement was determined. This value is important in normalizing the values obtained from other variables. On the other days, passive (no warm-up), 5 minutes of elliptical trainer, static stretching and massage warm-up protocols were randomly applied just before the training. During the 3 sets and 10 repetitive *triceps dips* movement, electrical activities of the muscle were recorded after every one of the sets by using electromyography (EMG) of *triceps* muscle of the participant's dominant arm. For the statistical evaluation, average of the values from 3 sets was used. For statistical analyzes, ANOVA test and independent samples t-test were used. As a result, it was found that warm-up protocols make no difference in muscle electrical activation ($p>0.05$). But when it comes to the difference of warm-up protocols in genders, it has been found that female participants have more muscle electrical activation during the exercises after passive, stretching and massage warm-up protocols ($p<0.05$), and there is no statistical difference between genders in muscle electrical activation during the exercise after elliptical trainer warm-up protocols ($p>0.05$). As a result of the study, it is thought that mixed exercises or more intensive and active warming protocols before the mixed sports like korfbol support the wipeout the difference between genders in muscle electrical activation.

Key words: warm-up, *triceps dips*, elliptical trainer, massage, static stretching, strength, EMG.

Giriş

İnsanoğlu var olduğu dönemden beri hep daha güçlü ve kuvvetli olmak için birçok yöntem ve teknik denemiştir. Kuvvet antrenmanı günümüzde kas kuvvetinin artırılması ve kassal yorgunluğun azaltılması için bütün spor branşlarında önemli bir derecede kullanılmaktadır. Kas kuvvetini daha fazla arttırmak ve kassal yoğunluğu daha hızlı azaltmak için önceden olduğu gibi bugünde farklı teknikler ve yöntemler kullanılan farklı prensipler geliştirilmektedir. Kuvvet antrenmanı birçok birey tarafından farklı amaçlar ile kullanılmaktadır. Bu bireylerin birçoğu kuvvet antrenmanını kas kuvveti ve kütlelerini arttırmak ve bununla beraber vücut yağ oranını azaltmayı hedeflemektedirler (Stoppani, 2006). Kuvvet antrenmanından elde edilen kazanımlar sadece sportif performansta değil aynı zamanda günlük yaşam kalitesinde de artışa neden olmaktadır.

Isınma egzersizleri yapılan spora özgü olmalıdır. Egzersiz öncesi yapılan ısınma protokolleri esnekliği teşvik etmeli, kas ve tendon ile vücut ısılarının artmasına yardımcı olmalıdır. Aynı zamanda dolaşım sistemini uyarak koordinasyonu geliştirmeli ve böylelikle lokomotor sistemi daha özgür ve kolay harekete teşvik etmelidir (Smith, 1994). Genellikle fiziksel aktivite öncesinde yapılan farklı ısınma teknikleri antrenmanda önemli bir reçete olarak sunulması birçok araştırmacıyı bu konuda araştırma yapmaya yöneltmiştir. Bu yolla antrenman öncesinde yapılan farklı ısınma tekniklerinin antrenmanın etkinliğine olan etkileri göz önüne serilmeye çalışılmaktadır (Church ve ark., 2001). Fiziksel aktivite öncesi yapılan ısınma optimum performans için sporcu fiziksel ve zihinsel olarak hazırlama ve yaralanma riskini en aza indirme için evrensel olarak kabul edilen bir uygulamadır (McArdle ve ark., 1991; Bishop, 2003; Hough ve ark., 2009). Yüksek performans gerektiren kuvvet antrenmanı öncesinde yapılan ısınmanın önemi, ya da ne tür ısınma protokollerinin avantajı konusunda tartışmalar günümüze kadar devam etmektedir (Warren ve David, 2002; Fletcher ve Jones, 2004). Isınma yönetimi olarak düşük şiddetli aerobik aktiviteler nöromusküler fonksiyona olan etkileri ve kas ısısının artırılmasında oynadığı rol gerekçesi ile günümüzde en sık kullanılan uygulamadır (Norris, 1999). Bunun yanı sıra farklı açma-germe (stretching) protokolleri, statik uygulamalar, proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) ve masaj gibi değişik uygulamalarda özellikle kuvvet antrenmanı öncesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Bandy ve Irion, 1994; Bandy ve ark., 1998; Young ve Elliot, 2001; Wallmann ve ark., 2005).

Eliptik bisiklet spor salonları ve kardiyak rehabilitasyon alanlarında son yıllarda alternatif egzersiz cihazı olarak popüleritesi artmaktadır. (Dalleck ve ark., 2004; Green ve ark., 2004; Egana ve Done, 2004; Lu ve ark., 2007; Knutzen ve ark., 2007; Sözen, 2010). Eliptik bisiklet cihazı vücudun hem alt hem de üst ekstremitelere kaslarına eşzamanlı olarak çalışma imkânı sağlamaktadır. Eliptik bisiklette, alt vücut hareketi üst vücutla beraber durağan bir dönüşüm ve adım hareketi ile çalışmaktadır ve bazı sınırlılıkları olan kişiler için daha uygun ve kullanılabilir bir egzersiz cihazı olarak kabul görmüştür. Eliptik

bisikletin bu avantajlarından dolayı birçok spor branşının ısınma protokollerinde yer almaktadır. Özellikle üst ekstremite sporlarında etkili bir ısınma cihazıdır (Mier ve Feito, 2006; Sözen, 2010).

Açma-germe hareketi, antrenman öncesi ısınma protokollerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle kasta diğer kasılma türlerine göre daha fazla mikroskobik yırtıkların oluşmasına ve dolayısıyla gecikmiş kas yorgunluğu sendromunun olmasına neden olan eksantrik egzersizlerden sonra kasın toparlanmasını hızlandırmak için bir çok sporcu ve antrenör tarafından kullanılmaktadır (İpek ve ark., 2009).

Masaj uygulamaları, 1940'lı yıllarda yapılan farmakolojik devrime kadar alternatif tıbbın bir parçası olarak kabul görmüştür. Fakat günümüzde bir bilim olarak kabul görmekte ve yıllardır bilim insanları, sporcular ve antrenörler gibi geniş bir kitlenin ilgi alanına girmektedir (Sözen ve ark., 2008). Masaj günümüzde daha çok bir fiziksel aktivite öncesi yumuşak dokunun aktiviteye nöromusküler olarak hazırlanması, sakatlık riskinin en aza indirilmesi amacıyla ve/veya antrenman sonrası toparlanmayı hızlandırmak için spor bilimlerinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Farklı fizyolojik yanıtların meydana gelmesi egzersiz sırasında harekete katılan kasların farklı şekillerde ve yoğunlukta işe katılımı ile oluşmaktadır. İşte bu noktada elektromyografi cihazı ölçümleri büyük önem kazanmaktadır (Türker ve Sözen, 2013). Bütün elektromyografik çalışmaların amacı bir sinir sistemindeki problemin ne olduğu ve problemin nerede bulunduğunu tespit etmeye yardımcı olmakla beraber harekete katılan kasların elektriksel aktivitesini belirlemeyi amaçlamaktadır (Weiss ve ark., 2004). Aynı zamanda motor ünite mikro ortam analizleri ışığı altında, motor ünite aksiyon potansiyeli ve morfoloji analizi çalışmalarında da kullanılmaktadır (Katirji, 2007). Elektromyografi kasların elektriksel aktivitesini ölçer. Böylelikle, motor sistemin bütünlüğünün fiziksel keşfi ve testinin bir uzantısını teşkil eder. Bu elektromyografik analiz hareket halindeki bir bireyin kaslarından gelen elektrik sinyallerinin elde edilmesine olanak sağlar (Soderberg ve Cook, 1984; Vilarroya ve ark., 1997). Bu tanıma göre yüzeysel elektromyografi kullanımı, dinamik bir hareket içeren bu eylemler ile sınırlıdır. Yine de, postural tiple ilgili bir kas çalışması gerektiren statik hareket çalışmalarında da kullanılabilir. Bu tip bir ölçümün ana amacı; belirli bir hareketi sağlayan bir ya da daha fazla kasın aktivitesinin belirlenmesidir (Sözen, 2010). Böylelikle; kasın bütün hareket boyunca aktif yada inaktif olduğunun belirlenmesi, hareket boyunca aktivite derecelerinin belirlenmesi, harekete katılan kaslar ile katılmayan kasların ne tür bir ilişki içinde olduklarının belirlenmesi (intermusküler koordinasyon kavramı) sağlanacaktır (Masso ve ark.,2010).

Bu çalışmanın amacı, kuvvet antrenmanından hemen önce yapılan bölgesel ısınma protokollerinin kasılma sırasında kas elektriksel aktivitelerine etkilerinin incelenmesidir.

Yöntem

Çalışmaya aktif kırk dört sağlıklı gönüllü (22 kadın yaş: 19.9 yıl \pm 1.7, ağırlık: 54.1 kg \pm 8.2, uzunluk: 165.3 cm \pm 6.3; 22 erkek yaş: 20.7 yıl \pm 1.7, ağırlık: 68.4 kg \pm 10.1, uzunluk: 173.2 cm \pm 6.11) katılmıştır.

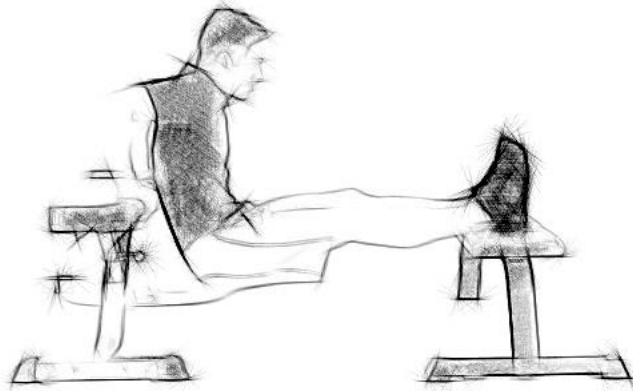
Tablo 1. Çalışmaya katılan gönüllülerin genel karakteristikleri

Cinsiyet	n	Yaş (yıl)	Ağırlık (kg)	Uzunluk (cm)	VKİ
Kadın	22	19.9 \pm 1.7	54.1 \pm 8.2	165.3 \pm 6.3	19.7 \pm 2.2
Erkek	22	20.7 \pm 1.7	68.4 \pm 10.1	173.2 \pm 6.1	22.7 \pm 2.9

VKİ= Vücut Kitle İndeksi

Çalışmada kuvvet antrenman modeli olarak 3 set 10 tekrarlı *triceps dips* hareketi kullanılmıştır (Şekil 1).

Şekil 1. Triceps dips hareketi



Çalışma takvimi 5 gün olarak belirlenmiş ve ilk gün katılımcıların triceps dips hareketi sırasında dominant kollarının triceps kasından 5 saniyelik maksimum istemli izometri kasılma (MVIC-maximum voluntary isometric contraction) değerleri tespit edilmiştir. MVIC değerleri diğer değişkenlerden elde edilecek olan değerlerin normalizasyonu için önemlidir. Diğer günlerde ise rasgele pasif (ısınma yok) ve 5 dakikalık eliptik bisiklet, açma-germe (bölgesel) ve masaj (bölgesel) ısınma protokolleri antrenmanın hemen öncesinde uygulanmıştır. Her bir farklı ısınma protokolünden sonra 3 set 10 tekrarlı triceps dips hareketi sırasında katılımcıların dominant kolunun triceps kasından EMG kullanılarak kasın elektriksel aktiviteleri kayıt altına alınmıştır. EMG kayıtları triceps kasının kas fibrillerine paralel olacak

şekilde orta bölgesine gümüş / gümüş klorür (Ag/AgCl) bipolar yüzeysel elektromyografi elektrotları (Blue Sensor P-00-S Ambu, Denmark) SENIAM’da belirtilen ölçütlere göre (Freriks ve Hermens, 1999) yerleştirilmiştir. Elektrotlar yerleştirilmeden önce artifaktların engellenmesi amacıyla deri alkollü solüsyon ile temizlenmiş, derinin pürüzsüz hale getirilmesi amacıyla tıraşlanmıştır (Konrad 2005; Deluca 2008; Criswell 2011). Kaslara yerleştirilen elektrotlarda jel mevcut olduğundan ayrıca jel kullanılmamıştır. Ayrıca kablo ve elektrotların mekik hareketi anında artifakt yaratmaması için bant ile sabitlenmiştir. Kas aktivasyonu ölçümünde ME 6000 (Mega Electronics Ltd, FI-70460, Kuopio, Finland) marka portable EMG cihazı kullanılmıştır. Veri örnekleme hızı 1000 Hz olarak ayarlanmıştır. Alınan EMG kayıtları yazılım programında (Mega Win 3.0) root-mean-square (RMS) ortalama değerleri hesaplanmıştır.

İstatistiksel değerlendirme için, farklı ısınma protokollerinden elde edilen 3 setlik triceps dips hareketi sırasında ki EMG değerlerin ortalamalarının, MVIC değerlerine olan yüzde oranı kullanılmıştır. İstatistiksel analiz için ANOVA testi ve bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır.

Bulgular

Tablo 2. Farklı ısınma protokolleri sonrasında yapılan egzersiz sırasındaki triceps kas elektriksel aktivasyonundan elde edilen RMS ortalamalarının betimsel istatistiği

Isınma Türü	n	Ortalama	Std. Sapma
Pasif	44	30,0180	8,26932
Açma-germe	44	29,9590	12,26104
Masaj	44	30,9314	12,29089
Eliptik bisiklet	44	30,2190	10,87171
Toplam	176	30,2819	10,95688

Tablo 3. Farklı ısınma protokollerinin egzersiz sırasındaki kas elektriksel aktivasyonu üzerine etkisini karşılaştırmak için varyans analizi.

MVIC	Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kare	F	p
Gruplar arası	26,387	3	8,796	.072	.975
Gruplar içi	20982,915	172	121,994		
Toplam	21009,302	175			

Farklı ısınma protokollerinin triceps dips egzersizi sırasındaki triceps kas elektriksel aktivasyonundan elde edilen RMS ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonucunda RMS ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 3).

Tablo 4. Farklı ısınma protokollerinin egzersiz sırasındaki kas elektriksel aktivasyonu üzerine etkisinin cinsiyetler arası farkları

	Cinsiyet	N	X	SS	t	Sd	p
Pasif	Kadın	22	33,5696	7,63378	3,126	42	.003*
	Erkek	22	26,4664	7,43747			
Açma-germe	Kadın	22	34,7374	13,44070	2,780	42	.009*
	Erkek	22	25,1805	8,90679			
Masaj	Kadın	22	35,7386	14,54749	2,792	42	.009*
	Erkek	22	26,1242	7,01982			
Eliptik Bisiklet	Kadın	22	31,9883	13,67454	1,082	42	.288
	Erkek	22	28,4497	6,96162			

* $p<0.05$

Farklı ısınma protokollerinin triceps dips egzersizi sırasındaki kas elektriksel aktivasyonu üzerine etkisinin cinsiyetler arası farkları incelendiğinde, pasif, açma-germe ve masaj ısınma protokollerinin triceps dips egzersizi sırasında kas elektriksel aktivasyonu üzerine etkilerinde cinsiyetler arası istatistiksel anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0.05$). Eliptik bisiklet ısınma protokolünden sonra yapılan triceps dips egzersizi sırasındaki kas elektriksel aktivasyonundan elde edilen değerlerinde ise cinsiyetler arası istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$), (Tablo 4).

Tartışma ve Sonuç

Çalışmadan elde edilen veriler ışında; farklı ısınma protokollerinin triceps dips egzersizi sırasındaki triceps kas elektriksel aktivasyonuna elektromyografik değerler göz önüne alındığında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Sotiropoulos ve ark. (2010) yapmış olduğu bir çalışmada da, özel ısınma protokollerinin dikey sıçrama egzersizi sırasındaki vastus lateralis, vastus medialis ve rectus femoris kas elektriksel aktivasyonlarına ait anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Yapılan bir başka çalışmada ise uygulanan bir ısınma protokolünden sonra yapılan açma-germe egzersizi anındaki alt ekstremite kas gruplarının EMG aktivitesi incelenmiş ve bütün kas gruplarının EMG aktivitelerinde ısınmadan sonra bir azalma gözlenmiştir (Mohr ve ark., 1998). Bir başka çalışmada ise aktif ısınmanın kas EMG aktivitesini yükselttiği ve paralelinde de kas ısısının arttığı rapor edilmiştir (Morimoto ve ark., 1980). Bu çalışmadan elde edilen sonuç Wickiewicz ve ark. (1983) tarafından aktif ısınmayla beraber daha fazla sarkomerin işe katılımı sonucu ortaya çıkmış olabileceği olarak yorumlanmıştır. Bizim çalışmamızda ise ısınma protokollerinin farklılığı kuvvet egzersizi anında elde edilen EMG değerlerine göre bir farklılık göstermemiştir. Fakat farklı ısınma protokolleri olsa da kasın kuvvet egzersizi sırasında benzer EMG değerleri ortaya koyduğu düşünülebilir. Fakat birçok faktörün kas kasılması anındaki elektriksel aktivasyonunu etkilediği unutulmamalıdır. Bir başka çalışmada ise squat jump hareketinden önce uygulanan aktif ısınmanın egzersiz sırasında kas elektriksel aktivasyonunu azalttığı rapor edilmiştir (Stewart ve ark., 2003). Gray ve Nimmo'nun (2001) yapmış oldukları bir çalışmada aktif ısınma protokolünün kas fizyolojisinde bazı değişikliklere neden olduğu, bu değişikliklerin aktif ısınmada daha fazla oksijen alımı-tüketiminden kaynaklandığı bildirilerek böylelikle aktif ısınmanın egzersize adaptasyonu hızlandırabileceği düşünülmüştür. Literatürdeki bir diğer çalışma Gray ve Nimmo'nun çalışmasını destekler şekilde sonuçlar elde etmiş ve egzersizden önce yapılan yoğun ısınma protokollerinin kan laktat konsantrasyonunu arttıracığından dolayı egzersiz anındaki aksiyon potansiyelinin hızını düşürebileceğini öne sürmüştür (Tesch ve ark., 1983). Fakat bizim yaptığımız çalışmada ise ısınma protokolündeki farklılıklar kasın elektriksel aktivasyonuna egzersiz sırasında bir farklılık yaratmadığı yöndedir.

Literatürde egzersiz anında kas elektriksel aktivasyonunda cinsiyetler arası farkların bulunduğu çalışmalar mevcuttur (Cook ve Neumann, 1987; Ford ve ark., 2003; Hewett ve ark., 2004; Myer ve ark., 2005). Bu çalışmadan elde edilen sonuç ise, ısınmanın olmadığı pasif ile açma-germe ve masaj ısınma protokollerinden sonra yapılan triceps-dips egzersizi sırasındaki triceps kas elektriksel aktivasyonunun cinsiyetler arası farkı incelendiğinde, kadın katılımcıların bu ısınma protokolünden sonra egzersiz anındaki elektriksel kas aktivasyonlarının daha fazla olduğudur. Fakat elliptik bisiklet ısınma protokolünden sonra ise cinsiyetler arası herhangi bir fark bulunmamıştır. Bu durum, eliptik bisiklet gibi

daha aktif ve daha fazla kasın işe katılımının sağlandığı ısınma protokollerinin egzersiz anındaki kas elektriksel aktivasyonun cinsiyetler arası farklılığı ortadan kaldırdığını göstermiştir.

Bu sonuca göre karma (kadın-erkek) antrenmanlarda yada korfbol gibi karma spor branşlarında antrenman yada müsabaka öncesi yapılan ısınma protokollerinin eliptik bisiklet gibi daha yoğun ve aktif şekilde yapılanlarının tercih edilmesi cinsiyetler arası kas elektriksel aktivasyonlarının arasındaki farklılığı ortadan kaldırmasından dolayı önerilebilir.

Kaynaklar

- Bandy WD., Irion. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys. Ther.* 74:845-850; discussion 850-852.
- Bandy WD., Irion JM., Briggler M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 27:295-300.
- Bishop D. (2003). Warm up I. potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med.* 33:439-454.
- Church JB., Wiggins MS., Moode FM., Crist R. (2001). Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3): 332-336.
- Cook TM., Neumann DA. (1987). The effects of load placement on the EMG activity of the low back muscle during load carrying by men and women. *Journal of Ergonomics*, 30(10): 1413-1423.
- Dalleck, LC., Kravitz, L., Robergs, RA., (2004). Maximal exercise testing using the elliptical cross-trainer and treadmill, *Journal of Exercise Physiology*, 7:1097-9751.
- Egana, M., Donne, B. (2004) Physiological changes following a 12 week gym based stair climbing, elliptical trainer and treadmill running program in females. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 44:141-146.
- Fletcher IM., Jones B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4):885-888.
- Ford KR., Myer GD., Hewett TE. (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35:1745-1750.
- Freriks B., Hermens HJ. (1999). SENIAM9: European recommendations for surface electromyography. ISBN: 90-75452-14-4 (CD-rom). Roessingh Research and Development by.

- Gray S., Nimmo MA. (2001). Effects of active, passive or no warm-ups on metabolism and performance during high-intensity exercise. *Journal of Sports Sciences*, 19:693-700.
- Green, JM., Crews, TR., Pritchett, RC., Mathfield C. and Hall, L. (2004). Heart rate and ratings of perceived exertion during treadmill and elliptical exercise training. *Perceptual and Motor Skills* 98, 340-348.
- Hewett TE., Myer GD., Ford KR. (2004). Neuromuscular control and valgus loading of the knee predict ACL injury risk in female athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(5):287.
- Hough PA., Ross EZ., Howatson G. (2009). Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2):507-512.
- İpek D., Özkaya Ö., Sözen H., Tekat A. (2009). Pasif germe hareketlerinin sedanterlerde oluşturulan gecikmiş kas ağrısı üzerine etkileri. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, VII (1): 37-40.
- Katirji B. (2007). *Electromyography in Clinical Practice a Case Study Approach*. Second edition, Mosby Elsevier, PA, USA.
- Knutzen, KM., Lawson, A., Brilla, L., Chalmers, G. (2007). Pedal reaction forces during exercise on the elliptical trainer. 2007 AAHPERD National Convention and Exposition, 296, Baltimore, MD.
- Lu T.W., Chien, H.L., Chen, H.L. (2007). Joint loading in the lower extremities during elliptical exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 39(9):1651-1658.
- Masso N., Rey F., Romero D., Gual G., Costa L., German A. (2010). Surface electromyography applications in the sport. *Apunts Med Esport*, 45(165): 121-130.
- McArdle WD., Katch FI., Katch VI. (1991). *Exercise Physiology*, 3rd ed., Philadelphia: Lea and Febiger.
- Mier, C.M., Feito, Y. (2006). Metabolic cost of stride rate, resistance, and combined use of arms and legs on the elliptical trainer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77(4):507-513.
- Mohr KJ., Pink MM., Elsner C., Kvitne RS. (1998). Electromyographic investigation of stretching: The effect of warm-up. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 8:215-220.
- Morimoto S., Umazume SY., Masuda M. (1980). Properties of spike potentials detected by surface electrode in intact human muscle. *Japan Journal of Physiology*, 30:71-80.
- Myer GD., Ford KR., Hewett TE. (2005). The effects of gender on quadriceps muscle activation strategies during a maneuver that mimics a high ACL injury risk position. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15:181-189.

- Norris C. (1999). *The Complete Guide to Stretching*. London: A & C Black.
- Smith CA. (1994). The warm-up procedure: To stretch or not to stretch. A brief review. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*, 19(1):12-18.
- Soderberg GL., Cook TM. (1984). Electromyography in biomechanics. *Phys Ther*, 64:1813-1820.
- Sotiropoulos K., Smilios I., Christou M., Barzouka K., Spaias A., Douda H., Tokmakidis SP. (2010). Effects of warm-ups on vertical jump performance and muscle electrical activity using half-squats at low and moderate intensity. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9:326-331.
- Sözen H., Özkaya Ö., Tekat A. (2008). The effects of massage applications on delayed onset muscle soreness composed on sedentaries. *Performance*, 14(3-4): 23-27.
- Sözen H. (2010). Comparison of muscle activation during elliptical trainer, treadmill and bike exercise. *Biology of Sport*, 27(3): 203-206.
- Stewart D., Macaluso A., De Vito G. (2003). The effect of an active warm-up on surface EMG and muscle performance in healthy humans. *European Journal of Applied Physiology*, 89:509-513.
- Stoppani J. (2006). *Encyclopedia of Muscle & Strength*. Human Kinetics. p. 3, IL, USA.
- Tesch PA., Komi PV., Jacobs I., Karlsson J., Viitasalo JT. (1983). Influence of lactate accumulation on EMG frequency spectrum during repeated concentric contractions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 119:61-67.
- Türker H., Sözen H. (2013). *Surface Electromyography in Sports and Exercise, Electrodiagnosis in New Frontiers of Clinical Research*, Türker H. (Ed.), ISBN: 978-953-51-1118-4, InTech, DOI: 10.5772/56167.
- Wallmann HW., Mercer JA., McWhorter JW. (2005). Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3):684-688.
- Warren BY., David GB. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *National Strength & Conditioning Association*, 24(6): 33-37.
- Weiss L., Silver JK., Weiss J. (2004). *Easy EMG*. First edition, Butterworth Heinemann, London.
- Villarroya A., Marco MC., Moros T. (1997). Electromiografía cinesiologica. *Rehabilitacion*, 31:230-236.
- Young W., Elliot S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res. Q. Exerc. Sports*, 3:273-279.

*Ordu Üniversitesi,
Beden Eğitimi ve Spor YO,
Cumhuriyet Yerleşkesi,
Altınordu/Ordu, TÜRKİYE
e-mail: sozenhasan@yahoo.com
Tel: +90 532 784 9129*