

DİZ ÖN AĞRILI HASTALARDA PROPRİOSEPSİYON

Yavuz YILDIZ*, Taner AYDIN*, Ufuk ŞEKİR*, Tunç Alp KALYON*

ÖZET

Bu çalışmada diz ön ağrılı ve kontrol bireylerde pasif diz eklem pozisyon hissini araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmaya tek taraflı diz ön ağrısı ve ortalama yaşları 23.3 ± 3.6 olan 24 erkek sedanter denek ile kontrol grubu olarak da ortalama yaşları 22.6 ± 2.9 olan 24 sağlıklı erkek sedanter birey dahil edildi. Diz eklemi propriosepsiyonunun değerlendirilmesinde pasif diz eklemi pozisyon hissi Cybex Norm izokinetik dinamometresinin devamlı pasif hareket modu kullanılarak $1^\circ/\text{sn}$ açısal hızda ölçüldü. Deneklerin dizleri 25° başlangıç pozisyonundan fleksiyon yönünde ve 65° başlangıç pozisyonundan ekstansiyon yönünde hareket ettirilerek, sırası ile 40° ve 50° olan test açılarını bulmaları istendi. Her iki grup arasındaki hata verilerinin karşılaştırılması independent t-testi ile yapıldı. Pasif eklem pozisyon hissi hatası diz ön ağrısı olan ve kontrol grupta sırası ile 40° için $3.1 \pm 2.2^\circ$ ve $1.9 \pm 1.0^\circ$ ($p < 0.05$), 50° için ise $2.4 \pm 1.2^\circ$ ve $1.4 \pm 0.7^\circ$ ($p < 0.01$) olarak hesaplandı. Bu çalışma kontroller ile karşılaştırıldığında patellofemoral ağrılı bireylerde eklem pozisyon hissini daha az doğru ve tutarlı olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak patellofemoral ağrı sendromunun tedavi yaklaşımında proprioseptif eğitiminin de ilave edilmesinin uygun olacağını söylemek mümkündür.

Anahtar sözcükler: Diz ön ağrısı, patellofemoral eklem, propriosepsiyon

SUMMARY

PROPRIOCEPTIVE ABILITIES IN PATIENTS WITH ANTERIOR KNEE PAIN

The aim of this study was to investigate passive knee joint position sense in individuals with anterior knee pain and control subjects. A total

* Gülhane Askeri Tıp Akademisi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara

of 24 sedentary male patients (mean age: 23.3 ± 3.6) with unilateral anterior knee pain and control group 24 healthy male volunteers (mean age: 22.6 ± 2.9) were enrolled in the study. For the evaluation of knee proprioceptive ability, passive joint position sense was measured by continuous passive motion mode with an isokinetic dynamometer (Cybex Norm, USA) at $1^\circ/\text{sec}$ angular speed. Subjects' knees were moved from the starting position of 25° toward flexion and from the starting position of 65° toward extension, to assess the 40° and 50° test angles respectively. Independent samples t-test was performed to compare error scores between the two groups. Passive joint position sense error scores were measured in anterior knee pain and control groups as $3.1 \pm 2.2^\circ$ and $1.9 \pm 1.0^\circ$ ($p < 0.05$) for 40° ; as $2.4 \pm 1.2^\circ$ and $1.4 \pm 0.7^\circ$ ($p < 0.01$) for 50° , respectively. The present study revealed that joint position sense was less accurate and less consistent in individuals with patellofemoral pain compared with controls. Consequently, based on the results of this study, it would seem appropriate to include proprioceptive reeducation in the management of patellofemoral pain syndrome.

Key words: Anterior knee pain, patellofemoral joint, proprioception

GİRİŞ

Patellofemoral eklemden kaynaklanan patellofemoral ağrı sendromu sık görülen ve fiziksel aktif genç ve adölesanları etkileyen, kas iskelet sisteminin ağırlı bir durumudur (25). Semptomlarının diz önünden başlaması ve yaygın oluşu karakteristik özelliğidir. Patellofemoral ağrının aktivite ile tetiklenmesi önemli bir özelliğidir ve merdiven çıkma ve inme, yokuş yukarı ya da aşağı yürüşler, çömelme ve uzun süreli oturma gibi patellofemoral kompresif kuvvetleri arttıran fonksiyonel hareketlerde de şiddeti artmaktadır (8). Patellofemoral ağrı sendromunun oluşmasında femurun trochlear oluşu içinde patellanın anormal lateral hareketinin anahtar bir rol oynadığı düşünülmüştür (5,21). Dizin fleksiyon-ekstansiyonu esnasında patellanın trochlear oluk içinde bu uygun olmayan yer değiştirmesi patellofemoral eklemdaki kuvvetlerin büyüklüğünü ve dağılımını etkiler (9), bunun sonucunda da bu eklemdaki yüklerin artması ve oluşan ağrının da diz ön ağırlı hastalarda proprioepsiyonda bir azalmaya yol açması olasıdır. Aktif (kaslar) ve pasif (kemikler/ligamanlar) yapılardan elde edilen proprioseptif bilgiler yaygın olarak patellanın hareketinin nöromüsküler kontrolüne katkıda bulunurlar. Patellofemoral ağrı sendromuna sıklıkla patellofemoral instabilite de eşlik etmektedir. Bu instabilite basit olarak ağrıya bağlı quadriceps kasında oluşan refleks

inhibisyonun sonucu ortaya çıkabileceği gibi, aynı zamanda mekanoreseptörlerdeki yaralanma sonucu proprioepsiyondaki bir yetersizliğin neticesinde de görülebilir (8).

Proprioepsiyon özelleşmiş bir duyu olarak kabul edilmekte ve eklem hareketi (kinestezi) ve uzaydaki eklem pozisyonu (eklem pozisyon hissi) duyularını kapsamaktadır (16,18). Bu sisteme bilgi akışları, kütanöz, dokunma ve basınç reseptörlerinden ve mekanoreseptörler olarak adlandırılan afferent sinirler tarafından yapılmaktadır (12). Ayak bileği, diz ve omuz eklemlerinde morfo-histolojik olarak, mekanoreseptörler tanımlanmıştır (1,17,19). Proprioseptif mekanizma, sporda, günlük yaşam aktivitelerinde ve bazı mesleki becerilerde eklemün uygun fonksiyonu için gereklidir (12).

Diz ön ağrısı olan bireylerde proprioepsiyon birbiri ile çelişen sonuçları olan üç çalışmada araştırılmıştır (2,11,14). Bu çalışmalarda proprioepsiyonun değerlendirilmesi açık ve kapalı kinetik olarak yük binmiş ve binmemiş durumda ve aktif olarak eklem pozisyon duygusunu bulmaya yönelik yapılmıştır. Bu çalışmada farklı olarak diz ön ağrılı ve kontrol bireylerde proprioepsiyon göstergesi olarak pasif diz eklem pozisyon hissini araştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Denekler: Tek taraflı diz ön ağrısı olan 24 erkek sedanter denek ile kontrol grubu olarak da 24 sağlıklı erkek sedanter birey bu araştırmaya dahil edildi. Testler hasta grubunda ağrının olduğu dizde ve kontrol grubunda ise, yapılan çalışmalarda (19) her iki alt ekstremite arasında proprioepsiyonun farklı olmadığı gösterilmesinden dolayı, sadece dominant dizde uygulandı. Diz ön ağrısı olan deneklerin tümü aşağıdaki kriterlere uymaktaydı: (a) merdiven inme/çıkma, sıçrama, çömelme, diz çökme ve uzun süreli oturma gibi aktivitelerin en az ikisinde anterior ya da retropatellar bölgede diz ağrısının mevcudiyeti; (b) travmaya bağlı olmadan semptomların yavaş yavaş başlamış olması; (c) 25 cm yüksekliğindeki bir basamaktan inerken ya da her iki bacak üzerinde çömelirken ağrının olması ve (d) patellanın medial ve lateral fasetlerinde palpasyonla ağrının olması. Bir aydan kısa süreli ağrısı olan, diğer diz yaralanmalarına ait klinik bulguları mevcut olan, son üç ay içinde diz cerrahisi geçiren, patella subluksasyon ya da dislokasyon öyküsü olan, diğer alt ekstremitesinde yaralanması olan, son üç ay içinde egzersiz programı uygulamış olan, nonsteroid antiinflamatuar ilaç kullananlar

ile yaşı 30 ve üzeri olan denekler ise çalışmaya dahil edilmedi. Kontrol grubuna alınan sağlıklı bireylerin hiçbirisinde diz eklemine kronik dejeneratif bir hastalık, ligamentöz laksite ve önceden geçirilmiş diz ameliyatı mevcut değildi.

Diz eklemi proprio-sepsiyonunun ölçümü: Diz eklemi proprio-sepsiyonunun değerlendirilmesinde eklem pozisyon hissi ölçüldü. Pozisyon hissi, daha önceden hastaya gösterilen açının hasta tarafından aktif ya da pasif olarak tekrar bulunabilmesine dayanan bir testtir. Pasif diz eklemi pozisyon hissi Cybex Norm izokinetik dinamometresinin (Cybex NORM™, Lumex Inc., ABD) devamlı pasif hareket (CPM) modu kullanılarak 1°/sn açısal hızda ölçüldü. Bu cihazın güvenilirlik ve geçerliliği pek çok çalışmada gösterilmiştir (1,7,17). Her test öncesi dinamometrenin kalibrasyonu yapıldı. Denekler dinamometrenin koltuğuna gövde açısı 105°'ye getirilerek oturtuldu. Popliteal fossa koltuğun kenarından 5 cm dışarıda kalacak şekilde koltuk ayarlandı. Dinamometrenin kuvvet kolu ayak bileğinin 10 cm üstünden bir bantla tespit edildi. Fleksiyon ve ekstansiyon açılarının ayarlanması için gerekli işlemler yapıldı. Diz eklemine bulunduğu açı dinamometrenin içinde yerleşik olan goniometre ile monitörde izlenerek takip edildi. Görsel uyarıları engellemek ve test süresince konsantrasyonun sağlanabilmesi amacı ile hastaların gözleri kapatıldı. Bu şekildeki düzenlemeler yapıldıktan sonra diz eklemi 1°/sn hızda 25° başlangıç pozisyonundan fleksiyon yönünde 40°'ye ve 65° başlangıç pozisyonundan ekstansiyon yönünde diğer test açısı olan 50°'ye getirildi ve deneklerin 10 sn süresince bu açıya konsantre olmaları söylendi. Takiben diz eklemi tekrar başlangıç pozisyonuna getirildi ve hareket kolu pasif olarak CPM modunda 1°/sn açısal hızda, deneklere herhangi bir kasılma yapmamaları söylenerek, ekstansiyon ya da fleksiyon yönünde harekete başlatıldı. Diz eklemlerinin belirlenen açıya geldiklerini düşündükleri anda elde tuttıkları durdurma düğmesine basmaları istendi. Deneklerin tespit ettikleri açı ile bulunması gereken açı arasındaki hata derecesi açı biriminde hesaplandı. Bu işlem aynı açı için iki kez tekrarlandı ve ortalaması alınarak pasif diz eklemi pozisyon hissi hatası (PDPH) olarak kayıt edildi.

İstatistiksel analiz: İstatistiksel değerlendirmede SPSS istatistik programı (v. 9.0) kullanıldı. Her iki grup arasındaki PDPH verilerinin karşılaştırılması bağımsız t-testi ile yapıldı. İstatistiksel anlamlılık olarak $p < 0.05$ değeri alındı. Sonuçlar aritmetik ortalama \pm standart sapma olarak verildi.

BULGULAR

Deneklerin fiziksel özellikleri Tablo 1'de görülmektedir. Diz ön ağrısı olan hastaların 11'inde sağ dizde, 13'ünde ise sol dizde ağrı yakınması vardı. Pasif eklem pozisyon hissi hatası 40° için diz ön ağrısı olan grupta (3.1°) kontrol gruba (1.9°) göre anlamlı olarak yüksek idi ($p < 0.05$). Benzer şekilde 50° için pasif eklem pozisyon hissi hatası da diz ön ağrısı olan grupta (2.4°) kontrol gruba (1.4°) göre anlamlı olarak yüksek bulundu ($p < 0.01$, Tablo 2).

Tablo 1. Deneklerin fiziksel özellikleri (Ort. \pm SD).

	Hasta Grubu (n=24)	Kontrol Grubu (n=24)	p
Yaş, yıl	23.3 \pm 3.6	22.6 \pm 2.9	>0.05
Boy, cm	177.0 \pm 5.0	175.0 \pm 6.0	>0.05
Vücut ağırlığı, kg	76.6 \pm 9.6	74.7 \pm 9.2	>0.05

Tablo 2. Pasif diz eklemi pozisyon hissi hata değerleri (Ort. \pm SD)

	Hasta Grubu (n=24)	Kontrol Grubu (n=24)	p
40°	3.1 \pm 2.2	1.9 \pm 1.0	0.014
50°	2.4 \pm 1.2	1.4 \pm 0.7	0.011

TARTIŞMA VE SONUÇ

Diz eklemindeki periartriküler dokularda serbest sinir sonlanmalarının ve mekanoreseptörlerin bulunduğu farklı yazarlar tarafından gösterilmiştir. Kediler üzerinde yaptığı çalışmalar ile Freeman (3) periartriküler mekanoreseptörler için bir sınıflama yapmıştır. Bu mekanoreseptörler çapraz bağlarda (13), menisküste (20), diz eklem kapsülünde (4), infrapatellar yağ dokuda (15), vastus medialis kasında ve patellar ligamanda (6) gösterilmiştir. Mevcut çalışmada diz eklemine yakın olarak yerleşik mekanoreseptörlerin fonksiyonunun bir bölümü eklem açısını bulma testi ile araştırıldı. Bu çalışma kontroller ile karşılaştırıldığında patellofemoral ağrılı bireylerde eklem pozisyon hissini daha az doğru ve tutarlı olduğunu ortaya koydu. Patellofemoral ağrılı grupta proprioepsiyonda oluşan bozukluk her iki açıda bulundu. Bu da sonuçların belirli bir eklem açısına ve yönüne sınırlı olmadığını göstermektedir. Diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada sadece patellofemoral eklemi izole edebilmek için testler yük binmemiş pozisyonunda ve pasif olarak yapıldı.

Literatürde patellofemoral diz ağrısı olan bireylerde proprioepsiyonun araştırıldığı üç adet çalışma bulunmaktadır (2,11,14). Jerosch ve ark. (11) diz eklem pozisyon hissi hatasını tek taraflı retropatellar diz ağrısı olan 43 hastada 13.2° , 30 sağlıklı kontrol denekte ise 7.8° olarak bulmuştur. Bu çalışmada Thomas-splinti kullanılarak deneklerin dizleri pasif olarak dört farklı diz eklem açısına (10° , 30° , 50° , 80°) getirilmiş ve ellerinde tuttıkları goniometrede manuel olarak tekrar oluşturmaları istenmiştir. Bizim çalışmaya göre bulunan yüksek değerlerin bu metod farklılığından dolayı oluştuğunu düşünmekteyiz. Kramer ve ark. (14) aktif olarak yük binmemiş ve binmiş durumda yaptıkları diz eklem açısını bulma testinde, iki taraflı diz ön ağrısı olan 27 denek ile yaş ve cinsiyet olarak eşleştirilmiş 24 kontrol denek arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulamamışlardır. Kullandıkları protokolde dört farklı test açısının (15° , 30° , 45° , 60°) denekler tarafından tek tekrarlı olarak bulunması istenmiştir. Bu açıların da ortalaması alınarak tek bir (mutlak) hata değeri hesaplanmıştır. Büyük ölçüde birbirinden uzak test açılarının her birinde tek tekrarlı olarak ölçüm yaparak bu değerlerden hesaplanan tek bir ortalama değer muhtemelen büyük oranda değişken olacağı ve kontroller ile karşılaştırıldığında olası bir farklılığı maskeleyen olacağını düşünmekteyiz. Yeni yapılan bir çalışmada Baker ve ark. (2) oturur pozisyonda deneklerin dizleri yaklaşık 80° fleksiyonda iken iki farklı açıyı (20° ve 60°) dizlerini ekstansiyona getirerek aktif olarak bulmaları istenmiştir. Patellofemoral diz ağrısı olan hastalarda diz eklem pozisyon hissi hatası 20° için 2.4° ve 60° için ise 2.9° olarak bulunmuştur. Kontrol grubu verileri (20° için 1.3° , 60° için 0.6°) ile kıyaslandığında bu değerler her iki açıda da anlamlı olarak yüksek olmuştur. Yine diz ön ağrısı olan hastalarda 20° ile 60° 'de ölçülen hata değerleri de birbirinden anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Buna göre yazarlar, diz eklem açısı azaldıkça hasta grupta proprioepsiyon hatasının azaldığını ileri sürmüşlerdir. Bizim çalışmamızda 65° başlangıç pozisyonundan ekstansiyon yönünde pasif olarak hareket ederek 50° 'deki hata değeri 2.4° olarak hesaplanmıştır. Proprioepsiyon ölçüm metodu Baker ve ark. ile benzer olan çalışmamızda, 60° 'deki hata değeri göz önünde alındığında bu değer 50° için daha yüksek olması beklenebilir. Fakat diz eklem açısı hatasının ölçümünde kullanmış olduğumuz pasif test metodu ile kaslardan kaynaklanan uyarılar olmamakta ve aktif test yöntemine göre hata değerlerinin birbirine yakın diz eklem açıları için daha yüksek olmasına yol açmaktadır. Benzer bir durumdan dolayı 50° için pasif diz eklem açısı hatasının Baker ve ark.'nın sonuçları ile yakın sonuçlanacağı söylenebilir.

Patellofemoral ağrı sendromu olan hastaları özellikle araştıran çalışmalara ilave olarak, patellasında rekürren sublüksasyon/dislokasyonu bulunan dokuz birey ile 30 kontrol denekte proprioepsiyonu karşılaştıran bir adet çalışma mevcuttur (12). Sonuçlar, kontroller ile karşılaştırıldığında yaralanmış dizlerde diz eklem pozisyon duyusunun azaldığını göstermektedir. Patelladaki bir dislokasyon anormal patella hareketinin en iyi örneğini oluşturduğu için, bu sonuçların bizim çalışmamızdaki bulgular ile benzer olduğunun vurgulanması ilgi çekicidir.

Önceki araştırmalar ve bizim bulgularımız ışığında patellofemoral ağrı sendromunda diz eklemi proprioepsiyonun bozulmuş olduğu görülmektedir. Genel olarak patellofemoral ağrı sendromununun diz eklem proprioepsiyonunun azalmasına iki temel mekanizma ile katkıda bulunabileceği söylenebilir. İlki dokularda anormal baskıya ve motor kontrolün bozulmasına; ikincisi ise ağrı ve enflamasyona neden olabilir. Dokularda oluşan anormal baskı peripatellar retinaküler destek yapılarında zorlanmaya yol açan patellanın laterale olan aşırı hareketi sonucu olmaktadır (22). Sell ve ark. (23)'ün ağrı ile diz eklem pozisyon duyusunun bozulması arasında bulunduğu korrelasyon ilave bir neden olarak gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre mekanoreseptörlerden çıkan afferentler, nosiseptörlerden çıkan afferentler tarafından proprioseptif duyusunun bozulmasına yol açacak şekilde etkilenmiş olabilirler. Ayrıca retropatellar ağrılardan dolayı Weh ve ark. (24)'ün göstermiş olduğu gibi kaslarda bir balans bozukluğu ortaya çıkabilir. Bu durumun da reseptörler ile gerçekleşen geri-besleme mekanizması yolu ile proprioepsiyonda bir bozulmaya yol açması muhtemeldir.

Bizim çalışmanın kesitsel özelliği göz önünde tutulursa bulguların patellofemoral ağrı sendromunu ortaya çıkarıcı bir neden mi yoksa bu durumun bir sonucu olarak mı oluştuğuna karar vermek zordur. Bu sendromun gelişmesinden önce proprioseptif yetersizliğin mevcut olup olmadığı gösterilirse, spor hekimlerine yaralanmanın gerçekleşmesini engelleyici egzersiz programlarını geliştirebilmeleri için bir temel sağlanmış olunur. Alternatif olarak, proprioseptif yetersizlikler patellofemoral ağrı sendromununun sonucunda gerçekleşmiş ise; bu durum tedavi edici egzersiz programlarının uygulanması için bir belirti sayılabilir. Bu bulgular patellofemoral ağrı sendromununun tedavi yaklaşımında proprioseptif eğitimin önemli bir yer tutabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Aydın T, Yıldız Y, Yıldız C, Kalyon TA: The stretch-shortening cycle of the internal rotators muscle group measured by isokinetic dynamometry. *J Sports Med Phys Fitness* **41**: 371-9, 2001.
2. Baker V, Bennell K, Stillman B, Cowan S, Crossley K: Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Res* **20**: 208-14, 2002.
3. Freeman MAR, Wyke BD: The innervation of the ankle joint. An anatomical and histological study in the cat. *Acta Anat* **68**: 321-33, 1967.
4. Freeman MAR, Wyke BD: The innervation of the ankle joint. An anatomical and histological study in the cat. *J Anat* **101**: 505-32, 1967.
5. Fulkerson JP, Shea KP: Disorders of patellofemoral alignment. *J Bone J Surg (Am)* **72**: 1424-9, 1990.
6. Gerlach UJ, Lierse W, Wolter D: Mechanorezeptoren in den distalen Anteilen des m. vastus medialis? *Unfallchirurg* **96**: 41-2, 1993.
7. Heit EJ, Lephart SM, Rozzi SL: The effect of ankle bracing and taping on the sense of position of a joint in the stable ankle. *J Sport Rehabil* **5**: 206-13, 1996.
8. Holmes SW, Clancy WG: Clinical classification of patellofemoral pain and dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther* **28**: 299-306, 1998.
9. Hungerford DS, Barry M: Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clin Orthop Rel Res* **144**: 9-15, 1979.
10. Jerosch J, Prymka M: Knee joint proprioception in patients with posttraumatic recurrent patella dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **4**: 14-8, 1996.
11. Jerosch J, Schmidt K, Prymka M: Propriozeptive Fähigkeiten bei Patienten mit retropatellarem Knieschmerz unter besonderer Berücksichtigung der Beeinflussung durch eine elastische Kniebandage. *Unfallchirurg* **100**: 719-23, 1997.
12. Johansson H, Pedersen J, Bergenheim M, Djupsjöbacka M: Peripheral afferents of the knee: Their effects on central mechanisms regulating muscle stiffness, joint stability, and proprioception and coordination. In: *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*. Human Kinetics, Eds, Lephart SM, Fu FH, 2000, pp. 5-23.
13. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC: Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med* **10**: 329-35, 1982.
14. Kramer J, Handfield T, Kiefer G, Forwell L, Birmingham T: Comparisons of weight-bearing and non-weight-bearing tests of knee proprioception performed by patients with patello-femoral pain syndrome and asymptomatic individuals. *Clin J Sport Med* **7**: 113-8, 1997.
15. Krenn V, Hoffman S, Engel A: First description of mechanoreceptors in the corpus adiposum infrapatellare of man. *Acta Anat* **137**: 187-8, 1990.

16. Lephart SM, Fu FH, Borsa PA, et al.: Proprioception of the knee and shoulder joint in normal, athletic, capsuloligamentous pathological, and postreconstruction individuals. *Orthop Trans* **18**: 1157, 1995.
17. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo L, Fu FH: The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med* **25**: 130-7, 1997.
18. Lephart SM, Pincivero DM, Rozzi SL: Proprioception of the ankle and knee. *Sports Med* **25**: 149-55, 1998.
19. Lephart SM, Warner JP, Borsa P, Fu FH: Proprioception of the shoulder joint in healthy, unstable, and surgically repaired shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* **3**: 371-80, 1994.
20. O'Connor BL: The mechanoreceptor innervation of the posterior attachments of the lateral meniscus of the dog knee joint. *Anat* **138**: 15-26, 1984.
21. Powers C: Patella kinematics, Part I: the influence of vastus medialis activity in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther* **80**: 956-64, 2000.
22. Sanchis-Alfonso V, Rosello-Sastre E: Immunohistochemical analysis for neural markers of the lateral retinaculum in patients with isolated symptomatic patellofemoral malalignment. *Am J Sports Med* **28**: 725-31, 2000.
23. Sell S, Zacher J, Lack S: Propriozeptionsstörung am arthrotischen Kniegelenk. *Z Rheumatol* **52**: 150-155, 1993.
24. Weh L, Eickhoff W, Müller U, Dangelat D: Neurologische Komponente und resultierendes therapeutisches Konzept der Chondropathia und Chondromalacia patellae. *Zentralbl Chir* **108**: 1204-10, 1983.
25. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Peers K: Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population: a two year prospective study. *Am J Sports Med* **28**: 480-9, 2000.