

Osteoartritte radyolojik değerlendirme

Radiological evaluation of osteoarthritis

Hamide Kart Köseoğlu, Bilge Özgül Özdemir

Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Romatoloji Bilim Dalı, Ankara

Özet

Osteoartrit, başta kıkırdak olmak üzere eklemi oluşturan bütün yapıları etkileyen ilerleyici, inflamatuvar olmayan bir eklem hastalığıdır. Tanı klinik ve radyolojik bulgular ile konulmaktadır. Osteoartritte tedavinin etkinliğini izlemede kullanılacak kantitatif radyolojik ölçütlere gereksinim vardır. Bu yazıda hastalığın tanısı, yapısal hasarın şiddeti, klinik seyir ve tedavi yanıtını değerlendirmede direkt grafilerde kullanılan Kellgren-Lawrence skorlama sistemi, seri eklem aralığı ölçümleri, ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntülemenin rolü tartışılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Osteoartrit, radyolojik ilerleme, Kellgren-Lawrence skorlama

Summary

Osteoarthritis is a progressive non-inflammatory joint disease that affects particularly cartilage within all structures of the joint. Diagnosis of osteoarthritis is confirmed with clinical and radiological findings. Quantitative radiologic criteria are needed for monitoring the efficacy of treatment. This article discusses the role of plain radiographs using the Kellgren-Lawrence grading system and serial measurement of radiographic joint space width, as well as ultrasonography and magnetic resonance imaging, for evaluating the changes in cartilage and joint structures and clinical progression in osteoarthritis.

Key words: Osteoarthritis, radiological progression, Kellgren-Lawrence grading system

Osteoartrit (OA), başta kıkırdak olmak üzere subkondral kemik, sinovya, ligament, kapsül ve periartiküler kaslar da dahil olmak üzere eklemi oluşturan tüm yapıları etkileyen inflamatuvar olmayan ilerleyici karakterde bir eklem hastalığıdır. Ağrı, tutukluk ve hareket kısıtlılığına neden olan OA'nın tanısı klinik ve radyolojik bulgular ile konulmaktadır.^[1] Radyolojik yöntemlerden direkt grafiler, manyetik rezonans (MR) görüntüleme, ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi ve sintigrafi tanı, yapısal hasarın saptanması, tedavinin etkinliğini ölçme ve protez gerekliliğine karar vermede yol göstermektedir.^[2] Ağrıya bağlı kullanamama ve yapısal hasar eklemde işlev bozukluğuna yol açmaktadır. Günümüzde osteoartrit ilaç tedavisinde esas hedef ağrı kontrolünün sağlanmasıdır. Hastalığın seyrini değiştirmeye, yapısal hasarı azaltmaya veya yavaşlatmaya yönelik hastalık modifiye edici osteoartrit ilaçlarının gelişimi ile ilgili çalışmalar ise devam etmektedir.^[3] Gerek bu ilaçların etkinliğini ölçecek gerekse

de yapısal hasarın doğal seyrini izlemede kullanılacak radyolojik ölçütlere gereksinim vardır.^[4]

Osteoartritte Kullanılan Radyolojik Yöntemler

Direkt grafiler

Direkt grafiler, klinik pratikte OA tanısını koymada ve tedavi planlanmasında en sık kullanılan radyolojik yöntemlerdir. Maliyeti ucuz, kullanımı yaygın, görüntüsü kalıcı, uygulanabilirliği ve yorumlanması kolaydır.^[5] Ancak eklemi oluşturan yapıların X ray absorpsiyonu farklı olduğu için direkt grafiler gerçek görüntüyü değil hastalığın iki boyutlu gölgesini yansıtmaktadır. Bu radyolojik yöntemle hastalık sürecinde eklemde oluşan değişiklikleri ayrıntılı yorumlamak zordur. Erken evre değişikliklerini göstermede yetersizdir. Uygun radyografik pozisyon ve kaliteli görüntü önemlidir. Hastalık ve yaş ile

İletişim / Correspondence:

Prof. Dr. Hamide Kart Köseoğlu, Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi Romatoloji Bilim Dalı, Ankara.
e-posta: hkkoseoglu@gmail.com

Çıkar çakışması / Conflicts of interest: Çıkar çakışması bulunmadığı belirtilmiştir. / No conflicts declared.

oluşan değişikliklerin ayırt edilmesi de dikkat gerektirmektedir.^[6,7]

Kellgren-Lawrence (KL) skorlaması 50 yıldan uzun süredir radyolojik olarak OA bulgularını değerlendirme ve hastalığın şiddetini evrelendirmede kullanılmaktadır (Tablo 1).^[8] Kellgren-Lawrence skorlamasında esas olarak eklem aralığı daralması, osteofit ve skleroz üzerinde durulmaktadır. Değişikliklerin gözlenmesi uzun süreli izlem gerektirmektedir. Evreler arası geçiş döneminde karşılaştırma zordur. Evre I'de şüpheli daralma, evre II'de olası daralma görülmektedir; ancak, bunun ayrımı her zaman kolay değildir. Söz konusu eklem aralığı daralması gözlemciden gözlemciye değişebilen bir yorumdur ve kantitatif bir ölçüt değildir. Yine osteofitler için, 'orta derecede' veya 'çok sayıda' tanımlamaları yeterli değildir. Ayrıca evre IV'den sonra da eklem aralığı daralmaya devam etmektedir. Tüm bu kısıtlayıcı etkenler bu skorlama sistemini hastalığın seyrini izleme ve hastalık modifiye edici OA ilaçlarının etkisini ölçmede yetersiz kılmaktadır. Bu skorlama sistemi tanı ve tedavi stratejisini belirleme, ayrıca protez gerekliliğine karar vermede yol gösterebilir. MR görüntüleme, eklem aralığı ölçümü (EAÖ) ve KL skorlama sisteminin karşılaştırıldığı 306 hastalık bir çalışmada KL skorlaması ile EAÖ ilişkili bulunmuştur.^[9] Ancak evre 0 ve I arası EAÖ değerleri farklı bulunurken, medial kompartmanda EAÖ evre I ve II arasında farklı bulunmamıştır. Lateral kompartmanda evre II'ye kadar EAÖ'nün değişmediği, Evre III'den sonra belirgin olduğu, patello-femoral eklemden ise evre II'ye kadar değişiklik olmadığı rapor edilmiştir.^[9]

Kopenhag OA çalışmasında direkt grafilerde, diz OA'sı olan 4,151 hastada medial ve lateral kompartmanda 3 noktada EAÖ yapılmış, KL skorlamasına göre OA bulguları olan grupta, olmayanlara göre eklem aralığındaki daralma daha fazla bulunmuştur.^[10] Ayrıca ağrı ile radyolojik bulguların da ilişkili olduğu gösterilmiştir (Resim 1). 1985-2006 yılları arasında yayınlanan 239 çalışma gözden geçirilip, 34 çalışmanın verileri analiz edildiğinde diz ekleminde yıllık daralmanın 0.13-0.15 mm, KL evreler arası geçişin ise %5.6 olduğu gözlenmiştir.^[11] Üçbin OA'lı veya OA riski yüksek hastanın 36 ay izlendiği bir çalışmada 608 hastaya ait floroskopisiz, fiks fleksiyon pozisyonunda çekilen grafilerde 842 diz değerlendirildiğinde 500 (%59.4) dizde OA bulguları gösterilmiştir. Beşyüz dizin 425'inde tibiofemoral, 75'inde patellofemoral eklem OA'sı saptanmıştır. Radyolojik progresyonu göstermede EAÖ ile KL skorlaması karşılaştırıldığında hastaların %50'sinde KL skorlamasına göre progresyonun olmadığı rapor edilmiştir.^[12] Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (*Food and Drug Administration, FDA*) OA için geliştirilmekte olan hastalığı modifiye edici ilaçların etkinliğini ölçmede direkt grafileri

Tablo 1. Kellgren-Lawrence skorlaması.

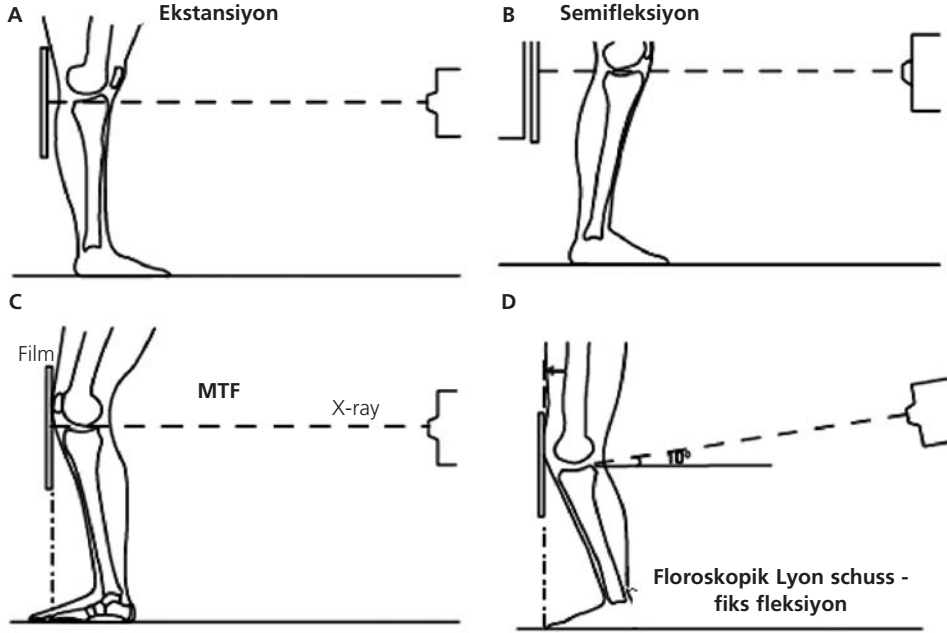
Evre	Radyolojik bulgular
0	Normal
I	Şüpheli: Eklem aralığında şüpheli daralma ve olası osteofit oluşumu
II	Hafif: Kesin osteofit ve eklem aralığında olası daralma
III	Orta: Orta derecede çok sayıda osteofit, eklem aralığında kesin daralma, bir miktar skleroz ve kemik uçlarında olası deformite
IV	Şiddetli: Büyük osteofitler, eklem aralığında belirgin daralma, belirgin skleroz ve kemik uçlarında kesin deformite

önermektedir.^[13] Seri grafilerde eklem aralığı ölçümündeki değişiklikleri progresyon ölçütü olarak kabul etmektedir. Direkt grafilerin bu amaçla kullanılmalarında bazı avantaj ve dezavantajlar bulunmaktadır. Eklem seçimi, radyografik pozisyon, radyolojik yöntem, uygun magnifikasyon, ölçüm metodu, cinsiyet, boy, vücut-kitle indeksi, anatomik varyasyonlar, ağrı ve menisküs patolojilerinin etkisiyle seri ölçüm sonuçları hastalığın progresyonundan bağımsız değişebilmektedir.^[14]

OA'nın kantitatif progresyonu ile ilgili çalışmalar en çok diz ve kalça ekleminde yapılmıştır.^[6,9-12,15-21] Ancak, topuk, omuz ve el eklemleri ile ilgili çalışmalar da bulunmaktadır.^[22-25] Eklem pozisyonu ve kullanılan radyolojik yön-



Resim 1. Diz lateral kompartmanda 3 noktada eklem aralığı ölçümü.^[10,26]



Şekil 1. Radyoanatomik pozisyonlar.^[14] Şekil X-ray ışının tibial plato ve film/kasete göre nasıl ortalandığını ve dizin anatomik pozisyonu ile ilişkisini gösteriyor. **A:** Ön-arka ekstansiyon pozisyonu; **B:** Floreskopik semifleksiyon görünüm; **C:** Metatarsofalangiyal (MTF) görünüm, filminden aşağıya doğru indirilen bir çizgi MTF eklem ile kesişiyor; **D:** Fiks fleksiyon pozisyonu; baş parmak film kaseti hizasından aşağıya inen çizginin arkasında kalıyor, ışınlama 10 derecelik açı ile yapılıyor. Floreskopik Lyon schuss görünümünde ışınlama açısı medial tibial platoya göre ayarlanabilir.

tem aynı hastada, hastadan hastaya, seri ölçümlerde değişmemelidir; bunun için standart radyografik protokoller kullanılmalıdır (Şekil 1) Teknisyenin bilgi düzeyi de hata oranını etkilemektedir.^[25] Radyo-anatomik pozisyon (fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon derecesi), X ışının ayarlanması radyolojik film kasetinin pozisyonu-ekleme uzaklığı radyolojik magnifikasyon önemli radyoanatomik kurallardır. Floreskopi altında eklem istenilen açıda pozisyon verilebilir ancak floreskopi maliyeti ve radyasyon maruziyetini artırır.

Diz eklem aralığı ölçümü için uygun pozisyonlar, ön-arka tam ekstansiyon, floreskopik kısmi fleksiyon (ön-arka ve Lyon schuss) ve floreskopik olmayan kısmi fleksiyondur (metatarsofalangiyal ve fiks fleksiyon).^[3,5,14] Bu konuda yapılan bir çalışmada 545 hastanın 1090 dizi değerlendirildiğinde, KL evre II ve II-III eklem aralığını değerlendirmek için fiks fleksiyon grafilerinin ayakta ön-arka tam ekstansiyon grafilerine göre daha duyarlı olduğu gösterilmiştir.^[15] Yatarak alınan grafilerde mekanik yük ortadan kalkmakta, kas ve ligamentlerde gevşeme olmakta ve sonuç olarak eklem aralığı genişlemiş görünmektedir. Yatarak ve ayakta çekilen diz grafilerinde yapılan EAÖ karşılaştırıldığında ölçümün 2-5 mm fark ettiği gösterilmiştir.^[16] Diz OA için radyoanatomik pozisyonlar karşılaştırıldığında ön-arka veya arka-ön medial tibiofemoral eklem aralığı ölçümü radyografik olarak önerilen radyoanatomik görüntüdür.

Tam ekstansiyon filmleri osteofit ile skleroz gibi kemik değişikliklerini değerlendirmek ve KL skorlamasındaki progresyonu karşılaştırmak için uygundur.^[11,16] Metatarsofalangiyal ve semifleksiyon grafiler ise eklem aralığı ölçümü için uygundur.^[17-19] Tekrarlayan ölçümlerde 0.1 mm hata payı olabilir, 0.2 mm anlamlı bir değişiklik olarak kabul edilmektedir. Yıllık daralma oranı diz OA'sında 0.10-0.15 mm olarak bildirilmiştir.^[18,19] Yaşları 39 ile 90 arasında 606 kadının semifleksiyon pozisyonundaki ön-arka diz grafisi değerlendirildiğinde, radyolojik OA bulguları olsun veya olmasın, 4 yıllık izlem sonrası eklem aralığında yaklaşık 0.3 milimetrelilik daralma olduğu saptanmıştır.^[19]

Kalça osteoartritindeki radyolojik progresyonu göstermede de seri çekilmiş direkt grafilerde kalça EAÖ yapılabilir. Bu amaçla genitoüriner veya gastrointestinal patolojiler nedeni ile çekilmiş abdominal radyografiler kullanılmıştır. Grafi çekilirken X-ray simfizis pubis üst kutuba odaklanmalı, her iki kalça tek kasette görüntülenmelidir. Pozisyonel değişiklikler (abdüksiyon, addüksiyon fleksiyon) eklem aralığı genişliğini diz kadar etkilemez. Osteoartrit olmayan 118 hastanın kalça grafileri değerlendirildiğinde eklem aralığı ile boy, femur başı çapı, bacak uzunluğu ilişkili, yaş ve VKİ ilişkili bulunmamıştır.^[20] Kalça EAÖ'nün hangi noktadan veya bölgeden yapılması gerektiği konusu önemlidir. Bu konuda yapılan bir çalışmada kalça OA olan 1578 (%55'i kadın) kişilik hasta gru-

bunda superolateral kalça OA %59, medial %26 ve global tutulum 15% bulunmuştur. Superolateral ve superomedialde ilerlemenin daha hızlı olduğu ve bu bölgelerde EAÖ'nün kantitatif progresyonu göstermede uygun olduğu bildirilmektedir (**Resim 2**).^[21,27,28]

Direkt grafilerde EAÖ kantitatif OA progresyonu açısından önemlidir. Ancak eklem aralığı kemikler arası mesafedir. Asıl olay kıkırdak kaybı ise radyolojik olarak eklem aralığı ölçümü önemli bir ölçüt olarak kabul edilebilir. Diğer taraftan kıkırdağın erken dönemde incelmediği, eklem aralığı ölçümünün sadece hiyalen kıkırdak incelmelerini göstermediği, menisküs dejenerasyonun ve pozisyonun EAÖ'ye katkıda bulunduğu göz önünde bulundurulursa kıkırdak dışı yapılardaki değişikliklerin izlenmesi için farklı görüntüleme metodlarına ihtiyaç duyulduğu görülecektir.

Manyetik rezonans görüntüleme

Kıkırdak, kemik, kemik bütünlüğü, kemik iliği anormallikleri, kemik kistleri, marjinal ve santral osteofitler, ligamentlerdeki değişiklikler, sinovit-efüzyon, eklem faresi, eklem çevresi kist ve bursitler MR görüntülemeye ayrıntılı olarak değerlendirilmektedir.^[29-31] Bunlar 1-2 yıllık radyolojik OA progresyonunu izlemek için güvenilir, duyarlı, özgül, elverişli göstergelerdir ancak gözlemlenebilen değişikliklere duyarlılık düşüktür. Bu amaçla 'WORMS' (*whole organ MR scoring*) ve 'BLOKS' (*Boston-Leeds osteoarthritis knee scoring*) skorlama sistemleri kullanılmaktadır.^[31,32] Her iki skorlama sisteminin de avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Menisküsteki değişimleri göstermede BLOK, kemik iliği ödemi değerlendirmede WORM skorlaması daha üstün görünmektedir. Ancak kıkırdaktaki değişimler açısından her ikisi de sınırlıdır ve birbirlerine üstünlükleri yoktur.^[33,34]



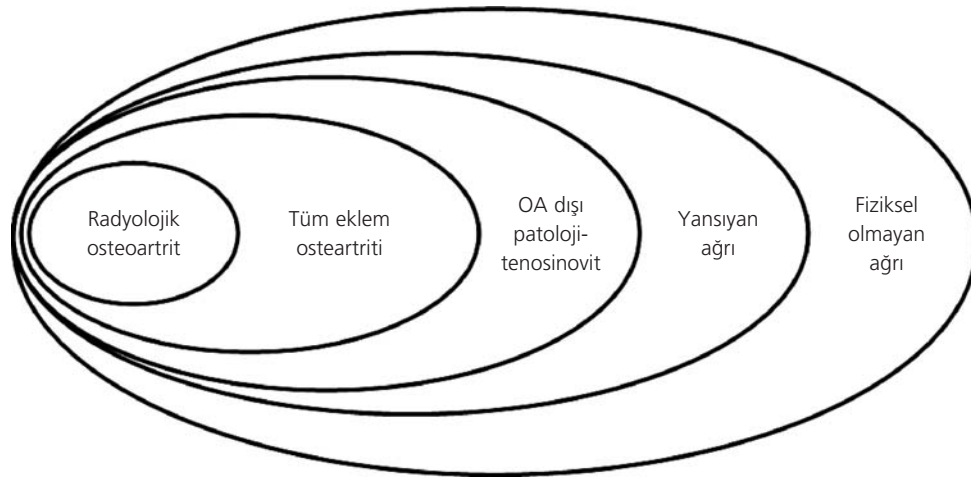
Resim 2. Kalça eklem aralığı ölçümü.^[35]

Ultrasonografi

Romatoloji pratiğinde kullanımı yaygınlaşan ultrasonografi ile OA progresyonunu izleme konusunda geliştirilmiş skorlama sistemi yoktur. Ultrasonografik inceleme sonucu OA olan eklemde efüzyon, sinoviyal kalınlaşma-hipertrofi, kıkırdak incelmeleri, osteofit, erozyon, vaskülarite, Baker kisti, ligaman, tendon ve menisküs değişiklikleri, bursit ve pannikülit gösterilebilir.^[36]

Osteoartritte Klinik ve Radyolojik Bulguların Korelasyonu

Osteoartritte klinik bulgular ile radyolojik bulgular, ağrı ile radyolojik hasarın şiddeti ile her zaman ilişkili olmayabilir. Ayrıca OA'da ağrı sadece eklemde değil eklem çevresindeki diğer yapılardan da kaynaklanabilmektedir (**Şekil 2**).^[37,38]



Şekil 2. Osteoartritte ağrı kaynakları.^[36]

Sonuç

Sonuç olarak, direkt grafiler OA'da tanı ve tedavinin planlanmasında en çok kullanılan radyolojik yöntemlerdir. Direkt grafilerde osteofit ve eklem aralığına göre evrelendirilmenin esas olduğu Kellgren-Lawrence skorlaması kullanılmaktadır. Bu skorlama ilaç etkinliğini araştıran çalışmalarda klinik seyir hakkında sınırlı bilgi vermekte ve kantitatif ölçümün esas olduğu radyolojik ölçütlere gereksinim duyulmaktadır. Osteoartritte gerçek patolojinin kıkırdakta olması ve eklem aralığındaki daralmanın esas olarak kıkırdak incelmeye bağlanması nedeni ile radyolojik progresyonun seri eklem aralığı ölçümleri ile izlenebileceği görüşü önem kazanmıştır. Ancak eklem aralığı ölçümü ile ilgili bazı tartışmalı noktalar güncelliğini korumaktadır. Eklem aralığı ölçümü için çekilen direkt grafilerde radyografik pozisyon, X-ray ışınının açısı ve uzaklığı konusunda standardizasyon ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntüleme kıkırdak dışı eklem yapıları hakkında bilgi veren ve OA progresyonunu izlemede yardımcı olabilecek diğer seçeneklerdir.

Kaynaklar

1. Zhang W, Doherty M, Peat G, et al. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2010;69:483-9.
2. Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16:137-62.
3. Buckland-Wright C. Which radiographic techniques should we use for research and clinical practice? *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2006;20:39-55.
4. Abadie E, Ethgen D, Avouac B, et al.; Group for the Respect of Excellence and Ethics in Science. Recommendations for the use of new methods to assess the efficacy of disease-modifying drugs in the treatment of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2004;12:263-8.
5. Guermazi A, Eckstein F, Hellio Le Graverand-Gastineau MP, et al. Osteoarthritis: current role of imaging. *Med Clin North Am* 2009;93:101-26,xi.
6. Reichenbach S, Yang M, Eckstein F, et al. Does cartilage volume or thickness distinguish knees with and without mild radiographic osteoarthritis? The Framingham Study. *Ann Rheum Dis* 2010;69:143-9.
7. Hunter DJ, Le Graverand MP, Eckstein F. Radiologic markers of osteoarthritis progression. *Curr Opin Rheumatol* 2009;21:110-7.
8. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthrosis. *Ann Rheum Dis* 1957;16:494-502.
9. Agnesi F, Amrami KK, Frigo CA, Kaufman KR. Comparison of cartilage thickness with radiologic grade of knee osteoarthritis. *Skeletal Radiol* 2008;37:639-43.
10. Laxafoss E, Jacobsen S, Gosvig KK, Sonne-Holm S. Case definitions of knee osteoarthritis in 4,151 unselected subjects: relevance for epidemiological studies: the Copenhagen Osteoarthritis Study. *Skeletal Radiol* 2010;39:859-66.
11. Emrani PS, Katz JN, Kessler CL, et al. Joint space narrowing and Kellgren-Lawrence progression in knee osteoarthritis: an analytic literature synthesis. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16:873-82.
12. Felson DT, Nevitt MC, Yang M, et al. A new approach yields high rates of radiographic progression in knee osteoarthritis. *J Rheumatol* 2008;35:2047-54.
13. <http://www.fda.gov/Cber/gdlns/osteo.htm>
14. Buckland-Wright C. Which radiographic techniques should we use for research and clinical practice? *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2006;20:39-55.
15. Niinimäki T, Ojala R, Niinimäki J, Leppilähti J. The standing fixed flexion view detects narrowing of the joint space better than the standing extended view in patients with moderate osteoarthritis of the knee. *Acta Orthop* 2010;81:344-6.
16. Leach RE, Gregg T, Siber FJ. Weight-bearing radiography in osteoarthritis of the knee. *Radiology* 1970;97:265-8.
17. Peterfy C, Li J, Zaim S, Duryea J, Lynch J, Miaux Y, Yu W, Genant HK. Comparison of fixed-flexion positioning with fluoroscopic semi-flexed positioning for quantifying radiographic joint-space width in the knee: test-retest reproducibility. *Skeletal Radiol* 2003;32:128-32.
18. Vignon E, Piperno M, Le Graverand MP, et al. Measurement of radiographic joint space width in the tibiofemoral compartment of the osteoarthritic knee: comparison of standing anteroposterior and Lyon schuss views. *Arthritis Rheum* 2003;48:378-84.
19. Gensburger D, Arlot M, Sornay-Rendu E, Roux JP, Delmas P. Radiologic assessment of age-related knee joint space changes in women: a 4-year longitudinal study. *Arthritis Rheum* 2009;61:336-43.
20. Goker B, Sancak A, Arac M, Shott S, Block JA. The radiographic joint space width in clinically normal hips: effects of age, gender and physical parameters. *Osteoarthritis Cartilage* 2003;11:328-34.
21. Altman RD, Bloch DA, Dougados M, et al. Measurement of structural progression in osteoarthritis of the hip: the Barcelona consensus group. *Osteoarthritis Cartilage* 2004;12:515-24.
22. Goker B, Gonen E, Demirag MD, Block JA. Quantification of the radiographic joint space width of the ankle. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467:2083-9.
23. Kircher J, Morhard M, Magosch P, Ebinger N, Lichtenberg S, Habermeyer P. How much are radiological parameters related to clinical symptoms and function in osteoarthritis of the shoulder? *Int Orthop* 2010;34:677-81.
24. Neumann G, Depablo P, Finckh A, Chibnik LB, Wolfe F, Duryea J. Patient repositioning reproducibility of joint space width measurements on hand radiographs. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2011;63:203-7.
25. Buckland-Wright JC. Quantitative radiography of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1994;53:268-75.
26. Kart-Köseoglu H, Yucel AE, Niron EA, Köseoglu H, Isiklar I, Ozdemir FN. Osteoarthritis in hemodialysis patients: relationships with bone mineral density and other clinical and laboratory parameters. *Rheumatol Int* 2005;25:270-5.

27. Goker B, Sancak A, Haznedaroglu S, Arac M, Block JA. The effects of minor hip flexion, abduction or adduction and x-ray beam angle on the radiographic joint space width of the hip. *Osteoarthritis Cartilage* 2005;13:379-86.
28. Bissacotti JF, Ritter MA, Faris PM, Keating EM, Cates HE. A new radiographic evaluation of primary osteoarthritis. *Orthopedics* 1994;17:927-30.
29. Roemer FW, Eckstein F, Guermazi A. Magnetic resonance imaging-based semiquantitative and quantitative assessment in osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 2009;35:521-55.
30. Crema MD, Roemer FW, Marra MD, et al. Articular cartilage in the knee: current MR imaging techniques and applications in clinical practice and research. *Radiographics* 2011;31:37-61.
31. Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2004;12:177-90.
32. Hunter DJ, Lo GH, Gale D, Grainger AJ, Guermazi A, Conaghan PG. The reliability of a new scoring system for knee osteoarthritis MRI and the validity of bone marrow lesion assessment: BLOKS (Boston Leeds Osteoarthritis Knee Score). *Ann Rheum Dis* 2008;67:206-11.
33. Lynch JA, Roemer FW, Nevitt MC, et al. Comparison of BLOKS and WORMS scoring systems part I. Cross sectional comparison of methods to assess cartilage morphology, meniscal damage and bone marrow lesions on knee MRI: data from the osteoarthritis initiative. *Osteoarthritis Cartilage* 2010;18: 1393-401.
34. Felson DT, Lynch J, Guermazi A, et al. Comparison of BLOKS and WORMS scoring systems part II. Longitudinal assessment of knee MRIs for osteoarthritis and suggested approach based on their performance: data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage* 2010;18:1402-7.
35. Lequesne M, Malghem J, Dion E. The normal hip joint space: variations in width, shape, and architecture on 223 pelvic radiographs. *Ann Rheum Dis* 2004;63:1145-51.
36. Keen HI, Conaghan PG. Usefulness of ultrasound in osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 2009;35:503-19.
37. Bedson J, Croft PR. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:116.
38. Hayashi D, Guermazi A, Crema MD, Roemer FW. Imaging in osteoarthritis: what have we learned and where are we going? *Minerva Med* 2011;102:15-32.