

## ELİT GÜREŞÇİLERİN OMUZ KASLARININ İZOKİNETİK DEĞERLENDİRİLMESİ

T. AYDIN\* T.A. KALYON\*\* H. YAĞMUR Ü. GENÇ\*\*\* S. KURDAK

### ÖZET

Üst ekstremitelerin daha yoğun olarak kullanıldığı spor dallarında, omuz eklemine stabilitesini sağlayan agonist kasların kuvvet dengesizliği, omuz sakatlıklarında önemli rol oynar. Bu çalışmanın amacı, elit güreşçilerin omuz eksternal-internal rotatör, abdükör-addükör ve fleksör-ekstansör kaslarının izokinetik kas performans karakterlerini ölçüp değerlendirmek ve kuvvet profillerini tesbit etmektir. Sağlıklı elit güreşçilerle (n=13) kontrol grubunun (n=10) omuz kasları, Cybex II<sup>(\*)</sup> izokinetik dinamometre kullanılarak ölçüldü. İzokinetik testler, 60 ve 180°/sn'lik hızlarda uygulandı. Olgularda, agonist omuz kaslarının pik (peak:zirve) tork/vücut ağırlığı, agonist/antagonist oranı ve work (iş) değerleri ölçüldü. İstatistiksel analizler Mann Whitney-U testi kullanılarak yapıldı. Buna göre 60°/sn ile uygulanan izokinetik test parametreleri güreşçilerde, sporcu olmayanlara göre anlamlı derecede fark bulundu (p<0.05). Buna karşılık 180°/sn ile incelenen kassal parametrelerin pek çoğunda anlamlı fark tespit edilmedi. Elde edilen sonuçlar, güreşçilerin nondominant omuz eklemlerinde ekstansörlere oranla fleksörlerin, kontrol grubuna göre daha yetersiz gelişimini gösterdi. Güreşçilerin agonist-antagonist pik tork oranları arasındaki farklar, istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamasına karşın, takım içindeki bireysel yetersizlikler tespit edilip değerlendirildi. Hem güreşçilere, hem de antretörlere gerekli bilgiler verildi. Güreşçilerin gerek antrenmanlarında, gerek sakatlık sonrası rehabilitasyon programlarında, bu tip değerlendirmelerin yapılması ve saptanan eksiklikleri giderecek aktivitelere yer verilmesinin yararlı olacağı kanısına varıldı.

**Anahtar Sözcükler:** Omuz kasları, izokinetik dinamometri, güreşçi.

\* GATA Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara, Yrd. Doç. Dr.

\*\* GATA Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara, Prof. Dr.

\*\*\* GATA Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara, Fzt.

\*\*\*\* Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Anabilim Dalı, Adana, Uzm. Dr.

## SUMMARY

### ISOKINETIC EVALUATION OF SHOULDER MUSCLES IN ELITE WRESTLERS

*In those sports where upper extremities are extensively used, the imbalance in agonist muscles providing the stability of the joint plays an important role in shoulder injuries. The purpose of this study is to investigate the isokinetic test parameters of shoulder muscles, including external-internal rotators, abductors-adductors, and flexors-extensors, and as well to assess the strength profiles of these muscles. Shoulder joint muscles of 13 healthy elite wrestlers and of 10 healthy non-active subjects were tested using a Cybex II <sup>(4)</sup> Isokinetic dynamometer. Tests were applied in two different isokinetic speeds of 60°/sec and 180°/sec. Peak torque, peak torque/body weight, agonist/antagonist and work rate parameters were investigated. Statistical analyses were made using the Mann Whitney-U test. Most of the test parameters in wrestlers' muscles displayed significant differences in parameters at 180°/sec speed. Results obtained in this study revealed relatively insufficient improvements in flexor muscles of nondominant shoulder joints of the wrestlers. Following the overall evaluation of these results, both wrestlers and coaches were informed in this regard. In conclusion, we suggest that such assessments are of value for both training and post-injury periods in active sportmen. This will also help reveal the deficiencies and find out remedies to overcome them.*

**Key Words:** *Shoulder muscles, isokinetic dynamometry, wrestling*

## GİRİŞ

Omuz kompleksi; klavikula, spakula ve humerusun yaptıkları glenohumeral, sternoklavikular, akromioklaviular ve skapulotorasik eklemlerden meydana gelmiştir. Bu kompleks, glenohumeral ve skapulotorasik eklemlerin kombine hareketleri sonucu, vücudun en mobil bölgesidir. Üst ekstremiterin normal hareketi ve tam elevasyonu için skapula, klavikula ve humerusun eş zamanlı, koordineli hareketleri gereklidir (2, 5, 13).

Glenohumeral eklem, glenoid fossanın sığ oluşu, humerus başının glenoide oranla daha büyük oluşu ve eklem yüzeylerinin uyumsuzluğu nedeniyle, anatomik olarak instabil yapıdadır. Glenohumeral

eklemin dinamik stabilizasyonu, rotator kaf kasları (supraspinatus, infraspinatus, teres minör, subskapularis), deltoid ve biceps braki'nin uzun kolu sağlar. Bu kasların primer rolü, humerus başını, aktif kol hareketleri sırasında glenoid fossaya doğru bastırarak, glenohumeral stabiliteyi sağlamaktır. Humerus başının glenoid çukurun merkezine kompresyonunu sağlayan bu dinamik kuvvetlerin, eşit ve dengede olması çok önemlidir. Bu denge sayesinde, aktif kol hareketleri sırasında humerus başının yer değiştirmesi minimuma iner.

Dinamik stabilitede rol oynayan başlıca üç faktör vardır: 1) Rotator kaf ve deltoid kaslarının, humerus başını eklem boşluğuna doğru sıkıştırmasıyla oluşan eklem kompresyonu, 2) Rotator kaf tendonlarının omuz kapsülüyle kaynaşması; rotator kaf kasıldığında, kapsüldeki gerilme artar ve humerus başı glenoid fossa içinde korunmuş olur, 3) Nöromüsküler kontrol mekanizmasının geliştirilip, eklem pozisyon duyusunun korunması (3, 4, 16).

Omuz eklemi kompleksi, spor yaralanmalarından en çok etkilenen kısımlardan birisidir. Özellikle baş üstü kol hareketlerinin sık tekrar edildiği spor dallarında (güreş, yüzme, atma v.b.), humerus başının glenoid çukurun merkezine kompresyonunu sağlayan bu dinamik kuvvetlerin arasındaki denge bozulur ya da eşitlenmezse, omuz kompleksi eklem kapsülü ve rotator kasların enflamasyonuna neden olan tekrarlayıcı yüksek streslere maruz kalır. Sonuç olarak; bu tip kronik enflamasyon, kas etkinliğinde azalma ve atrofiye, dinamik stabilitenin zayıflamasına, humerus başı translasyonuna ve fonksiyonel instabiliteye neden olur. Bu nedenle güreş ve benzeri spor dallarında, sporcuların antrenmanlarında veya sakatlanma sonrası rehabilitasyon programlarında, omuz ekleminin dengesini sağlayan kuvvetlerin verimliliği mutlaka artırılmalı ve glenohumeral eklemin dinamik stabilitesi sağlanmalıdır (7, 12, 16).

Bu çalışmanın amacı, elit güreşçilerin omuz eksternal-internal rotatör, abdüktör-addüktör ve fleksör-ekstansör kaslarının izokinetik kas performans karakterlerini ölçüp değerlendirmek ve kas kuvvet profillerini tespit etmektir.

## **GEREÇ VE YÖNTEM**

GATA Spor Hekimliği Anabilim Dalı Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı'na başvuran sağlıklı elit güreşçilerle (n=13), kontrol gru-

bundan (n=10) oluşan toplam 23 olgu çalışmaya alındı. Olgularla ilgili demografik bulgular Tablo 1'de görülmektedir.

Olguların klinik muayeneleri hazırladığımız sporcu değerlendirme formu ile yapıldı. Sporcuların test öncesi boyları, yaşları, dominant ekstremiteleri ile omuz ve dirsek eklemler hareket açıklıkları goniometrik olarak ölçülerek kaydedildi. Test öncesi her olguya, ısınma amacıyla 5 dakika düşük yoğunlukta, 881 Monark Kol Ergometresi ile kol çevirme egzersizi yaptırıldı.

Tablo 1. Olguların demografik özellikleri.

	GÜREŞ (n=13)		KONTROL (n=10)	
	Ortalama	SD	Ortalama	SD
Yaş (yıl)	21.5	1.8	26.2	6.2
Kilo (kg)	67.3	16.7	70.1	9.6
Boy (cm)	170.9	8.7	178.0	8.4

Dominant ve nondominant ekstremiteri teste alındı ve test sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir patojenik veya nörolojik sorun olmamasına dikkat edildi. Test gününden 24 saat önce yorucu aktivitelerden uzak durmaları önerildi. Test için Cybex II (+) izokinetik dinanometre kullanıldı. Teste başlamadan önce bütün olgulara testin amacı ve koşulları anlatıldı. Olguların adepte olmaları amacıyla, üç submaksimal kasılma yaptırıldı. Çalışmada, kontrol grubu ve elit güreşçilerin omuz eksternal-internal rotatör, abdük-tör-addük-tör ve fleksör-ekstansör kaslarının izokinetik kas performans parametreleri, 60 ve 180°/sn hızlarda ölçülüp değerlendirildi. Test pozisyonları için kılavuz el kitapçığında önerilen pozisyonlar kullanıldı (6.11). Omuz abdük-tör-addük-tör kas kuvvetlerinin ölçümü için, test masasında oturur pozisyonda, bel ve toraks bandlarla immobilize edildi ve böylece test esnasında gövde hareketleri önlendi. Internal-eksternal rotasyon sırasında, omuz ve dirsek eklemleri 90° fleksiyonda iken test pozisyonu uygulandı.

Fleksiyon-ekstansiyonda ise olgular dinamometreye paralel olarak test masasına yatırıldı; kalça ve torakstan bandlarla tespit edildi. İzokinetik testler, 60 ve 180°/sn hızlarda uygulandı. 60°/sn hızda 5 maksimal kontraksiyon, 180°/sn hızda ise 10 kontraksiyon yaptırıldı ve hız değişimi arasında birer dakika istirahat verildi. Olguların dominant-nondominant omuz kaslarının pik tork, pik tork/vücut ağırlığı, agonist/antagonist ve work değerleri ölçüldü. İstatistiksel analizler Mann Whitney-U testi kullanılarak yapıldı.

### BULGULAR

Elit güreşçilerin (n=13) ve kontrol (n=10) gruplarının izokinetik test sonuçlarının değerlendirilmesi Tablo 2'de görülmektedir. Güreşçilerin dominant-nondominant omuz kaslarının (eksternal-internal rotatör, abdüktör-addüktör ve fleksör-ekstansör) izokinetik pik torkları, agonist/antagonist ve work değerleri, kontrol grubu ile bilateral olarak karşılaştırıldı. Böylece 60°/sn hızda, güreşçilerin dominant-nondominant eksternal ve internal rotatorlarının ortalama pik torkları, kontrol grubu ile bilateral karşılaştırıldığında, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p<0.05$ ). Aynı anlamlılık, abdüktör-addüktör ve fleksör-ekstansörlerin ortalama pik torklarında da elde edildi ( $p<0.05$ ). Ayrıca 60°/sn hızda, güreşçilerin dominant-nondominant abdüktör/addüktör ve fleksör/ekstansör oranları, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0.05$ ). Eksternal rotator/internal rotator oranlarında ise anlamlı fark saptanmadı.

Gene 60°/sn hızda, güreşçilerin dominant-nondominant addüktör/abdüktör ve fleksör/ekstansör oranları, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0.05$ ). Eksternal rotator/internal rotator oranlarında ise fark saptanmadı. Buna karşın 180°/sn hızda, güreşçilerin dominant-nondominant work değerleri, kontrol grubu ile bilateral kıyaslandığında, sadece dominant-nondominant ekstansiyon ve non-dominant addüksiyon work değerleri istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p<0.05$ ).

Tablo 2. Güreş ve kontrol grubunun dominant-nondominant omuz kaslarının pık tork değerleri (Ort ± SD).

	GÜREŞ		KONTROL	
	Dominant	Nondominant	Dominant	Nondominant
Ekst.Rotasyon	34.4 ± 13.1	33.3 ± 12.9	26.4 ± 8.8	25.2 ± 7.5
İnt.Rotasyon	67.0 ± 19.4	60.5 ± 16.1	51.3 ± 10.7	46.4 ± 9.2
Abdüksiyon	82.9 ± 31.1	85.6 ± 26.7	66.1 ± 17.6	69.0 ± 15.9
Addüksiyon	132.1 ± 40.4	123.9 ± 39.2	117.7 ± 20.4	111.6 ± 15.0
Fleksiyon	65.0 ± 14.7	61.0 ± 13.1	52.0 ± 9.9	53.3 ± 14.1
Ekstansiyon	102.4 ± 24.1	101.0 ± 24.6	81.8 ± 12.8	75.6 ± 12.9

Tablo 3. Güreş ve kontrol grubunun dominant-nondominant omuz kaslarının agonist/antagonist değerleri (Ort ± SD).

	GÜREŞ		KONTROL	
	Dominant	Nondominant	Dominant	Nondominant
Ekst.R/İnt.R.	56.3 ± 7.7	54.9 ± 8.3	52.0 ± 11.9	52.6 ± 13.6
Abd/Add.	59.5 ± 17.1	65.5 ± 15.6	59.6 ± 15.0	63.9 ± 16.3
Fleks./Ekst.	64.7 ± 8.3	60.9 ± 4.3	64.1 ± 7.9	70.3 ± 10.9

Tablo 4. Güreş ve kontrol grubunun dominant-nondominant omuz kaslarının work değerleri (Ort ± SD).

	GÜREŞ		KONTROL	
	Dominant	Nondominant	Dominant	Nondominant
Ekst.Rotasyon	354.4 ± 220.7	356.4 ± 202.2	237.1 ± 135.1	257.5 ± 158.4
İnt.Rotasyon	1020 ± 530	933.0 ± 392.7	713.2 ± 207.8	723.8 ± 133.9
Abdüksiyon	597.9 ± 576.9	608.2 ± 484.3	461.3 ± 268.6	522.7 ± 301.6
Addüksiyon	878.9 ± 386.7	983.8 ± 274.5	756.4 ± 329.4	725.0 ± 238.8
Fleksiyon	1026 ± 350	929.2 ± 376.9	1064 ± 308	877.9 ± 239.4
Ekstansiyon	1568 ± 577	1561 ± 440	1374 ± 409	1214 ± 239

Tablo 5. Güreş ve kontrol grubunun dominant-nondominant omuz kaslarının yüzde pik tork değerleri.

	GÜREŞ		KONTROL	
	Dominant	Nondominant	Dominant	Nondominant
Ekst.Rot (%)	37	33	26	25
İnt.Rot (%)	67	60	47	47
Ekst.Rot./İnt.Rot. (%)	56	55	56	55
Abdüksiyon (%)	83	85	67	65
Addüksiyon (%)	132	124	89	84
Abd./Add.	60	65	76	79
Fleksiyon (%)	65	61	52	50
Ekstansiyon (%)	102	102	64	63
Fleks./Ekst. (%)	68	61	83	80

### TARTIŞMA

Güreş gibi baş üstü kol hareketlerinin sık tekrar edildiği spor dallarında, omuz eklemleri üzerine fazla miktarda yük biner. Bu tür hareketleri sık yapan sporcuların sakatlıklardan korunması, sakatlık sonrası rehabilitasyonları, gerek sporcu gerekse antrenör ve hekim için önemli sorun oluşturur. Omuz eklem kompleksinin sağlıklı çalışabilmesi için, hareket ve stabilite arasındaki nazik dengenin korunması gerekir. Omuz eklemi, kolay sakatlanabilen bir anatomik yapıya sahiptir. Kas yorgunluğu, egzantrik yüklenme, instabilite ve rotator kaf sıkışması arasındaki karmaşık etkileşim, bu sporcularda omuz saktlıklarının oluşmasına neden olmaktadır (7, 10, 12).

Çalışmamızda, 60°/sn hızda güreşçilerin hem dominant, hem de nondominant eksternal-internal rotatorların, abdüktör-addüktörlerin ve fleksör-ekstansörlerin ortalama pik tork değerleri, kontrol grubu ile bilateral karşılaştırıldıklarında, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Sürekli antrenman yapan güreşçilerle sedanter yaşayan bireyler arasında, kuvvet açısından güreşçilerin lehine bir üstünlük bulunması doğaldır.

Güreşçilerle kontrol grubu arasındaki bu kuvvet üstünlüğü, test hızı arttırıldığında devam etmemektedir: 180°/sn hızda güreşçilerin

dominant-nondominant work değerleri, kontrol grubu ile bilateral kıyaslandığında, sadece ekstansiyondaki work ve nondominant addüksiyon work değerleri anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bu sonuca bakarak, güreşçilerin omuz çevresi kaslarının, yüksek hızdaki iş kapasitelerinin, sporcu olmayan kişilerden daha fazla olmadığı sonucunu çıkarmak yanlış bir yorum olacaktır. Güreş sporunun niteliği itibariyle, antreman ve müsabaka sırasında, omuz çevresinde konsantrik veya egzantrik türde, çok yoğun çekme ve itme hareketleri yapılmaktadır. Kısaca SAID prensibi olarak bilinen, "kasların yüklenme şekillerine göre gelişen özgün adaptansiyon" sürecine uygun olarak, omuz çevresi kasları bu yönde gelişmektedir. Yüksek hızda ve tekrarlayıcı türde hareketler güreşte olmadığından, kasların bu niteliğinde anlamlı bir gelişme saptanamamıştır. Yüksek hızda ve tekrarlayıcı tür hareketlerle karakterize koşma, yüzme ve bisiklet gibi sporları yapanlarda ise, bu durumun tersine, kasların 180 ve 240 derece/sn'lik work parametrelerinde ciddi artışlar beklenebilir. Bu çalışmada  $60^\circ/\text{sn}$  hızda güreşçilerin dominant-nondominant eksternal/internal oranı dışında, abdüktör/addüktör ve fleksör/ekstansör oranları, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, aralarında anlamlı bir fark tespit edildi ( $p<0.05$ ).

Literatürde, güreşçilerin omuz kaslarının izokinetik değerlendirmesi ile ilgili herhangi bir makaleye rastlayamadık. Dolayısıyla çalışmamızın sonuçlarını başüstü hareketlerin sık yapıldığı spor dallarıyla (yüzme, atma vb.) ilgili literatürle kıyaslayabildik. Birçok yazar (1, 8, 9, 14), agonist/antagonist omuz kas oranlarının sonuçlarını bildirmişlerdir. Ivey ve ark (9), Alderink ve Kuck (1), beyzbol oyuncularında eksternal/internal rotator oranını yaklaşık olarak %66 olarak bildirmişlerdir. Aynı sonucu, Hinton (8) %70-75 olarak bildirmiştir. Ivey ve ark. (9) omuz addüktörlerinin abdüktörlere göre iki kez daha güçlü olduklarını, Alderink ve Kuck (1) ise abdüktörlerin addüktörler kadar güçlü olduklarını bildirmektedirler.

Çalışmamızda, güreşçilerin dominant-nondominant, eksternal/internal rotator oranları sırasıyla %56 ve %55 olup kontrol grubu ile kıyaslandığında anlamlı olarak farklıdır. Pekçok çalışmada, baş üstü kol hareketleri yapan sporcuların omuz kaslarında hipertrofi olduğu ve buna bağlı asimetri geliştiği belirtilmiştir. Ek olarak, bu sporcularda eksternal rotasyonun arttığı ve internal rotasyonun azaldığı



gösterilmiştir (12, 15, 17). Çalışmamızda, güreşçilerin rotatorlarının kuvvetlendiği, rotator oranlarının ise kontrol grubunun oranları ile aynı kaldığı, yani dengenin korunduğu görülmektedir.

Güreşçilerin dominant-nondominant abdükör/addükör oranları sırasıyla %59.5 ve %65 olup, kontrol grubu ile kıyaslandıklarında aralarındaki fark anlamlı tesbit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Güreşçilerin antrenman programı içinde addükörlere, abdükörlere oranla daha fazla önem verdikleri ve oranın addükörler lehine bozulduğu söylenebilir. Aynı sonuç, fleksiyon/ekstansiyon oranında da meydana gelmiş olup bu oran ekstansörlerin lehine bozulmaktadır. Bu sonuçlar gözönüne alınarak, çalışmaya alınan güreşçilerin kuvvet antrenman programlarında, fleksör ve abdükörlere yönelik kuvvet antrenmanlarına daha fazla önem vermeleri önerildi.

Atma, güreş, tenis ve yüzme gibi omuzlarını sürekli olarak kullanmak durumunda kalan sporcuların, eklem kapsülünde bir süre sonra gevşemeler olmaktadır. Bu gevşekliğin giderilmesi için eklem çevresindeki kasların ve bilhassa omuz çevresi kaslarının yeteri kadar güçlendirilmesi zorunludur. O halde sporcularda omuz eklemine istenilen hareketleri tam anlamıyla yerine getirebilmeleri için, 1) Hareket açısının yeteri kadar gelişmesi, 2) Kapsülün yeteri kadar gevşeyebilmesi; buna karşılık eklemi oluşturan kemiklerin pozisyonunu yitirmemesi için kas gücünün artırılmasına ihtiyaç vardır.

#### KAYNAKLAR

1. Alderink GJ, Kuck DJ: Isokinetic shoulder strength of high school and college age pitchers. *J Orthop Sports Phys Ther* 7: 163-72, 1986.
2. Allegrucci M, Whitney SL, Irrgang J: Clinical implication of secondary impingement of the shoulder in freestyle swimmer. *J Orthop Sports Phys Ther* 20: 307-18, 1994.
3. Boublik M, Hawkins R: Clinical examination of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther* 18: 379-85, 1993.
4. Brown LP, Niehues SL, Andrew H: Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators in major league baseball players. *Am J Sports Med* 16: 577-85, 1988.
5. Culham E, Peat M: Functional anatomy of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther* 18: 342-50, 1993.

6. Cybex Division of Lumex Inc: Isolated Joint Testing and Exercise. *A Handbook for Using Cybex II and UBXT*. Ronkonkoma, NY. 31-48, 1983.
7. Ergun A, Kalyon TA, Yağmur H, Bilgiç F: Omuz sıkışma sendromunda izokinetik egzersiz tedavisiyle alınan sonuçlar. *Romatizma* 7: 11-8, 1992.
8. Hinton RY: İzokinetik evaluation of shoulder rotational strength in high school baseball pitchers. *Am J Sports Med* 16: 274-9, 1988.
9. Ivey FM, Calhaun JH, et al: İzokinetik testing of shoulder strength: normal values. *Arch Phys Med Rehab* 66: 334-86, 1985.
10. Jobe FW, Pink M: Classification and treatment of shoulder dysfunction in the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther* 18: 427-32, 1993.
11. Kalyon TA, Ergun A, Gündüz Ş, Yağmur H, Özçelik A: Fiziksel performansın ölçülmesinde izokinetik sistemlerin değeri. *Spor Hekimliği Dergisi* 27: 9-15, 1992.
12. Litchfield R, Hawkins R, Dilman CJ: Rehabilitation for the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther* 18: 433-41, 1993.
13. Paine RM, Voight M: The role of the scapula. *J Orthop Sports Phys Ther* 18: 386-91, 1993.
14. Wilk KE, Andrews JR: The strengt characteristics of internal and external rotator muscle in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med* 16: 274-9, 1988.
15. Wilk KE, Arrigo C, Andrews JR, Keirns MA: The internal and external rotator strength characteristics of professional baseball pitchers. *Am J Sports Med* 21: 61-6, 1993.
16. Wilk KE, Arrigo C: Current concepts in the rehabilitation of the athletic shoulder. *J Orthop Sports Phys Ther* 18: 365-78, 1993.
17. Wilk KE, Voight ML, Keirns MA, Gambetta V, Andrews JR: Stretch-shortening drills for the upper extremity; theory and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther* 17: 225-39, 1993.