



Imagerie et arthrose

Rev Med Suisse 2012; 8: 557-63

P. Zufferey
N. Theumann

Dr Pascal Zufferey
Service de rhumatologie, médecine
physique et réhabilitation
Département de l'appareil locomoteur
CHUV, 1011 Lausanne
pascal.zufferey@chuv.ch

Dr Nicolas Theumann
Institut de radiologie
Clinique Bois-Cerf
Avenue d'Ouchy 31, 1006 Lausanne
nicolas.theumann@hirslanden.ch

Imaging of osteoarthritis

Plain radiography remains useful for the diagnosis of osteoarthritis, even if it is not always essential. It is moreover poorly correlated with symptoms, as it reflects rather the accumulation of damage than active processes. Similarly, it is a poor indicator of the progression of osteoarthritis.

Modern imaging, particularly MRI, has allowed us to better understand the evolutionary processes, demonstrating a good correlation with symptoms and a better predictive value of evolution. It has gradually replaced standard radiography in the study because it directly demonstrates sequelae and the active processes in all the structures of the joint. It remains clinically indicated only to exclude an alternative diagnosis or to determine a possible complication of osteoarthritis.

La radiographie standard reste utile pour poser le diagnostic d'arthrose, même si elle n'est pas toujours indispensable. Elle est par contre mal corrélée avec les symptômes, car elle témoigne plutôt de l'accumulation des dégâts, que de processus actifs. De même, elle n'est qu'un médiocre indicateur de l'évolution de l'arthrose. L'imagerie moderne, en particulier l'IRM, nous a permis de mieux connaître les processus évolutifs, en démontrant une bonne corrélation avec les symptômes et une meilleure valeur prédictive de l'évolution. Elle a remplacé progressivement la radiographie standard lors des études car elle objective directement les atteintes séquellaires et actives de toutes les structures de l'articulation. Elle n'est indiquée en clinique que pour exclure une alternative diagnostique ou juger d'une éventuelle complication de l'arthrose.

INTRODUCTION

L'arthrose étant un vaste sujet, nous avons délibérément fait le choix de nous concentrer sur les articulations périphériques, en ignorant volontairement les pathologies du rachis. La grande majorité de la littérature concerne la gonarthrose. Il y a beaucoup moins de données sur les atteintes des autres articulations périphériques, notamment de la hanche et des doigts.

L'arthrose survient lorsqu'il apparaît un déséquilibre entre les processus lésionnels et réparateurs. Concernant le cartilage,

en raison de l'absence de vascularisation et d'innervation de cette structure, les possibilités de réparation sont limitées; de plus, le métabolisme ralentit progressivement avec l'âge. Même si la maladie débute habituellement par une atteinte du cartilage, la conception moderne est de considérer l'arthrose comme une maladie d'organes qui implique tous les tissus faisant partie de l'articulation. Ces tissus sont: le cartilage, l'os, la synoviale, les ligaments, les tendons, et pour certaines articulations comme le genou, des structures intra-articulaires, comme les ménisques et certains tendons.

RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE

Structures anatomiques et radiologie conventionnelle

La radiologie conventionnelle analyse mal les tissus mous, contrairement aux structures osseuses. De plus, elle ne permet d'obtenir que des images uni-, voire bidimensionnelles. Le cartilage, ainsi que les autres structures molles intra-articulaires comme les ménisques, les tendons, apparaissent en négatif par rapport à l'os et se distinguent donc mal l'un de l'autre. L'épaisseur du cartilage va dépendre de l'incidence du rayon et surtout de la mise en charge, le cartilage ayant une certaine capacité à se déformer sous l'effet des charges.¹ La discrimination spatiale minimale reproductible est de l'ordre de 0,10-0,18 mm.² Au genou, les différences d'épaisseur induites par la charge vont bien au-delà de ces valeurs. Les clichés doivent donc être réalisés en charge et, pour certaines articulations comme les genoux, l'épaisseur du cartilage est bien mieux analysable sur des clichés



effectués avec un rayon incident postérieur, en position semi-fléchie de type Schuss/Lyon.³

Les calcifications des tissus mous sont mieux visibles, au sein du cartilage, dans les autres structures comme la synoviale ou les tendons, par imagerie conventionnelle que par l'IRM.

La membrane synoviale, en l'absence d'épanchement, ne se voit pas par radiologie traditionnelle. Quant aux synovites ou épanchements, ils peuvent se deviner de manière indirecte grâce à une densité un peu plus élevée que les pannicules graisseux entourant parfois les articulations et qui peuvent être, soit déplacés, soit révélés par les épanchements.³

L'os est particulièrement bien analysé dans les radiographies standards. C'est l'os sous-chondral qui est avant tout impliqué dans l'arthrose. Deux incidences sont absolument nécessaires afin de bien évaluer la topographie de la localisation des éventuelles lésions. L'élargissement du cadre osseux avec l'âge est un processus naturel. Il est cependant nettement accéléré en cas d'arthrose, comme cela a été démontré dans de nombreuses études. Ce paramètre n'est cependant que rarement décrit par les radiologues, alors qu'il est souvent manifeste sur le plan clinique.

Critères radiologiques d'arthrose

Tout d'abord les ostéophytes ; il s'agit de néoformations osseuses, situées en général sur les bords de l'articulation, en dehors des zones de charge maximale, dont la finalité est d'augmenter les surfaces de charge. Ils expliquent en partie l'élargissement du cadre osseux dans l'arthrose. Les ostéophytes sont précoces, apparaissent en général avant les autres signes d'arthrose, notamment le pincement articulaire. Ils sont très utiles pour poser le diagnostic et beaucoup moins pour juger de son évolutivité, et ne sont que mal corrélés avec les symptômes.

Le deuxième est le pincement articulaire *Space joint narrowing* qui témoigne de la perte d'épaisseur et/ou de la disparition progressive du cartilage. Il apparaît en négatif et doit être distingué des autres anomalies des tissus mous articulaires. Le pincement articulaire dépend de l'incidence du rayon et de la mise en charge. C'est le principal critère d'évolutivité d'une arthrose en radiologie standard. Néanmoins, la perte de hauteur n'est finalement que peu sensible aux changements, notamment sur une courte période.

La dernière atteinte, souvent tardive, est la réaction de l'os sous-chondral avec deux types de manifestations : tout d'abord des géodes qui apparaissent en général en pleine zone de charge, elles correspondent histologiquement à des zones de nécrose avec cicatrisation en périphérie. Deuxièmement, des processus de scléroses secondaires à une augmentation des travées entraînant une densification de l'os. Il s'agit là d'une tentative de l'os de s'opposer aux contraintes de charge en l'absence de couverture amortissante cartilagineuse.

Degrés de sévérité de l'arthrose

On continue à utiliser classiquement la vieille classification de Kellgren et Lawrence,⁴ qui comporte quatre stades de gravité (tableau 1). Il s'agit d'une classification semi-quantitative qui laisse beaucoup de place à l'interprétation (la

Tableau 1. Stades radiologiques d'arthrose selon Kellgren et Lawrence

Grades	Classifications	Descriptions
0	Normale	Aucune
1	Douteuse	Ostéophyte de signification douteuse
2	Minime	Ostéophyte net, sans modification de l'interligne articulaire
3	Modérée	Ostéophyte net et diminution de l'interligne articulaire
4	Sévère	Pincement sévère de l'interligne articulaire et sclérose de l'os sous-chondral

perte de hauteur du cartilage n'étant pas chiffrée) donc pas bien reproductible, comme cela a été démontré dans les études.⁴

Symptômes, évolution clinique et radiologie

Sur la base de la littérature, l'association, entre la progression du pincement articulaire mesuré en radiologie standard et la symptomatologie algique, existe mais elle est faible et certainement pas applicable à titre individuel.⁵ Cette association est meilleure si on prend en compte le stade de Kellgren plutôt que le pincement articulaire isolé.⁶ Elle reste néanmoins peu pertinente sur le plan individuel. Les données de la littérature nous indiquent également que le pincement articulaire est un meilleur indicateur à la hanche, qu'au genou de l'évolution radiologique ultérieure, de la présence ou non de symptômes et l'évolution vers une prothèse totale.⁷ Il semble donc y avoir des différences en fonction de la localisation de l'arthrose.

IRM

L'IRM est nettement supérieure à la radiographie dans l'arthrose, grâce à sa capacité à analyser l'arthrose comme une maladie d'organes et notamment de bien différencier les tissus mous les uns des autres et finalement, de mettre en évidence dans l'os des phénomènes évolutifs, actifs et non pas uniquement une accumulation de dégâts.

Structures anatomiques et IRM

Les protocoles conventionnels d'évaluation d'une articulation arthrosique comprennent en pratique quotidienne des images en pondérations T1, T2 avec ou sans saturation de graisse. En pondération T1, le rapport signal sur bruit est meilleur et permet une résolution spatiale maximale. Elle est de l'ordre de 0,39 mm² par pixel, permettant des mesures d'épaisseur de 0,08 mm.⁸ Le cartilage apparaît en signal intermédiaire en T1, en hypo-signal en T2, ce qui contraste avec le liquide synovial, en iso-signal, d'autant plus avec saturation de la graisse. Cette dernière séquence permet de mieux évaluer la sévérité des lésions.

Afin d'augmenter la finesse d'analyse du cartilage, notamment dans les études, on utilise plusieurs moyens. D'abord, on peut augmenter la puissance des IRM en passant à de 1,5 à 3 Tesla. On peut également acquérir les images en 3D, non pas en 2D, ce qui permet d'augmenter la discrimination spatiale et surtout, d'utiliser des séquences particulières



comme l'écho de gradient qui distingue la structure trila-mellaire du cartilage.⁹

En l'absence d'atteinte, le cartilage apparaît comme lisse, homogène, sans anomalie de signal. En cas de lésion, on observe à la fois des modifications d'épaisseur, mais aussi de l'aspect du cartilage à un endroit donné. Dans les études, afin de tenir compte de la surface cartilagineuse atteinte qui peut être très variable, on a développé des séquences d'acquisition 3D, permettant de mesurer le volume du cartilage sur l'ensemble de l'articulation. Cela permet de suivre ce volume au cours de l'évolution de la maladie.

L'IRM permet même d'aller encore plus loin en montrant non seulement des anomalies d'épaisseur et des défauts, mais en objectivant également des modifications préarthrosiques de la structure du cartilage lui-même. On utilise alors des séquences d'acquisition en 3D, appelées DGEMRIC, au cours desquelles on injecte du gadolinium. Après une vingtaine de minutes, celui-ci imprègne le cartilage. Cette imprégnation se fait de façon variable en fonction du contenu en protéoglycanes. On obtient alors une véritable cartographie chimique du cartilage. Il existe d'autres séquences que l'on peut maintenant utiliser en routine comme la cartographie T2 (T2 mapping). Cette séquence renseigne sur l'état de la matrice extracellulaire en étudiant la liberté de mouvement des protons H⁺, donc indirectement sur le type de fibres collagènes et la concentration en protéoglycanes. Une dégradation du réseau de fibres collagènes mène à une augmentation de la valeur T2. La cartographie T2 a donc la capacité de détecter des modifications matricielles avant l'apparition de réelles pertes chondrales. De telles séquences peuvent être utiles en clinique dans certaines circonstances particulières, notamment avant une opération du labrum, de la hanche, pour s'assurer de l'intégrité du cartilage sous-jacent ou avant une ostéotomie de valgisation, pour bien évaluer l'état du cartilage sur le compartiment supposément sain du condyle externe.¹⁰

L'IRM s'est montrée particulièrement performante pour mettre en évidence des lésions sous-chondrales appelées parfois «œdème osseux». Il s'agit d'un abus de langage, car histologiquement, elles ne correspondent pas véritablement à un œdème, mais plutôt à des microfractures associées à de la nécrose et parfois à un peu d'inflammation. Ces œdèmes peuvent parfois être mis en évidence chez des sujets asymptomatiques après l'âge de 50 ans. De plus, ils ne sont pas spécifiques à l'arthrose et se retrouvent dans d'autres pathologies, comme les contusions traumatiques, les arthrites, les nécroses débutantes, voire les algoneurodystrophies par exemple. Leur localisation en regard des lésions cartilagineuses, en association avec les autres signes d'arthrose, permet en général le diagnostic (figure 1). Ces «œdèmes osseux», invisibles en radiologie traditionnelle, sont souvent bien corrélés avec la symptomatologie algique et ont un pouvoir pronostique non négligeable (tableau 2). Leur présence en regard d'une lésion méniscale dégénérative doit rendre le chirurgien très prudent quant à l'indication opératoire sur le ménisque, les douleurs étant alors plutôt d'origine osseuse et donc peu susceptibles de répondre à l'intervention.

L'arthrose s'accompagne volontiers au cours de l'évolution d'un épanchement articulaire fluctuant, bien visualisable

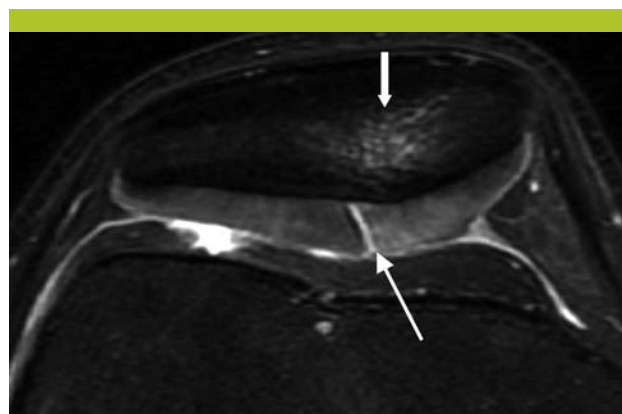


Figure 1. Œdème osseux (flèche épaisse) en regard d'une lésion cartilagineuse (fine flèche)

en IRM, grâce à l'association des différentes séquences décrites pour le cartilage.¹¹ C'est l'une des rares structures que l'on visualise aussi bien à l'ultrason qu'à l'IRM dans la maladie arthrosique.

Finalement, l'IRM visualise parfaitement les lésions ligamentaires ou tendineuses, susceptibles de favoriser à terme, notamment au niveau du genou, des lésions arthrosiques.¹²

Degré de sévérité de l'arthrose

Le degré de sévérité peut être quantifié en IRM, soit par la mesure de l'épaisseur (classification d'Outerbridge) ou du volume du cartilage, soit par des classifications qui prennent en compte les atteintes de toutes les structures articulaires (scores de BLOCKS, de KOSS ou de WORM).¹³

Symptômes, évolution clinique et radiologie

L'apport de l'IRM au diagnostic de l'arthrose, à l'explication de physiopathologie, à la corrélation avec les symptômes et en termes de pronostic évolutif, a largement été étudié, en particulier pour le genou, un peu moins pour les autres articulations. Dans une méta-analyse parue en 2011,¹⁴ les auteurs retrouvent une association modérée entre une synovite, la présence d'un épanchement articulaire et/ou d'un œdème osseux et les symptômes algiques. Par contre, la

Tableau 2. Corrélations entre IRM et douleurs dans la gonarthrose selon Yusuf et coll.

Adapté de réf.¹³

	% étude +	% association +	Odds ratio	Conclusion
Liquide ou synovite	4/4	86%	2,5-10	Modérée
Œdème osseux	4/5	63%	2-5	Modérée
Défauts cartilagineux	3/6	50%		Incertaine
Lésions méniscales	1/3	33%		Incertaine
Ostéophytes	0/2	Aucune		Aucune
Lésions ligamentaires	2/2	40%		Limitée
Kystes osseux	0/2	Aucune		Aucune



relation avec les défauts cartilagineux et les lésions méniscales est incertaine.¹⁵ De même, ils ne retrouvent aucune relation entre douleurs et ostéophytes, lésions ligamentaires et kystes osseux (tableau 2).

Hunter et coll.¹⁶ viennent également de faire paraître une méta-analyse qui s'est intéressée à l'IRM comme biomarqueur de l'arthrose. Comme la précédente, malgré un grand nombre d'articles, peu sont finalement analysables et interprétables. Ces auteurs se sont intéressés, non seulement à la corrélation des lésions IRM avec les symptômes, mais également avec la radiologie standard, à l'histologie, à l'arthroscopie et même au pronostic évolutif. Ils retrouvent une association faible entre l'aggravation des symptômes et la perte de cartilage plus nette avec l'importance de synovite et le score quantitatif d'œdèmes osseux. En d'autres termes, plus vous avez de lésions, d'œdèmes osseux, plus ils sont nombreux et de taille importante, plus le risque est grand que ceux-ci s'accompagnent au cours du temps d'une symptomatologie algique (tableau 3).

Lorsque ces auteurs comparent l'IRM à la radiologie conventionnelle, ils constatent que l'IRM détecte des lésions cartilagineuses plus précocement. De plus, la corrélation entre la perte de volume du cartilage et la détérioration de la composition du cartilage à l'IRM avec les signes d'arthrose radiologique, notamment l'aggravation du pincement articulaire, s'avère faible. Pour ce qui est de la valeur pronostique des lésions IRM, notamment de l'évolution d'une arthrose vers une prothèse, les auteurs observent une corrélation statistique entre la perte de volume du cartilage et le risque d'évolution vers une prothèse dans les quatre ans. Il en est de même pour la présence d'œdèmes osseux et une évolution vers une prothèse.

AUTRES IMAGERIES

Dans l'arthrose, l'indication de l'échographie est limitée, puisque les ultrasons ne pénètrent pas à travers les structures osseuses, ne permettent donc qu'une visualisation incomplète, y compris des tissus mous dans certaines articulations comme la hanche, le genou, en raison de la configuration articulaire.

Tableau 3. IRM comme biomarqueur dans la gonarthrose selon Hunter et coll.

Adapté de réf.¹⁵

	Douleur	Absence de douleur	Odds ratio	Association
Œdème osseux	77%	33%	3,3	Modérée
> 1 cm de grandeur	33%	2%	5,8	Forte
Epanchement synovial	73%	21%		Modérée
Epaisseur moyenne	47 mm	28 mm		Modérée
Epaisseur du cartilage				Faible
Lésion méniscale	91%	76%		Aucune
Lésion péripatellaire	12%	20%		Aucune

De nombreuses études ont montré par contre que l'on peut, par ultrasons, mesurer l'épaisseur du cartilage dans certaines articulations, comme les doigts où il est possible de dégager partiellement les surfaces articulaires.¹⁷ Grâce aux appareils récents, on arrive à une discrimination spatiale proche de celle de l'IRM.

Son utilité principale est de mettre en évidence les pathologies des tissus mous et plus particulièrement, les épanchements synoviaux qui peuvent expliquer la symptomatologie algique et qui ont une valeur pronostique. Comme cet examen peut se faire au lit du malade et que son coût est moindre que celui d'une IRM, il peut être utile dans le suivi de l'arthrose.

Le CT-scan n'est indiqué que dans certaines localisations comme le pied, mal analysable sur les radiographies standards et avant des prothèses sur mesure ou des ostéotomies. Il permet, par contre, de mesurer l'épaisseur du cartilage quand il est associé à une arthrographie, c'est-à-dire un arthro-CT.

Imagerie en pratique clinique

Sur la base des données de la littérature,¹⁸ faut-il véritablement faire une imagerie pour le diagnostic d'arthrose et/ou pour suivre son évolution? Si oui, à quel moment, doit-on répéter l'imagerie et peut-on se contenter de radiographies standards? Quand faut-il avoir recours à l'imagerie moderne et qui doit demander ces examens: le médecin traitant, le rhumatologue ou l'orthopédiste avant une intervention?

Dans un article de consensus édité par l'EULAR (European League Against Rheumatism),¹⁹ un panel de spécialistes ont, sur la base de l'ensemble des données de la littérature, fait un certain nombre de recommandations pour ce qui est du diagnostic. La présence de trois symptômes et de trois signes cliniques semble suffisant pour retenir le diagnostic d'arthrose, la radiographie étant dès lors considérée comme pas toujours nécessaire.

En fait, dans la pratique, une imagerie de départ est souvent souhaitable, voire nécessaire, afin d'exclure une autre pathologie susceptible de mimer une arthrose, telle qu'une nécrose, une arthrite peu inflammatoire, des séquelles d'un traumatisme, etc. De plus, il vaut souvent la peine d'objectiver une atteinte susceptible d'aggraver l'évolution de l'arthrose, telle qu'une maladie microcristalline ou des troubles architecturaux, notamment au niveau de la hanche et du genou. Un bilan radiologique de départ est également utile pour le suivi, malgré les réserves émises ci-dessus. Enfin, il ne faut pas négliger l'aspect thérapeutique d'une radiographie. Les patients veulent savoir et ne sont souvent rassurés qu'après avoir bénéficié d'une imagerie qu'ils obtiendront de toute façon, compte tenu du système médical actuel.

Pour ce qui est du suivi, on l'a vu sur la base de la littérature, il y a peu ou pas de justifications à des radiographies systématiques. Celles-ci ne doivent être effectuées qu'en cas de pathologie intercurrente. Lorsqu'on s'approche d'une indication opératoire, avant tout dictée par la symptomatologie algique et la sévérité de l'atteinte fonctionnelle, plutôt que par l'aspect de l'imagerie, le bilan radiographique préopératoire devrait plutôt être demandé



par le spécialiste. Celui-ci décidera, en fonction de l'intervention programmée, des radiographies et des incidences optimales.

Même si l'IRM a permis une meilleure connaissance des mécanismes physiopathologiques et s'avère indispensable dans les études, elle n'a pas d'indication au cours de l'évolution d'une arthrose non compliquée, sauf si l'on suspecte une pathologie intercurrente.

En principe, elle est réservée, à notre sens, à un spécialiste, soit un rhumatologue ou un orthopédiste qui saura se référer à un radiologue spécialisé en pathologie ostéoarticulaire afin d'effectuer les séquences adaptées à la problématique du patient.

CONCLUSION

L'imagerie traditionnelle est utile pour poser le diagnostic d'arthrose, même si elle n'est pas toujours indispensable. Elle est par contre mal corrélée avec les symptômes, car elle témoigne plutôt de l'accumulation des dégâts, que de processus actifs. De même, elle n'est qu'un médiocre indicateur de l'évolution de l'arthrose. Pour ces diverses raisons, elle est un outil d'évaluation insatisfaisant dans les études thérapeutiques et ne devrait pas être répétée de façon systématique au cours du suivi en pratique clinique.

L'imagerie moderne, en particulier l'IRM, nous a permis de mieux connaître les processus évolutifs, en démontrant une meilleure corrélation avec les symptômes et une meilleure valeur prédictive de l'évolution. Elle a remplacé progressivement la radiographie standard lors des études. Elle n'est indiquée en clinique que pour exclure une alternative diagnostique ou juger d'une éventuelle complication de l'arthrose. ■

Implications pratiques

- > L'imagerie traditionnelle est utile pour poser le diagnostic d'arthrose même si elle n'est pas toujours indispensable
- > L'imagerie traditionnelle n'est qu'un médiocre indicateur de l'évolution de l'arthrose
- > L'IRM permet de mieux connaître les processus évolutifs et démontre une meilleure corrélation avec les symptômes. Elle a remplacé progressivement la radiographie standard lors des études
- > L'IRM n'est indiquée en clinique que pour exclure une alternative diagnostique ou juger d'une éventuelle complication de l'arthrose

Bibliographie

- 1 Teichtahl AJ, Wluka AE, Davies-Tuck ML, Cicuttini FM. Imaging of knee osteoarthritis. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2008;22:1061-74.
- 2 Neumann G, Hunter D, Nevitt M, et al. Location specific radiographic joint space width for osteoarthritis progression. *Osteoarthritis Cartilage* 2009;17:761-5.
- 3 * Malghem J, Maldague B, Lecouvet F, Koutassis S, Vande Berg B. Plain radiography of the knee: The articular surfaces. *J Radiol* 2008;89:692-7.
- 4 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.
- 5 Conaghan PG, Hunter DJ, Maillefert JF, Reichmann WM, Losina E. Summary and recommendations of the OARSI FDA osteoarthritis assessment of structural change working group. *Osteoarthritis Cartilage* 2011;19:606-10.
- 6 Sanghi D, Avasthi S, Mishra A, et al. Is radiology a determinant of pain, stiffness, and functional disability in knee osteoarthritis? A cross-sectional study. *J Orthop Sci* 2011;16:719-25.
- 7 Chu Miow Lin D, Reichmann WM, Gossec L, et al. Validity and responsiveness of radiographic joint space width metric measurement in hip osteoarthritis: A systematic review. *Osteoarthritis Cartilage* 2011;19:543-9.
- 8 Wirth W, Buck R, Nevitt M, et al. MRI-based extended ordered values more efficiently differentiate cartilage loss in knees with and without joint space narrowing than region-specific approaches using MRI or radiography-data from the OA initiative. *Osteoarthritis Cartilage* 2011;19:689-99.
- 9 Roemer FW, Crema MD, Trattnig S, Guermazi A. Advances in imaging of osteoarthritis and cartilage. *Radiology* 2011;260:332-54.
- 10 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.
- 11 Haugen IK, Boyesen P, Slatkowsky-Christensen B, et al. Comparison of features by MRI and radiographs of the interphalangeal finger joints in patients with hand osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2011; epub ahead of print.
- 12 Giannoudis PV, Tzioupis C, Papathanassopoulos A, Obakponovwe O, Roberts C. Articular step-off and risk of post-traumatic osteoarthritis. *Evidence today. Injury* 2010;41:986-95.
- 13 Kubassova O, Boesen M, Peloschek P, et al. Quantifying disease activity and damage by imaging in rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Ann N Y Acad Sci* 2009;1154:207-38.
- 14 ** Yusuf E, Kortekaas MC, Watt I, Huizinga TW, Kloppenburg M. Do knee abnormalities visualised on MRI explain knee pain in knee osteoarthritis? A systematic review. *Ann Rheum Dis* 2011;70:60-7.
- 15 Petty CA, Lubowitz JH. Does arthroscopic partial meniscectomy result in knee osteoarthritis? A systematic review with a minimum of 8 years' follow-up. *Arthroscopy* 2011;27:419-24.
- 16 ** Hunter DJ, Zhang W, Conaghan PG, et al. Systematic review of the concurrent and predictive validity of MRI biomarkers in OA. *Osteoarthritis Cartilage* 2011;19:557-88.
- 17 Torp-Pedersen S, Bartels EM, Wilhelm J, Bliddal H. Articular cartilage thickness measured with US is not as easy as it appears: A systematic review of measurement techniques and image interpretation. *Ultraschall Med* 2011;32:54-61.
- 18 Bedson J, Jordan K, Croft P. How do GPs use x rays to manage chronic knee pain in the elderly? A case study. *Ann Rheum Dis* 2003;62:450-4.
- 19 * 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.

* à lire
** à lire absolument