

ISINMA VE GERME EGZERSİZLERİNİN PROPRİOSEPSİYON ÜZERİNE ETKİLERİ†

M. Mesut ÇELEBİ*, Ali Murat ZERGEROĞLU*

ÖZET

Spor yaralanmalarının önlenmesi ve rehabilitasyonunda proprioseptif çalışmaların önemi giderek artmaktadır. Bu çalışmanın amacı ısınma ve germe egzersizlerinin motor beceri, koordinasyon, postüral kontrol ve propriosepsiyon üzerine etkisini araştırmaktır. Araştırmaya Tıp Fakültesi öğrencisi 21 sedanter erkek katıldı. Her bir denek ısınma, germe, ısınma-germe ve kontrol olmak üzere dört ayrı teste katıldı. Testlerin uygulama sırası kura ile belirlenerek her deneğin testleri farklı sırada yapması sağlandı. Egzersiz sonrası 30 sn süre ile stabilometrik ölçümler yapıldı. Bileşik denge kayıpları ve salınım değerleri hesaplandı. İstatistiksel analizde Student t-testi kullanıldı. Çalışmada 10, 20 ve 30 sn süreli stabilometrik ölçümlerde bileşik denge kayıpları germe ve ısınma-germe egzersizlerinde kontrole göre daha düşüktü ($p<0.05$). Dört test arasında salınım değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte germe ve ısınma-germe egzersizlerinde daha düşük değerler saptandı. Sonuç olarak germe ve ısınma-germe egzersizlerinin denge kayıplarını ve salınımları azalttığı söylenebilir. Tekrarlanan germe egzersizleri eklem hareket açıklığını arttırmakta ve muhtemelen kas içcikleri kas uzunluğundaki değişmelere daha duyarlı hale gelmekte; ayrıca sinir ileti hızının artışı sonucu, istemli ve refleks kasılma hızı ve gücü artmaktadır. Tüm bu faktörler denge kayıplarını ve salınımları azaltır.

Anahtar sözcükler: Isınma, germe, propriosepsiyon, egzersiz

SUMMARY

THE EFFECT OF THE WARM UP AND STRETCHING EXERCISES ON PROPRIOCEPTION

Proprioceptive assessment and rehabilitation has been one of the most important issues of sports medicine practice for the last twenty

† Bu çalışma "ACSM 50th Annual Meeting, 2003"de poster bildiri olarak sunulmuştur.

* Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara

years. The aim of this study is to investigate the effect of stretching and warm up exercises on motor control, coordination, postural control and proprioception. Twenty-one sedentary male subjects were selected for the study. Each subject has participated in warm up, stretching, warm up-stretching and control tests. The order of the tests was determined randomly for each subject. Immediately following the exercises, stabilometric measurements were done; compound balance losses and oscillation scores were recorded. Student t-test was used for statistical analysis. At the 10th, 20th and 30th sec of the stabilometric tests, compound balance losses were found to be significantly less in the 'stretching' and 'warm up-stretching' groups than in the control group ($p<0.05$). Concerning the oscillation values, there were no significant differences between the four groups, but lower oscillation scores were found in the 'stretching' and 'warm up-stretching' groups. In conclusion, stretching and warm up exercises decrease balance losses and oscillations. Repeated stretching exercises improve joint range of motion. Probably, muscle spindles become more sensitive to muscle length changes, so that conscious and reflex muscle contraction speed and power increase due to increased nerve transmission. All these factors contribute to decreased balance losses and postural sways.

Key words: Warm up, stretching, proprioception, exercise

GİRİŞ

Sportif aktivitelere katılımın artışı bireylerin sağlık ve fiziksel uygunluklarında gelişim olarak yansırken, spor kaza ve yaralanmaları sayısında ise artışa neden olur. Spor yaralanmalarını önleme çabaları içinde ısınma, soğuma ve esneklik egzersizleri ile proprioseptif ve koordinasyon çalışmaları önemli yer tutar. Spora ilişkin yaralanmaların önlenmesinde proprioseptif çalışmalar son yıllarda giderek önem kazanmıştır. Germe egzersizleri kas boyunda uzamaya neden olduğu, ısınma sonucunda ise sinir iletim ve kas kasılma hızları arttığı için (19) proprioepsiyonun olumlu etkileneceği düşünülebilir.

Son yıllarda proprioepsiyona ilişkin çalışmalar artmış olsa da, proprioepsiyona etki eden mekanizmalar üzerine yeterince araştırma yapılmamıştır. Isınma ve germe egzersizleri proprioepsiyona etki etmesi olası parametreler arasındadır. Barrack ve ark. (1) diz eklemine proprioepsiyonu değerlendirdikleri çalışmalarında, baletlerle kontrol grubunu karşılaştırmışlar, normal ısınma ve germe egzersizlerinden sonra baletlerde hareket algılama eşiklerinin ve pasif repozisyonlanma

değerlerinin daha iyi olduğunu bulmuşlardır. Ancak bu çalışmada ısınma ve germe egzersizleri bireyler arasında farklılık göstermiş, ayrıca kontrol grubuna ısınma ve germe egzersizleri yaptırılmamıştır.

Wiktorsson-Möller ve ark. ısınma+germe egzersizlerinin eklem hareket açıklığını ısınma, masaj veya ısınma+masajdan daha fazla arttırdığını gözlemişlerdir (24). Aynı çalışmada germe ve ısınmanın kas gücünü etkilemediği, ancak masajın kas gücünü azalttığı tespit edilmiştir. Magnusson ve çalışma grubu iskelet kasında statik ve döngüsel germenin biyomekanik değerlendirilmesinde 90 sn süren üç tekrarlı statik germeden yararlanmışlardır (13).

Yaralanma veya cerrahi girişim sonrası propriosepsiyonda azalma belirlenmiş, uygun rehabilitasyon ve koordinasyon çalışmaları sonrasında ise propriosepsiyonun geliştiği gözlenmiştir (11). Pope ve ark. alt ekstremitte yaralanmalarının önlenmesinde germe egzersizlerinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, altı kas grubuna (gastroknemius, soleus, hamstring, kuadriseps, kalça addüktör ve fleksorları) 20 sn süren statik germe uygulamışlardır (17).

Dinamik denge testleri bir çok araştırmacı tarafından önerilmiş ve uygulanmıştır (4,5,7,11,15,16,20,23). Nardone ve ark. vücut salınımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında statik stabilometre kullanmışlardır (15). Bu çalışmanın amacı ısınma ve germe egzersizlerinin motor beceriye, koordinasyona ve postüral kontrole ne ölçüde etki ettiklerinin araştırılmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmaya tıp fakültesi 1. ve 2. sınıf öğrencisi 21 erkek katıldı. Araştırma öncesi tüm deneklere araştırma ile ilgili detaylı bilgi verildi ve gönüllü olanların çalışmaya katılmaları istendi. Sağ ayak tercihi olanlar çalışmaya alındı. Ayak tercihinin belirlenmesinde, bireylere baskın olarak kullandıkları ayakları soruldu, sonrasında duran ve hareketli topa vurmaları istenerek ifadeleri doğrulandı. Deneklerin testlerden önce ayrıntılı anamnezleri alınıp fizik muayeneleri yapıldı. Alt ekstremitte veya omurga yaralanma hikayesi olanlar, ameliyat geçirenler, vestibüler ve/veya merkezi sinir sistemi sorunu olanlar, dengeyi etkileyebilecek ilaç almış olanlar çalışmaya dahil edilmedi.

Araştırmaya konu olan 21 deneğin her biri ısınma, germe, ısınma-germe ve kontrol olmak üzere dört ayrı teste katıldı. Egzersizlerden

hemen sonra stabilometrik testler uygulandı. Stabilometrik ölçümlerde testler arasındaki süre kısa tutulduğunda öğrenme arttığı için (16), testler arasında en az bir gün ara verildi. Öğrenme faktörünün ortadan kaldırılması için testler çapraz tasarımda uygulandı. Uygulama sırası için dört testten 24 farklı test kombinasyonu hazırlandı ve her denek kura yolu ile kendi sırasını belirledi. Böylece her denegin testleri farklı sıralarda yapması sağlandı. Kontrol testinde denekler herhangi bir egzersiz yapmadan stabilometrik teste alındılar.

Isınma egzersizleri, kefeli tip bisiklet ergometresi (Monark Ergomedic 834E, İsveç) ile yapıldı. Kalp atım sayısı monitör (Polar) aracılığında kaydedildi. Çalışmada kullanılan stabilometre cihazı (Prospert ESP1000, Tümer Mühendislik) araştırmacıların kurumunda tasarımılanmıştı. İstenildiğinde transvers düzlemde öne-arkaya, sağa-sola üç boyutlu olarak hareket edebilecek şekilde ayarlanabilmekte, 200ms'de bir öne-arkaya ve sağa-sola açđ değerlerini kaydetmekte idi. Test sırasında stabilometrenin transvers düzlemdeki hareket açıklığı öne-arkaya, sağa-sola 17°'lik açđ sapmaları ile sınırlandırıldı. Deneklerin stabilometre üzerinde durdukları her sn için beş kez veri alınmakta ve bu veriler bilgisayar bağlantısı ile kaydedebilmekte idi. Stabilometrede elde edilen değerlerin sıfıra yakın olması dengenin iyi olduğunu gösterir.

Testlere uyum sağlamaları için deneklere test protokolleri ile ilgili bilgiler verildi. Testlere başlamadan önce deneklere ısınma ve germe egzersizleri gösterildi ve bir kez 30 sn için stabilometrik test uygulandı. Deneklerin test günü egzersiz yapmadan gelmiş olmalarına dikkat edildi. Isınma için denekler maksimal kalp atım sayısına karşılık gelen yükün %70'inde 10 dk süre ile bisiklet ergometresinde çalıştılar. Isınma protokolü tamamladıktan hemen sonra stabilometrik testler yapıldı. Germe egzersizleri sırasıyla peroneal, soleus, gastroknemius, tibialis anterior, kalça adduktorları, hamstring ve kuadriseps kas gruplarına dörder kez 30 sn süreli statik germe şeklinde uygulandı. Denekler germe egzersiz protokolü biter bitmez stabilometrik testlere alındı.

Deneklerin stabilometrik ölçümleri çıplak ayakla, dizleri hafifçe bükük ve yüzleri bilgisayar ekranına dönük şekilde yapıldı. Denekler stabilometre üzerinde tüm testlere standardizasyon sağlanması amacı ile aynı pozisyonda başladılar. Ölçümler esnasında deneklerin ellerinin bellerinde, ayaklarının platform üzerinde daha önceden belirlenen noktalarda olmasına dikkat edildi. Bilgisayar monitöründe konumlarına bakarak geribildirim alan denekler bu sayede daha iyi dengede durmaya çalıştılar. Stabilometrik testlerin her biri 30 sn sürdü ve üç kez tekrar edildi. Testler arasında deneklerin 60 sn dinlenmeleri sağlandı.

İstatistiksel analiz

Araştırma verilerinin istatistiksel analizinde SPSS for Windows istatistik paket programı kullanıldı. Ortalamalar arasındaki farkların istatistiksel anlamlılık düzeyleri eşleşmiş Student t-testi ile belirlendi.

BULGULAR

Araştırmaya katılan 21 deneğin ortalama yaşları 18.9 ± 0.8 yıl, vücut ağırlıkları 68.4 ± 7.5 kg, boy uzunlukları 173.6 ± 5.1 cm ve maksimal oksijen tüketimi ($\max\text{VO}_2$) 39.4 ± 8.5 ml/dk/kg idi. Isınma, germe, ısınma-germe egzersizleri ve kontrollerde 30 sn süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, ilk 10, 20 ve 30 sn'deki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları karşılaştırıldığında, germe ve ısınma-germede denge kayıpları ısınma ($p>0.05$) ve kontrolde ($p<0.05$) elde edilenlerden daha azdı (Tablo 1).

Tablo 1. Testlere ilişkin ilk 10, 20 ve 30 sn'deki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları değerleri (Ort. \pm SS)

Test	İlk 10 sn	İlk 20 sn	İlk 30 sn
Isınma	684.8 ± 50.5	1350.0 ± 105.1	2012.0 ± 154.1
Germe	$677.3 \pm 69.9^*$	$1332.8 \pm 141.8^*$	$1987.6 \pm 226.9^*$
Isınma-Germe	$670.2 \pm 65.7^*$	$1328.0 \pm 135.4^*$	$1990.7 \pm 196.2^*$
Kontrol	699.3 ± 35.9	1384.9 ± 79.3	2048.4 ± 128.4

* $p<0.05$ kontrole göre

Isınma, germe, ısınma-germe egzersizleri sonrası ve kontrollerde 30 sn süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde; 10, 20 ve 30 sn'de sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri germe ve ısınma-germe için ısınma ve kontrollerde gözlenenlerden daha düşüktü, ancak dört test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo 2).

Tablo 2. Testlere ilişkin stabilometrik ölçümlerde ilk 10, 20 ve 30 sn'de sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri (Ort. \pm SS)

Grup	İlk 10 sn	İlk 20 sn	İlk 30 sn
Isınma	332.7 ± 48.6	650.9 ± 91.3	974.1 ± 128.1
Germe	305.7 ± 45.0	612.7 ± 89.5	917.4 ± 137.1
Isınma-Germe	310.0 ± 47.8	599.8 ± 81.0	905.9 ± 25.7
Kontrol	318.3 ± 58.5	626.5 ± 115.3	927.8 ± 165.8

TARTIŞMA

Bu çalışmada propriosepsiyonu değerlendirmek için dinamik stabilometre kullanıldı. Ayak bileğindeki eklem hareket açıklıklarının eversiyon için 5-10°, inversiyon için 25-30°, plantar fleksiyon için 0-50°, dorsifleksiyon için 0-20° olduğu göz önüne alınarak, çalışmada kullanılan platformun açı sapmaları 17° olarak belirlendi. Böylelikle denekler olası bir ayak bileği yaralanmasına karşı korunmuş oldular. Çalışmada deneklerin bilgisayar monitöründen denge sapmalarını izleyerek geri bildirim almaları istendi. Görsel geri bildirim mekanizması denge performansını arttırmakta ve gözler açık şekilde testlerin yapılması daha yararlı olmaktadır (8).

Nordahl ve ark. test esnasında deneklerin gözlerinin kapalı olmasının ise öğrenme faktörünü arttırdığını; testler arasındaki süre ne kadar kısa olursa, öğrenmenin de o kadar fazla olduğunu saptamıştı (16). Bu çalışmada testler arasında en az bir gün ara verilerek öğrenme faktörü azaltıldı.

Stabilometrik ölçümlerde elde edilen sonuçlara göre; 10, 20 ve 30 sn'lik ölçümlerde, bileşik açı denge kayıpları germe ve ısınma+germe egzersizlerinde, ısınma egzersizlerine ve özellikle kontrol durumuna göre daha düşük bulundu. Elde edilen bu sonuçlara göre germe ve ısınma+germe egzersizlerinin propriosepsiyon üzerine olumlu etkiler yaptığı söylenebilir. Barrack ve ark. bale dansçıları ile sedanterlerin proprioseptif duyularını karşılaştırdıkları çalışmada, bale dansçılarının daha iyi proprioseptif duyuya sahip olduklarını gözlemişlerdir. Bu sonuç bale dansçılarının farklı nöral mekanizmaları, eklem laksiteleri ve kas gelişimlerine bağlanmıştır. Bale dansçılarının kas gelişimlerinin, kas içciklerini kas uzunluğundaki pasif değişimlere daha duyarlı hale getiriyor olabileceği ifade edilmiştir (1).

Gene buradaki bulguları destekler şekilde, germe egzersizleri sonunda artan esneklik ile eklem hareket açıklığının arttığı (22); germe egzersizlerinin esneklik üzerine ısınmadan daha etkili olduğu ve ısınmanın germe egzersizlerine katkıda bulunduğu bildirilmiştir (24).

Isınma egzersizleri yapan deneklerin anlamlı bir farklılık olmasa da kontrol durumuna göre daha iyi dengede durdukları saptandı. Isınma egzersizleri kas kontraksiyonunu ve sinir ileti hızını arttırmaktadır (14,19). Kas iç ısısının artışı kasılma gücünü de artırır (19,21). Motor kuvvet ve güç, koordinasyonun sağlanmasında büyük rol

oyarken, aktif hareketler sonucu oluşan yorgunluk denge mekanizmasını bozabilmektedir. Isınma egzersizleri sonunda deneklerin az da olsa yorulmaları, germe ve ısınma+germe egzersizlerinden daha çok denge kaybına neden olduğu söylenebilir. Nitekim; Johnston ve ark. yorgunluğun denge üzerine olumsuz etkileri olduğunu tespit etmişler (8); Kunduracioğlu ise gerek koşu, gerekse bisiklet egzersizlerinde salınımları ve denge kayıplarını dinlenmeye oranla daha yüksek bulmuştur (9).

Çalışmada 10, 20 ve 30 sn'lik ölçümlerdeki bileşik salınım değerleri, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, germe ve ısınma+germe durumlarında, kontrol ve ısınma durumlarından daha az bulundu. Bu durum, germe egzersizleri yapılırken ısınma sonucu oluşan yorgunluğun azalmasıyla açıklanabilir. Egzersiz sonrası 15 dk içinde toparlanmanın olduğu ve denge kaybının azaldığı bildirilmektedir (15). Ayakta durulduğunda ayak bileği postüral kontrol yaparak vücut postürünü korumaya çalışır. Eğer bu hareket kalıbında postüral kontrolde yetersizlik varsa, vücudun üst kısımlarında salınımların arttığı gözlenmiştir (23).

Literatürde salınım değerleriyle ilgili sonuçlar çelişkilidir. Stabilometre ile salınımlar değerlendirildiğinde, sakatlanan bacaklarda sağlam bacaklara oranla salınımlarda artış olduğu saptanmıştır (23). Cornwall ve Murrell de akut ayak bileği yaralanması geçiren hastalarla normal bireyleri karşılaştırdıkları çalışmalarında iki yıl sonra bile hasta grupta salınım değerlerini yüksek bulmuşlardır (3). Buna karşılık Gauffin ve ark. (6) daha önce ayak bileği burkulması geçiren ve geçirmeyen futbolcuları değerlendirdikleri çalışmalarında her iki grup arasında salınım değerleri açısından fark bulamamışlar; Lewis ve çalışma arkadaşları germe egzersizlerinin postüral kontrol üzerinde anlamlı bir değişiklik oluşturmadığını bildirmişlerdir (12).

Germe egzersizlerinin propriosepsiyon üzerindeki olumlu etkileri, muhtemelen tekrarlanan germe egzersizleri sonucunda kas içcikleri kas uzunluğundaki değişmelere daha hassas hale gelmesi neticesinde olabilir. Ayrıca kasın kasılma hızı ve sinir ileti hızının artması sonucunda, istemli ve refleks kas kasılma hızı ve gücünün artması denge kayıpları ve salınımın daha az olmasını sağlamış olabilir. Eklem hareket açıklığının artması da postüral kontrolde etkili olmuş olabilir. Kas reseptörleri eklem pozisyon ve hareketinin algılanmasında önemli bir role sahiptir (1). Somatosensör sistem, periferik eklem ve kas-tendon reseptörlerinden kasın boyu ve gerimiyle ilgili değişiklikleri ve eklem

pozisyon ve hareketiyle ilgili bilgileri alır (10,11). Golgi tendon organı ve diğer proprioseptörler uzayda vücut pozisyon hissini algılanması ve dengenin devamına yardımcı olurlar (2). Ayrıca kas kontraksiyonları kinestetik performansı arttırmaktadır. Bu da muhtemelen bacak kaslarındaki kas içcikleri ve Golgi tendon organlarının ayak bilekleri hakkında bilgi sağlamalarından kaynaklanır (18).

Bu bilgiler ve çalışmanın sonuçları ışığında, ısınma ve germe egzersizleri aracılığında alt ekstremitte kas gücünde, eklem hareket açıklığında, refleks ve istemli kas kontraksiyon hızlarında oluşan artışın spora ilişkin yaralanmaların önlenmesinde ek bir katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu konunun daha fazla aydınlığa kavuşması için ısınma ve germe egzersizlerinden sonra elektromiyografik inceleme ve proprioseptif algılamanın çalışılması uygun bir yaklaşım olabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Barrack RL, Skinner HB, Cook SD: Proprioception of the knee joint. *Am J Phys Med* **63**: 175-81, 1984.
2. Behm DG, Bambury A, Cahill F, Power K: Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc* **36**: 1397-402, 2004.
3. Cornwall MW, Murrell P: Postural sway following inversion sprain of the ankle. *J Am Podiatr Med Assoc* **81**: 243-7, 1991.
4. Ekdahl C, Jarnlo GB, Andersson SI: Standing balance in healthy subjects. *Scand J Rehab Med* **21**: 187-95, 1989.
5. Friden T, Zatterström R, Lindstrand A, Moritz U: A stabilometric technique for evaluation of lower limb instabilities. *Am J Sports Med* **17**: 118-22, 1989.
6. Gauffin H, Tropp H, Odenrick P: Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med* **9**: 141-4, 1988.
7. Jerosch J, Prymka M: Proprioception and joint stability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **4**: 171-9, 1996.
8. Johnston RB, Howard ME, Cawley PW, Losse GM: Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Med Sci Sports Exerc* **30**: 1703-7, 1998.
9. Kunduracioğlu B: Koşu ve bisiklet egzersizleri öncesi ve sonrası alt ekstremitte proprioepsiyonunun değerlendirilmesi. *Uzmanlık tezi*. Ankara Üniversitesi, 1999, pp 39-54.
10. Lephart SM, Henry T: Functional rehabilitation for the upper and lower extremity. *Orthop Clin North Am* **26**: 579-92, 1995.

11. Lephart SM, Pincivero DM, Rozzi SL: Proprioception of the ankle and knee. *Sports Med* **25**: 149-55, 1998.
12. Lewis NL, PT, Brismée JM, James RC, Sizer PS, Sawyer SF: The effect of stretching on muscle responses and postural sway responses during computerized dynamic posturography in women and men. *Arch Phys Med Rehabil* **90**: 454-62, 2009.
13. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Dyhre-Poulsen P, McHugh MP, Kjaer M: Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Arch Phys Med Rehabil* **77**: 373-8, 1996.
14. Malone TR, Garrett WE, Zachazewski EJ: Athletic injuries and rehabilitation. In: *Muscle: Deformation, Injury, Repair*. Zachazewski EJ, David JM, Quillen WS (Eds), Philadelphia, WB Saunders Co, 1996, pp 71-91.
15. Nardone A, Jessica T, Massimo G, Marco S: Time course of stabilometric changes after a strenuous treadmill exercise. *Arch Phys Med Rehabil* **79**: 920-4, 1998.
16. Nordahl SHG, Aasen T, Dyrkorn BM, Eidsvik S, Molvaer OI: Static stabilometry and repeated testing in a normal population. *Aviat Space Environ Med* **71**: 889-93, 2000.
17. Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, Graham BJ: A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc* **32**: 271-7, 2000.
18. Refshauge KM, Fitzpatrick RC: Perception of movement at the human ankle: effect of leg position. *J Physiol* **488**: 243-8, 1995.
19. Safran MR, Garrett WE, Seaber AV, Glisson RR, Ribbeck BM: The role of warmup in muscular injury prevention. *Am J Sports Med* **16**: 123-9, 1988.
20. Schieppati M, Tacchini E, Nardone A, Tarantola J, Corna S: Subjective perception of body sway. *J Neurol Neurosurg Psych* **66**: 313-22, 1999.
21. Strickler T, Malone T, Garrett WE: The effects of passive warming on muscle injury. *Am J Sports Med* **18**: 141-5, 1990.
22. Taylor DC, Dalton DJ, Seaber AV, Garrett WE: Viscoelastic properties of muscle-tendon units. *Am J Sports Med* **18**: 300-9, 1990.
23. Tropp H, Alaranta H, Renström A: Proprioception and coordination training in injury prevention. *Sports Injuries* **21**: 277-88, 1992.
24. Wiktorsson-Moller M, Öberg B, Ekstrand J, Gillquist J: Effects of warming up, massage, and stretching on range of motion and muscle strength in the lower extremity. *Am J Sports Med* **11**: 249-52, 1983.