



Diz önü ağrısında konservatif tedavi

Conservative treatment in anterior knee pain

Şebnem Koldaş Doğan, Deniz Evcik

Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara

Diz önü ağrısı, patellofemoral eklemden kaynaklanan, uzun süreli oturma, çömelme, koşma, merdiven çıkıp inme gibi dizin fleksiyonda yapılan aktivitelerinde tetiklenen, dizin ön bölgesindeki ağrıdır. Patellofemoral ağrı sendromu (PFAS) olarak da bilinir. Başlıca etyolojik faktörler, dizin ekstansör mekanizmasında ve alt ekstremitte dizilimindeki bozukluklardır. Hastalığın tedavisinde tam bir görüş birliği olmamakla birlikte, ilk seçenek konservatif tedavi olmalıdır. Kuadriseps kaslarını kuvvetlendirici egzersiz, hamstring, kuadriseps, iliotibial bant, gastrocnemius ve soleus kaslarına germe egzersizlerine ek olarak breys kullanımı, patellar bantlama ve kötüleştirici aktivitelerin kısıtlanması önerilen tedavi seçenekleridir.

Anahtar sözcükler: Konservatif tedavi; egzersiz; patellofemoral ağrı sendromu.

Anterior knee pain is pain in the anterior localization of knee arising from patellofemoral joint and triggered by activities during flexion of the knee such as prolonged sitting, squatting, running, ascending and descending stairs. It is also known as patellofemoral pain syndrome (PFS). The major etiologic factors are defects of extensor mechanism of the knee and lower limb malalignment. Although no consensus has been reached in the treatment of the disease, primary treatment modality should be conservative treatment. Using brace, patellar taping and restriction of aggravating activities in addition to strengthening exercises of quadriceps muscles and stretching exercises of hamstring, quadriceps, iliotibial band, gastrocnemius and soleus muscles are recommended treatment choices.

Key words: Conservative treatment; exercise; patellofemoral pain syndrome.

Diz önü ağrısı, patellofemoral eklemden kaynaklanan, merdiven inip çıkma, uzun süreli oturma, çömelme, diz çökme, koşma, zıplama gibi patellofemoral reaksiyon kuvvetlerinin artmış olduğu aktivitelerde artan, dizin ön kısmındaki ağrı yakınması olarak tanımlanmaktadır.^[1-3] Diz önü ağrısının terminolojisinde görüş birliği yoktur. Kondromalazi patella, patellar artralji, koşucu dizi, patellofemoral disfonksiyon gibi adlandırmalar da yapılmakla birlikte patellofemoral ağrı sendromu (PFAS) terimi daha yaygın olarak kabul görmektedir.^[4] Etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte dizin ekstansör mekanizmasında bozukluk ön plana çıkmaktadır. Bu durumda selektif olarak vastus medialis obliquus (VMO) kasında zayıflık, kalça abduktör, ekstansör ve dış rotator kaslarında zayıflık, iliotibial bant, hamstring ve gastrocnemius kaslarında gerginlik, alt ekstremitte dizilim bozuklukları (artmış

Q açısı, femoral anteversiyon, subtalar pronasyon, pes planus), patellanın yapısal bozuklukları (patellar displazi, hipoplazi, patella alta), direkt travma suçlanan faktörlerdendir.^[1,4-8] Tüm bu faktörler patellanın femoral troklear olukla ilişkisini değiştirerek, temas basıncını artırarak ağrı ve disfonksiyona neden olmaktadır.^[9,10]

Diz önü ağrısı tedavisinde ilk seçenek konservatif tedavidir. İstirahat, aktivite modifikasyonu, nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar, patellar breysler, ayak ortezleri, patellar bantlama, egzersiz programı ve "biofeedback" yöntemleri başlıca konservatif tedavi seçenekleridir.^[11] Bu tedavi seçeneklerinden hangisinin daha etkili olduğu konusunda görüş birliği yoktur. O nedenle öncelikle bozukluğa neden olan faktörlerin ve fonksiyonel kısıtlılıkların uygun şekilde

belirlenerek tedavinin bireysel olarak düzenlenmesi gerekmektedir.^[4] Bu derlemede randomize kontrollü çalışmalar ağırlıklı olarak gözden geçirilerek diz önu ağrısında güncel konservatif tedavi yaklaşımları ele alınmıştır.

İSTİRAHAT VE AKTİVİTE MODİFİKASYONU

Tedavide öncelikle patellofemoral eklem ve çevre yumuşak dokulara binen yük azaltılmalıdır. Vücut ağırlığına karşı diz fleksiyonu gerektiren aktivitelerde patellofemoral eklem reaksiyon kuvveti artmaktadır.^[5] Bu nedenle çömelme, zıplama, diz çökme, bacak bacak üstüne atma gibi patellofemoral temasın ve patella üzerindeki kuvvetlerin arttığı aktiviteler kısıtlanmalıdır.^[1,12]

NONSTERÖİD ANTİENFLAMATUVAR İLAÇLAR

Nonsteroid antienflamatuvar ilaçlar ağrı ve şişliği azaltma amaçlı önerilebilir ancak diz önu ağrısında etkinlikleri konusunda yeterli kanıt yoktur. Cochrane derlemesine göre aspirinin plaseboya üstünlüğü saptanmamıştır. Naproksenin plaseboya göre kısa dönemde ağrı azaltmada etkili olduğu ancak diflunisal ile karşılaştırıldığında etkinlik farkı olmadığı bildirilmiştir.^[13]

PATELLAR BREYSLER

Patellar breys kullanımının amacı patellanın troklear oluğa santralize edilmesi ile patellar çekme ve dizilim bozukluğunun düzeltilmesidir. Patellanın troklear oluğa yerleşiminin patellofemoral eklem kontakt alanını artırarak patellofemoral eklem reaksiyon kuvvetlerinin daha geniş bir alana dağıtılmasını sağladığı ve böylelikle patellofemoral stresin azaldığı öne sürülmüştür.^[14] Grelsamer'e^[15] göre breysler pasif ve aktif olarak ikiye ayrılmaktadır. Orta kısmında yuvarlak bir delik içeren pasif breysler patellayı merkezde tutmak için lateral bir destek sağlarken, aktif breysler, bantlar (On-track-tip breys), velkro ile bağlanan T şeklinde şeritler (Cropper-tip breys) ve dizi saran uzun bir şerit (Trupull breys) ile birlikte patellayı mediale çeker. Pasif breyslerin ortasındaki delik patella üzerine direkt basıncı engeller. Patellar eğimi (tilt) olmayan patella altada pasif breysler daha etkili iken, lateral patellar yer değişimi ya da patellar eğim varsa aktif breysler daha etkilidir.^[11,15]

Breys kullanımının etkili olup olmadığı konusunda sonuçlar çelişkilidir. Powers ve ark.^[14] breys kullanımı ile ağrıda %56 azalma saptamış ve bunu da patellofemoral eklem temas yüzlerinin artarak patellofemoral stresin azalması ile ilişkilendirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise ev egzersiz programına breys kullanımının

eklenmesinin ağrı ve fonksiyonel kapasite açısından ek yarar sağlamadığı belirtilmiştir.^[16] Roostayi ve ark.^[17] ise bir haftalık yeni bir vakum breys kullanımı sonrası ağrıda azalma ve bilgisayarlı tomografi görüntülemesinde patellofemoral eklem aralığında artış saptamışlardır. Vakum breysin tekrarlayıcı kullanımı ile gerilim streslere duysal reseptör uyumu, vakum etkisiyle eklem aralığındaki artış, kan akımında artış, deri ve yumuşak dokuların gerilmesi gibi etkilerinin ağrı azalmasında etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

AYAK ORTEZLERİ

Subtalar eklemde artmış olan pronasyon, alt ekstremitede iç rotasyon ve Q açısında artma sonucu PFAS'ye zemin hazırlayabilir. Aşırı pronasyonu önleyen ark destekleyici ortezler patellofemoral temas basıncını azaltarak ağrıda azalma sağlayabilir.^[18] Egzersiz programına yumuşak ayak ortezlerinin eklenmesi tedavi etkinliğini artırmaktadır.^[19] Bu uygulamanın tam tersine, Collins ve ark.^[20] 179 PFAS'li hastayı randomize olarak dört gruba ayırmışlar ve altı hafta boyunca; 1. gruba kama ve topuk yükseltici ayak ortezleri, 2. gruba düz astar, 3. gruba fizik tedavi (patellar mobilizasyon ve bantlama ve güçlendirme egzersizleri), 4. gruba ise ayak ortezi ve fizik tedavi kombinasyonu tedavisi uygulamışlardır. Tedavi sonrasında ayak ortezleri düz astara göre daha fazla iyileşme sağlarken 52. haftanın sonunda tüm gruplarda da anlamlı iyileşme saptanmıştır. Ayak ortezlerinin kısa dönemde iyileştirici etkilerinin olduğu ancak uzun dönemde fizik tedavi yöntemlerine ek fayda sağlamadığı sonucuna varmışlardır. Daha yeni bir çalışmada da ayak ortezlerinin fonksiyonel performansa olan hızlı iyileştirici etkisi bildirilmiştir.^[21] Ayak ortezleri ile ilgili yapılan bir derlemede ayak ortezlerinin düz astara göre kısa dönem iyileşme sağladığı ve ayrıca egzersizle kombinasyonlarının tek başına kullanımından daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.^[22]

PATELLAR BANTLAMA

İlk defa McConnel^[23] tarafından tanımlanan patellar bantlama ile mekanik olarak patellayı mediale kaydırarak patellanın troklear oluğa santralize olmasını sağlamak ve patellar lateral çekimi düzeltme amaçlanır. Bantlama öncesi mutlaka patellanın eğim (tilt), kayma (glide) ve rotasyon açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Patellar bantlama ile ilişkili 16 çalışmanın derlemesinde patellar bantlama ile ağrıda azalma sağlandığı, VMO kasının vastus lateralis (VL)'e göre aktivasyon veya zamanlama miktarının artırıldığı, yürüyüş sırasında diz hareketlerinin iyileştiği öne sürülmüştür.^[24] Ayrıca patellar bantlama kuadriseps kası döndürme momentini ve motor performansı

fasilite eden propriyoseptif girdileri ve deri uyarımını artırarak kuadriseps kası fonksiyonunda iyileşme sağlamaktadır.^[25,26] Bantlamanın radyografik olarak patella dizilimini etkilediğine dair veriler çelişkilidir. Somes ve ark.nın^[27] çalışmasında radyografik olarak patella pozisyonunda düzelme saptanırken, Bockraht ve ark.nın^[28] çalışmasında herhangi bir değişiklik saptanmamıştır. Derasari ve ark.^[29] ise dinamik manyetik rezonans görüntülemelerde patellar bantlama ile patellanın inferiyora, femoral oluğa doğru yer değiştirdiğini saptamışlar ve bunun patellofemoral temas alanını artırarak patellofemoral stresi azalttığını ve böylelikle analjezik etki sağladığını belirtmişlerdir.

Bantlama özellikle tedavinin erken safhalarında tüm gün boyunca uygulanmalı ve ağrı azalana kadar sürdürülmelidir.^[26]

EGZERSİZ PROGRAMI

Egzersiz programı patellofemoral eklem dinamik stabilizatörlerini kuvvetlendirerek ve kısa ve gergin kaslarda germe sağlayarak koordine kas aktivitesini sağlamayı hedeflemektedir.^[30] Etiyolojide dizin ekstansör mekanizmasında özellikle patellofemoral eklem en önemli dinamik stabilizatörü olan VMO kasında kuvvetsizlik suçlanan en önemli faktörlerden biridir. Klasik bilgiler, VMO kasının zayıf olması nedeniyle daha baskın olan VL tarafından patellanın laterale çekilerek PFAS'ye zemin hazırlanması şeklindedir. Buradan yola çıkarak egzersiz programları hazırlanırken izole olarak VMO kasının kuvvetlendirilmesi hedeflenmiştir. Ancak izole olarak VMO kasının hangi egzersizle kuvvetlendirilebileceği netlik kazanmamıştır.^[31] Kısa ark diz ekstansiyon egzersizlerinin bu kası izole olarak kuvvetlendirebileceği düşünülmüş ancak terminal diz ekstansiyonundan tüm vastus kaslarının sorumlu olduğu sonucuna varılmıştır.^[32,33] Bu nedenle egzersiz programının temelini kuadriseps kaslarını kuvvetlendirici egzersizler oluşturmalıdır.^[5] Bu amaçla izometrik ve progresif dirençli kuadriseps kuvvetlendirici egzersizler verilebilir. Progresif dirençli kuvvetlendirici egzersizler de kapalı kinetik zincir (KKZ) ve açık kinetik zincir (AKZ) egzersizleri olarak verilebilir. Kapalı kinetik zincir egzersizleri, sandalyeden kalkma, merdiven inme-çıkma, çömelme gibi günlük yaşamdaki birçok aktivitenin benzeridir. Açık kinetik zincir egzersizlerine göre, daha az patellofemoral eklem reaksiyon gücüne neden oldukları için, KKZ egzersizleri daha iyi tolere edilmektedir.^[4] Balcı ve ark.na^[34] göre KKZ egzersizleri propriyoseptif duyuda da iyileşme sağlamaktadır. Irish ve ark.^[35] sağlıklı asemptomatik bireylerde KKZ egzersizlerinin, AKZ egzersizlerine göre yüzeysel elektromiyografide (EMG) daha fazla VMO kas aktivitesini sağladığını ve

VMO/VL oranını artırdığını saptamışlardır. Tang ve ark.^[36] ise 60° diz fleksiyonunda yapılan izokinetik KKZ egzersizleri ile maksimum VMO/VL oranı ile daha selektif VMO aktivasyonu sağlandığını bildirmişlerdir. Bununla beraber, Witvrouw ve ark.^[37] her iki egzersiz tipinin beş yıllık uzun dönem etkilerine baktıklarında, KKZ ve AKZ'nin birbirlerine üstünlüklerinin olmadığı sonucunu çıkarmışlardır. Kapalı kinetik zincir egzersizlerinde diz fleksiyonunun yarısı ile 0° diz ekstansiyonu arası, AKZ egzersizlerinde ise 90°-50° diz fleksiyonu arası uygulanması önerilmektedir.^[4]

Kalça abdükörleri ve lateral rotatorlarındaki zayıflık da femoral adduksiyon ve iç rotasyona yol açarak patellanın laterale çekilmesini kolaylaştırmaktadır.^[38] Altı haftalık kuadriseps kuvvetlendirici egzersiz programına kalça abdükör ve lateral rotatorları kuvvetlendirici egzersizlerin eklenmesi ile ağrı ve fonksiyonel iyileşmede artış saptanmıştır.^[10] Fukuda ve ark.^[39] ise diz kaslarını kuvvetlendirme ve germe egzersiz programına kalça abdükör ve lateral rotatorları kuvvetlendirici egzersiz eklenmesi ile ağrıda daha fazla azalma saptamışlardır.

Hamstring, iliotal bant, rektus femoris, gastroknemius ve soleus kaslarındaki gerginlik de etyolojide suçlanan faktörlerdendir.^[5] Egzersiz programı ile iliotal bant ve iliopsoas fleksibilitesindeki artış, rehabilitasyon sonucunun artmış başarısı ile ilişkili bulunmuştur.^[40] Hamstring, kuadriseps, iliotal bant ve gastrosoleus kaslarına 15-30 saniye süreli germe egzersizleri uygulanmalıdır.^[4]

BİOFEEDBACK YÖNTEMLERİ

İstemli kas kontraksiyonunu oluşturmak için kas aktivitesini görsel ve işitsel sinyallere dönüştüren EMG-biofeedback kullanılabilir. Cowan ve ark.^[7] patellar bantlama, VMO kuvvetlendirme amaçlı EMG biofeedback uygulaması ve gluteal kuvvetlendirici ve germe egzersizlerinden oluşan altı haftalık rehabilitasyon programını plasebo ile karşılaştırdıklarında, rehabilitasyon grubunda VMO aktivitesinde artış saptamışlardır. Diğer bir çalışmada 69 hasta randomize olarak üç gruba ayrılmış; 1. gruba EMG-biofeedback ile VMO kuvvetlendirme egzersizleri, bantlama ve germe egzersizleri, 2. gruba kuadriseps kuvvetlendirme ve germe egzersizleri ve bantlama uygulanmış, 3. gruba ise herhangi bir tedavi uygulanmamıştır. Sekiz haftalık rehabilitasyon programı sonunda ağrı, fonksiyon ve yaşam kalitesinde hem 1. grupta hem de 2. grupta anlamlı iyileşme saptanmıştır.^[41] İki ayrı çalışmada ise konvansiyonel egzersiz programına EMG-biofeedback ile VMO kuvvetlendirme egzersizinin eklenmesinin ek yarar sağlamadığı bildirilmiştir.^[42,43]

Biofeedback yöntemlerinin etkinliği ile ilgili sınırlı kanıt olsa da bireyin egzersiz programına uyumu, katılımını ve motivasyonunu artırma gibi etkileri nedeniyle egzersiz programına eklenmesi gerektiği bildirilmiştir.^[44]

ELEKTRİK STİMÜLASYONU

Kuadriseps kaslarını kuvvetlendirme amaçlı elektrik stimülasyonunun PFAS tedavisindeki etkinliği ile ilgili sonuçlar da çelişkilidir. Callaghan ve Oldham^[45] 80 PFAS hastasında elektrik stimülasyonu ile ağrı, alt ekstremité izometrik ve izokinetik döndürme momenti, kuadriseps yorgunluğu, diz fleksiyonu, kuadriseps kesit alanında anlamlı iyileşme saptarken, Bily ve ark.^[46] elektrik stimülasyonunun diz ekstansörlerine ek fayda sağlamadığını belirtmişlerdir.

SONUÇ

Diz önu ağrısı çok farklı nedenlere bağlı olabileceğinden PFAS gibi geniş kapsamlı bir terim kullanılmaktadır ve bu kavramın net olmaması tüm hastalar için tek bir tedavinin de olamayacağını ortaya koymaktadır. Patellofemoral ağrı sendromu tedavisinde, bozukluğa neden olan faktörün saptanıp, tedavi protokolünün de bu faktöre göre bireysel olarak hazırlanması gerekmektedir. Konservatif tedavi yöntemlerinden hangisinin daha etkili olduğu konusunda çalışmaların iyi randomize olmaması, kontrol gruplarının yokluğu, yetersiz örneklem sayısı gibi metodolojik kısıtlılıklardan dolayı yeterli kanıt yoktur. Bununla beraber, KKZ egzersizleri ile kuadriseps kaslarını kuvvetlendirici ve gergin kaslara yönelik germe egzersiz programı, patellar breys kullanımı ve patellar bantlama yöntemlerinden oluşan bir rehabilitasyon programının etkili olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Dixit S, DiFiori JP, Burton M, Mines B. Management of patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Physician* 2007;75:194-202.
- McConnell J. The physical therapist's approach to patellofemoral disorders. *Clin Sports Med* 2002;21:363-87.
- Green ST. Patellofemoral syndrome. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2005;9:16-26.
- Witvrouw E, Werner S, Mikkelsen C, Van Tiggelen D, Vanden Berghe L, Cerulli G. Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:122-30.
- Akarcılı İ, Tuğay N, Erden Z, Atay A, Doral MN, Leblebicioğlu G. Patellofemoral ağrı sendromunda kas kuvveti ve yumuşak doku geginliklerinin incelenmesi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2000;34:23-7.
- Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37:232-8.
- Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hodges PW, McConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1879-85.
- Emami MJ, Ghahramani MH, Abdinejad F, Namazi H. Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *Arch Iran Med* 2007;10:24-6.
- Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:639-46.
- Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon Rde M, Dias Maciel C, de Menezes Reiff RB, Serrão FV. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2008;22:1051-60.
- Fulkerson JP. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am J Sports Med* 2002;30:447-56.
- Reilly DT, Martens M. Experimental analysis of the quadriceps muscle force and patello-femoral joint reaction force for various activities. *Acta Orthop Scand* 1972;43:126-37.
- Heintjes E, Berger MY, Bierma-Zeinstra SM, Bernsen RM, Verhaar JA, Koes BW. Pharmacotherapy for patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;CD003470.
- Powers CM, Ward SR, Chen YJ, Chan LD, Terk MR. The effect of bracing on patellofemoral joint stress during free and fast walking. *Am J Sports Med* 2004;32:224-31.
- Grelsamer RP. The nonsurgical treatment of patellofemoral disorders. *Operative Techniques in Sports Medicine* 1999;7:65-8.
- Evcik D, Kuru İ, Ay S, Maralcan G. Home-based exercise and patellar bracing in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *J Phys Med Rehab* 2010;56:100-4.
- Roostayi MM, Bagheri H, Moghaddam ST, Firooznia K, Razi M, Hosseini M, et al. The effects of vacuumic bracing system on the patellofemoral articulation in patients with patellofemoral pain syndrome. *Complement Ther Clin Pract* 2009;15:29-34.
- Gross MT, Foxworth JL. The role of foot orthoses as an intervention for patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:661-70.
- Eng JJ, Pierrynowski MR. Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther* 1993;73:62-8.
- Collins N, Crossley K, Beller E, Darnell R, McPoil T, Vicenzino B. Foot orthoses and physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain syndrome: randomised clinical trial. *BMJ* 2008;337:a1735. doi: 10.1136/bmj.a1735.
- Barton CJ, Menz HB, Crossley KM. The immediate effects of foot orthoses on functional performance in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Br J Sports Med* 2011;45:193-7.
- Barton CJ, Munteanu SE, Menz HB, Crossley KM. The efficacy of foot orthoses in the treatment of individuals with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Sports Med* 2010;40:377-95. doi: 10.2165/11530780-000000000-00000.

23. McConnel J. The management of chondromalasia patella: A long term solution. *Aust J Physiother* 1986;32:215-23.
24. Aminaka N, Gribble PA. A systematic review of the effects of therapeutic taping on patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train* 2005;40:341-51.
25. Callaghan MJ, Selfe J, Bagley PJ, Oldham JA. The Effects of Patellar Taping on Knee Joint Proprioception. *J Athl Train* 2002;37:19-24.
26. Crossley K, Cowan SM, Bennell KL, McConnell J. Patellar taping: is clinical success supported by scientific evidence? *Man Ther* 2000;5:142-50.
27. Somes S, Worrel TW, Corey B, Ingersol CD. Effects of patellar taping on patellar position in the open and closed kinetic chain: a preliminary study. *Journal of Sports Rehabilitation* 1997;6:299-308.
28. Bockrath K, Wooden C, Worrell T, Ingersoll CD, Farr J. Effects of patella taping on patella position and perceived pain. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:989-92.
29. Derasari A, Brindle TJ, Alter KE, Sheehan FT. McConnel taping shifts the patella inferiorly in patients with patellofemoral pain: a dynamic magnetic resonance imaging study. *Phys Ther* 2010;90:411-9.
30. Sacco Ide C, Konno GK, Rojas GB, Arnone AC, Pássaro Ade C, Marques AP, et al. Functional and EMG responses to a physical therapy treatment in patellofemoral syndrome patients. *J Electromyogr Kinesiol* 2006;16:167-74.
31. Powers CM. Rehabilitation of patellofemoral joint disorders: a critical review. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:345-54.
32. Lieb FJ, Perry J. Quadriceps function. An anatomical and mechanical study using amputated limbs. *J Bone Joint Surg [Am]* 1968;50:1535-48.
33. Cerny K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther* 1995;75:672-83.
34. Balci P, Tunay VB, Baltaci G, Atay AO. The effects of two different closed kinetic chain exercises on muscle strength and proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009;43:419-25.
35. Irish SE, Millward AJ, Wride J, Haas BM, Shum GL. The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis. *J Strength Cond Res* 2010;24:1256-62.
36. Tang SF, Chen CK, Hsu R, Chou SW, Hong WH, Lew HL. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1441-5.
37. Witvrouw E, Danneels L, Van Tiggelen D, Willems TM, Cambier D. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. *Am J Sports Med* 2004;32:1122-30.
38. Prins MR, van der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Aust J Physiother* 2009;55:9-15.
39. Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Lucareli PR, de Almeida Aparecida Carvalho N. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:736-42.
40. Tyler TF, Nicholas SJ, Mullaney MJ, McHugh MP. The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med* 2006;34:630-6.
41. Syme G, Rowe P, Martin D, Daly G. Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. *Man Ther* 2009;14:252-63.
42. Yip SL, Ng GY. Biofeedback supplementation to physiotherapy exercise programme for rehabilitation of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2006;20:1050-7.
43. Dursun N, Dursun E, Kiliç Z. Electromyographic biofeedback-controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1692-5.
44. Angoules AG, Balakatounis KC, Panagiotopoulou KA, Mavrogenis AF, Mitsiokapa EA, Papagelopoulos PJ. Effectiveness of electromyographic biofeedback in the treatment of musculoskeletal pain. *Orthopedics* 2008;31. pii: orthosupersite.com/view.asp?rID=32085.
45. Callaghan MJ, Oldham JA. Electric muscle stimulation of the quadriceps in the treatment of patellofemoral pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:956-62.
46. Bily W, Trimmel L, Mödlin M, Kaider A, Kern H. Training program and additional electric muscle stimulation for patellofemoral pain syndrome: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:1230-6.