

Gonarthrose et IRM 3-Tesla

IRM 3-Tesla

Ariane RAYMOND
Service d'Imagerie
Guilloz

GONARTHROSE en IRM

Trépied de l'arthrose:

1. Défects cartilagineux
2. Anomalies de l'os sous chondral
3. Ostéophytose

Les autres lésions:

- Synovite et épanchement articulaire
- Lésions méniscales
- Kystes et bursites
- Lésions ligamentaires
- Corps étrangers

GONARTHROSE en IRM

1. Le cartilage



Grade 0



GONARTHROSE en IRM

1. Le cartilage

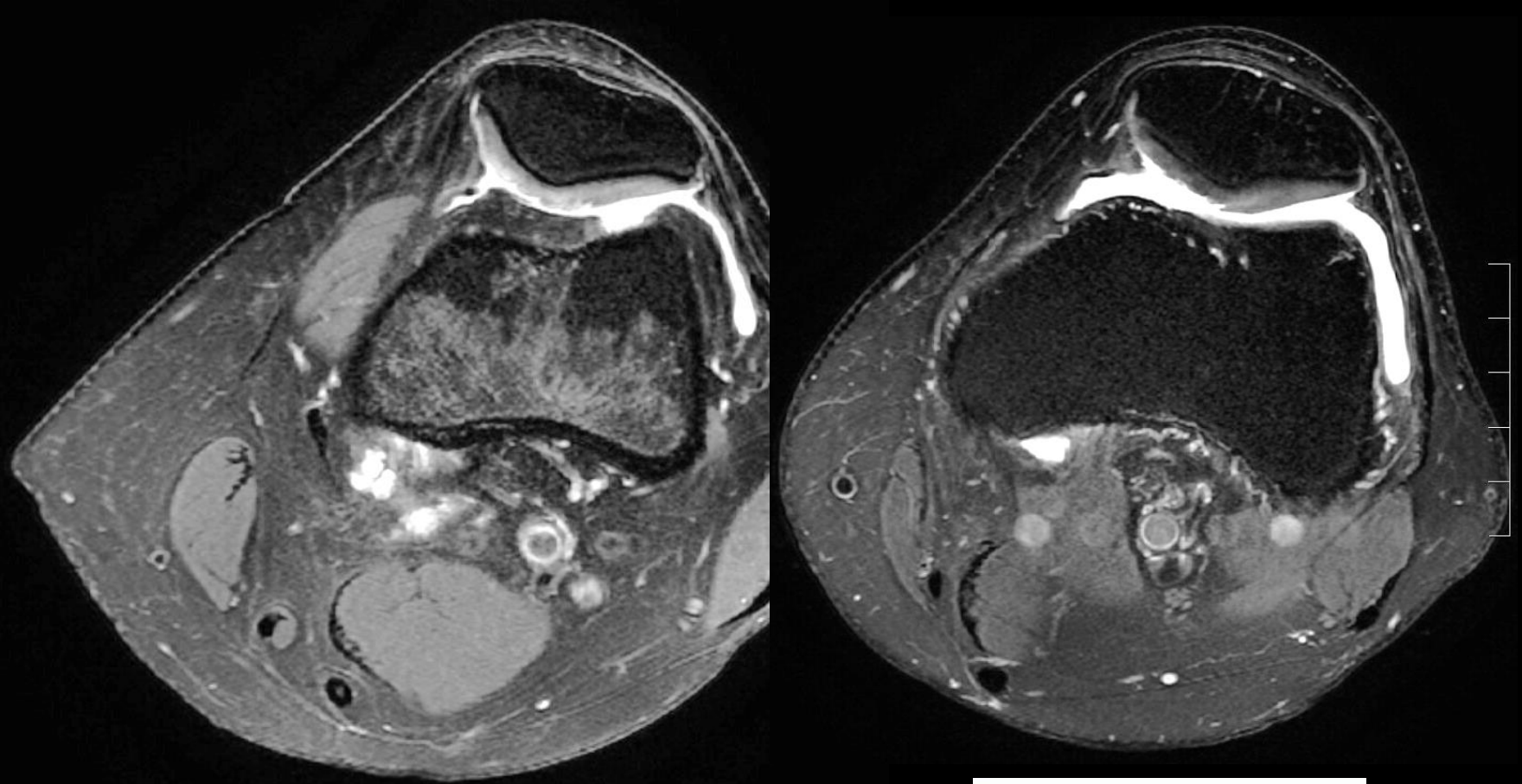


Grade I



GONARTHROSE en IRM

1. Le cartilage



Grade 2

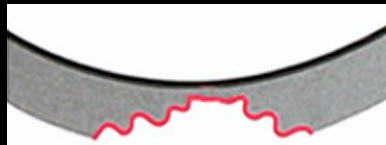


GONARTHROSE en IRM

1. Le cartilage



Grade III



GONARTHROSE en IRM

1. Le cartilage



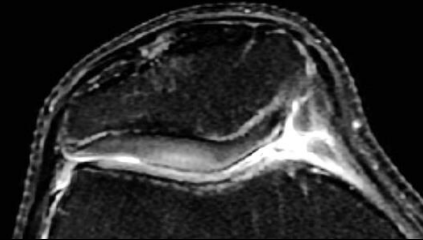
Grade IV



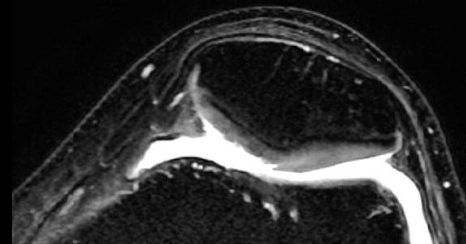
GONARTHROSE en IRM

1. Le cartilage

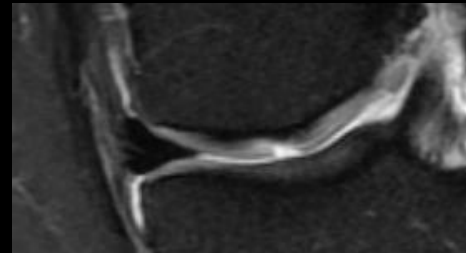
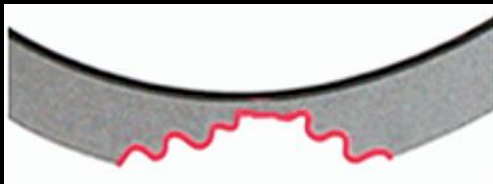
I



II



III



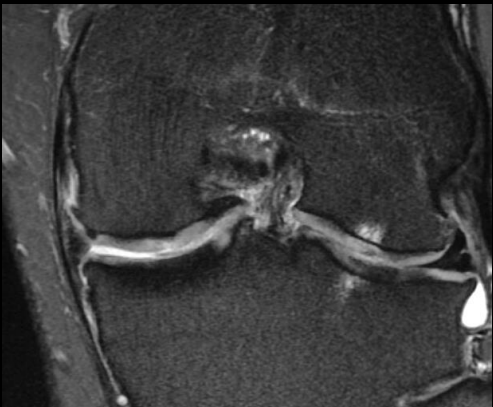
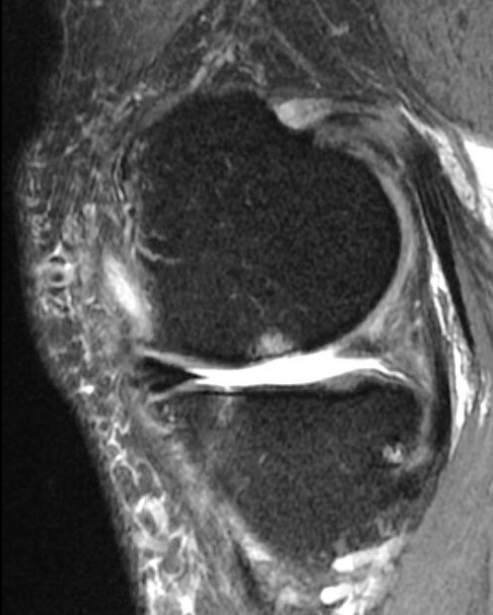
IV



GONARTHROSE en IRM

2. L'os sous chondral

Œdème médullaire



-Fréquence corrélée à la
sévérité de l'arthrose

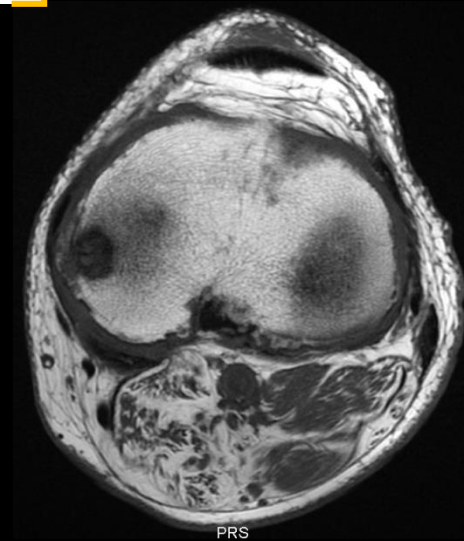
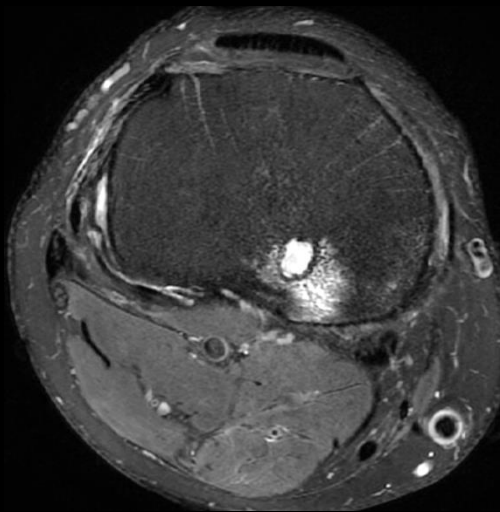
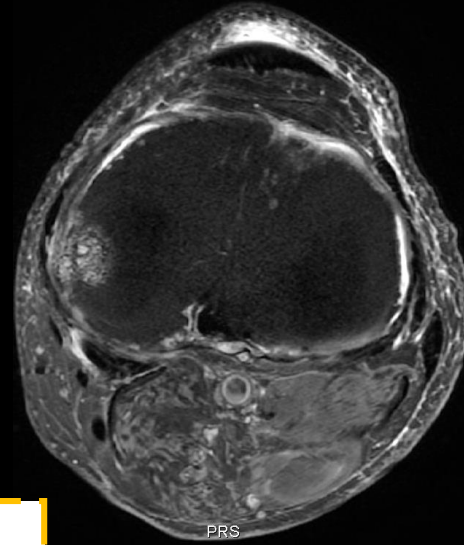
-Associé aux contraintes
mécaniques accrues
(alignement)

GONARTHROSE en IRM

2. L'os sous chondral

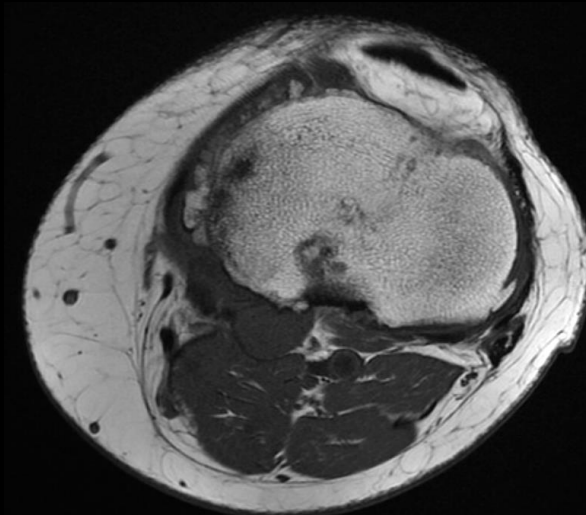
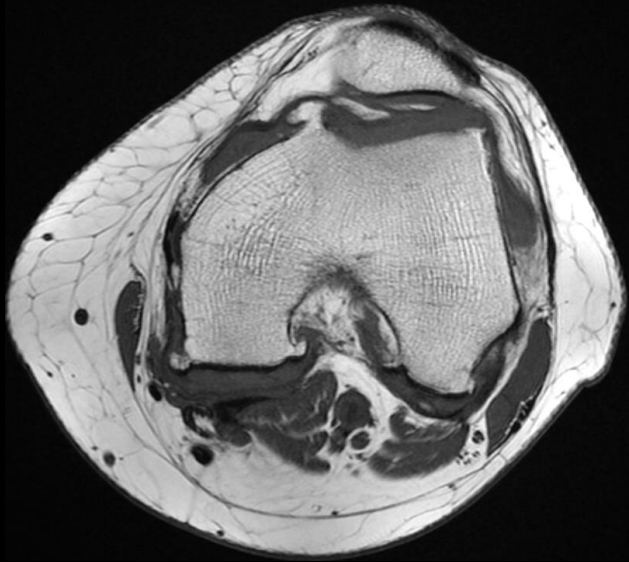


Géodes



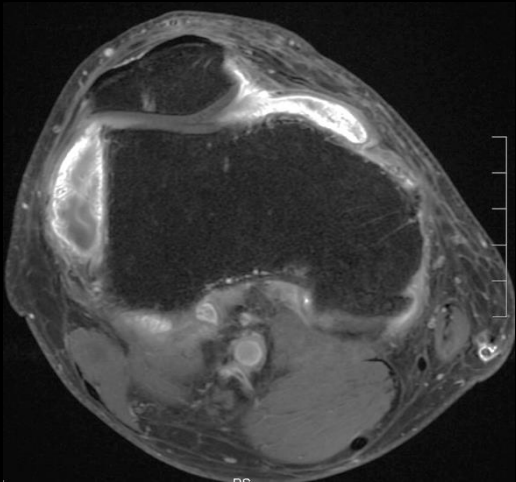
GONARTHROSE en IRM

3. Les ostéophytes

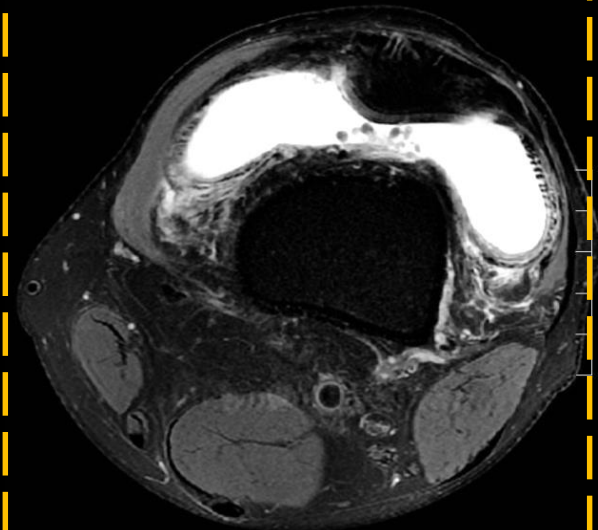
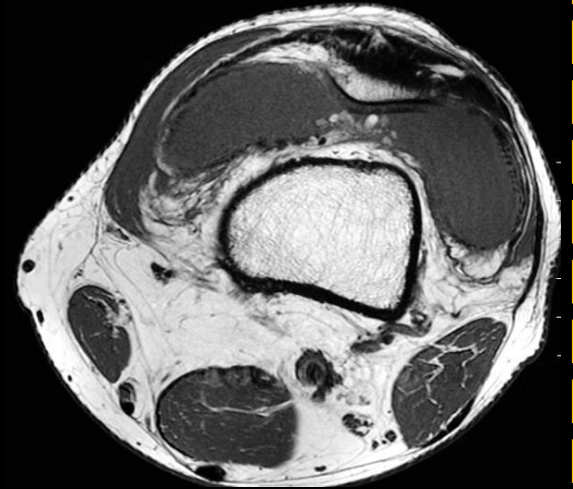
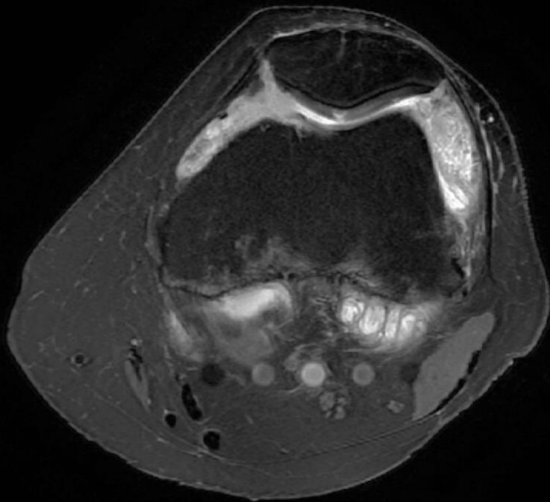


GONARTHROSE en IRM

4. Les autres lésions



Synovite
Epanchement articulaire



Lipome arborescent

GONARTHROSE en IRM

4. Les autres lésions



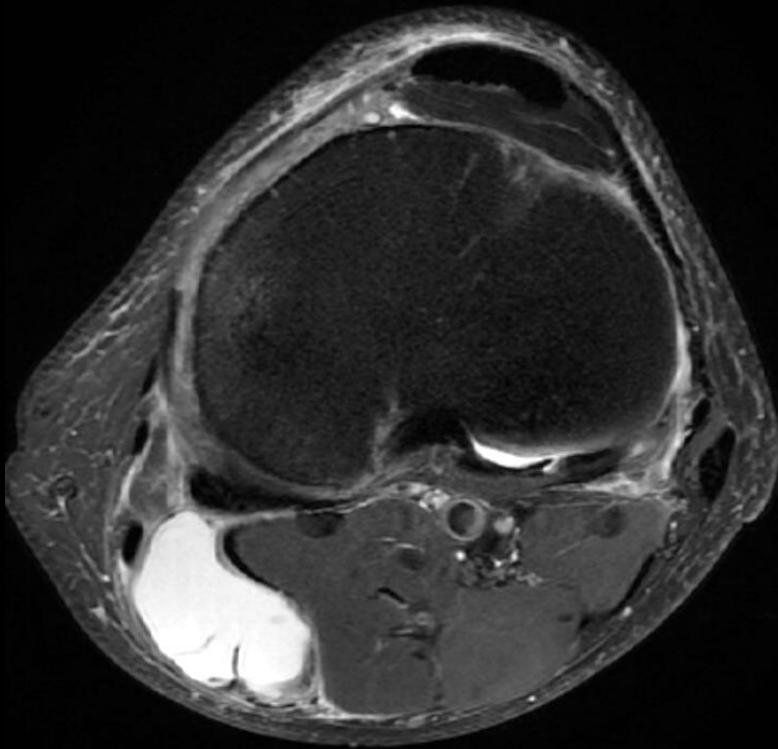
Lésions méniscales
Kyste péri-méniscal



GONARTHROSE en IRM

4. Les autres lésions

Kystes et bursites

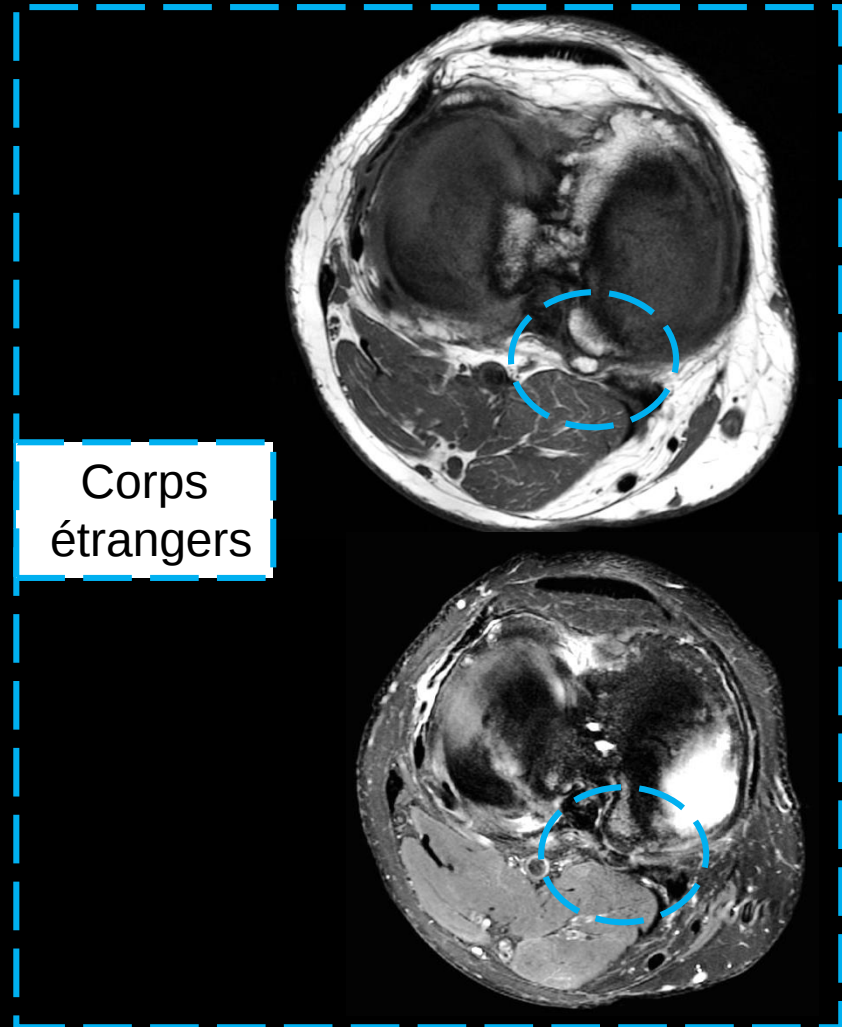


GONARTHROSE en IRM

4. Les autres lésions



Lésions ligamentaires



Corps
étrangers

Score WORMS

Whole-Organ magnetic Resonance Imagin Score

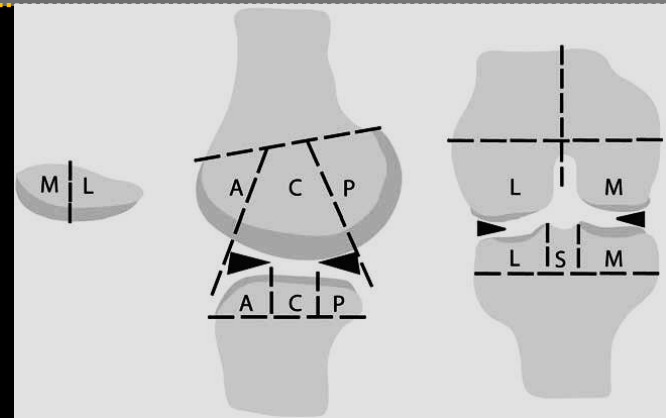
Méthode semi-quantitative pour une évaluation multi-critère de l'organe global dans l'arthrose du genou, basée sur l'IRM.

14 critères évalués:

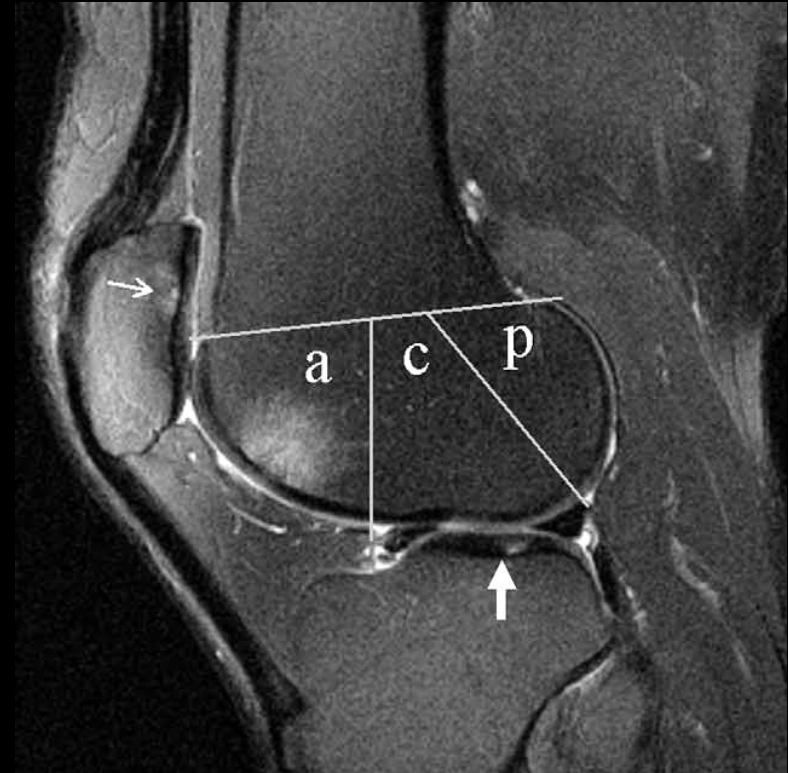
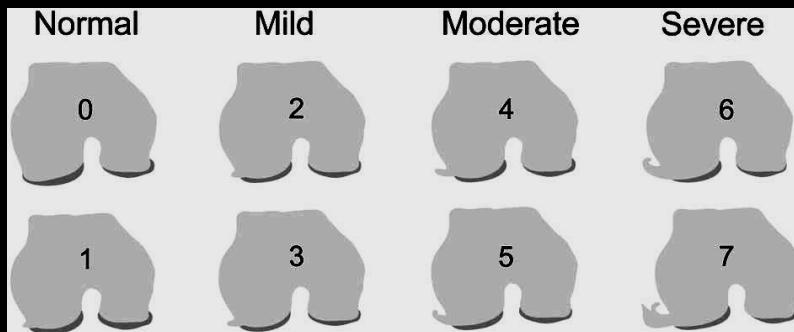
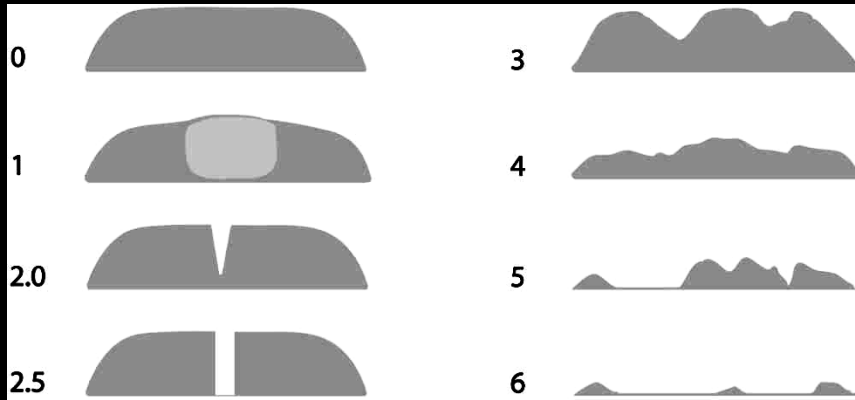
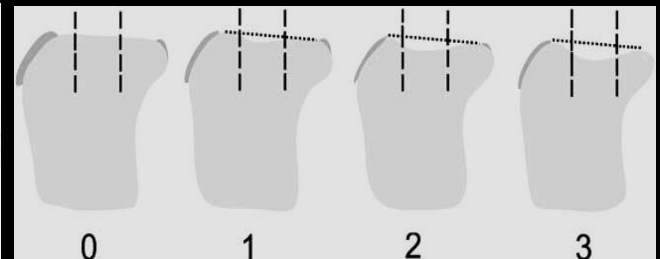
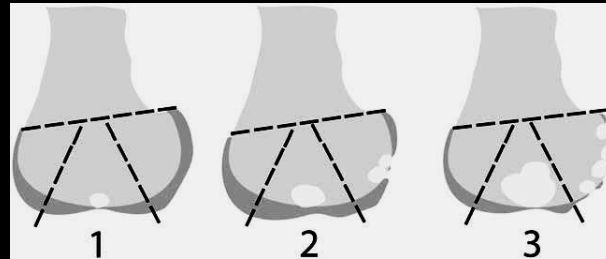
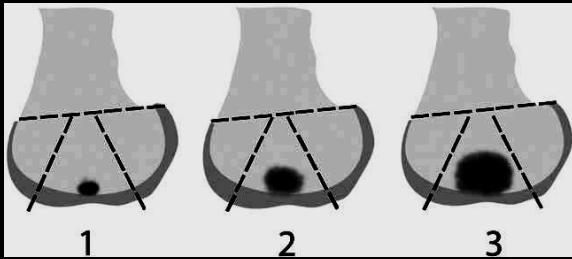
- Signal et morphologie du cartilage
- Anomalies de la moelle osseuse sous chondrale
- Kystes sous chondraux
- Attrition osseuse sous chondrale
- Ostéophytes marginaux
- Intégrité des ménisques médial et latéral
- Intégrité des ligaments croisés antérieur et postérieur
- Intégrité des ligaments collatéraux médial et latéral
- Synovite
- Corps étrangers libres
- Kystes/bursites péri-articulaires

5 critères relatifs aux surfaces articulaires:

15 régions étudiées, divisée par des repère anatomiques,



Score WORMS



Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2004; 12:177-190.

IRM 3-Tesla et imagerie du cartilage

Imagerie à 3-Tesla: **Augmentation du rapport signal sur bruit**

- Augmentation de la résolution spatiale et diminution de l'épaisseur de coupe sans sacrifier le rapport signal sur bruit ou prolonger le temps d'acquisition.
- Potentielle augmentation du rapport contraste sur bruit entre le cartilage et les structures articulaires adjacentes



Amélioration de l'imagerie du cartilage articulaire

IRM 3-Tesla et imagerie du cartilage

Plusieurs études in vitro ont montré une meilleure visualisation de la pathologie ligamentaire et cartilagineuse du genou et de la cheville à 3T vs 1,5T :

-Masi et Al. ¹, 2005: Meilleure sensibilité dans la détection des lésions cartilagineuses à 3T vs 1,5T, et amélioration de la gradation lésionnelle. Amélioration du RSB et de la qualité image.

-Link et al. ², 2006 : Seules les séquences hautes résolutions coupes fines pourraient exploiter le plein potentiel de l'IRM 3T pour l'évaluation des lésions cartilagineuses.

-Bauer et Al.³, 2008: Meilleures performances diagnostiques dans l'évaluation du cartilage de la cheville à 3T vs 1,5T, et meilleure sensibilité pour les lésions ligamentaires.

1. Masi JN, Sell CA, Phan C, et al. Cartilage MR Imaging at 3.0 versus That at 1.5 T: Preliminary Results in a Porcine Model¹. Radiology 2005; 236:140-150.
2. Link TM, Sell CA, Masi JN, et al. 3.0 vs 1.5 T MRI in the detection of focal cartilage pathology - ROC analysis in an experimental model. Osteoarthritis and Cartilage 2006; 14:63-70
3. Bauer JS, Barr C, Henning TD, et al. Magnetic resonance imaging of the ankle at 3.0 Tesla and 1.5 Tesla in human cadaver specimens with artificially created lesions of cartilage and ligaments. Invest Radiol. 2008; 43: 604-611.

IRM 3-Tesla et imagerie du cartilage

Quelques études in vivo ont montré l'amélioration des performances diagnostiques à 3T:

-Wong et Al. ¹: Comparaison de l'IRM 1,5T vs 3T chez 26 patients (1,5 et 3 T).

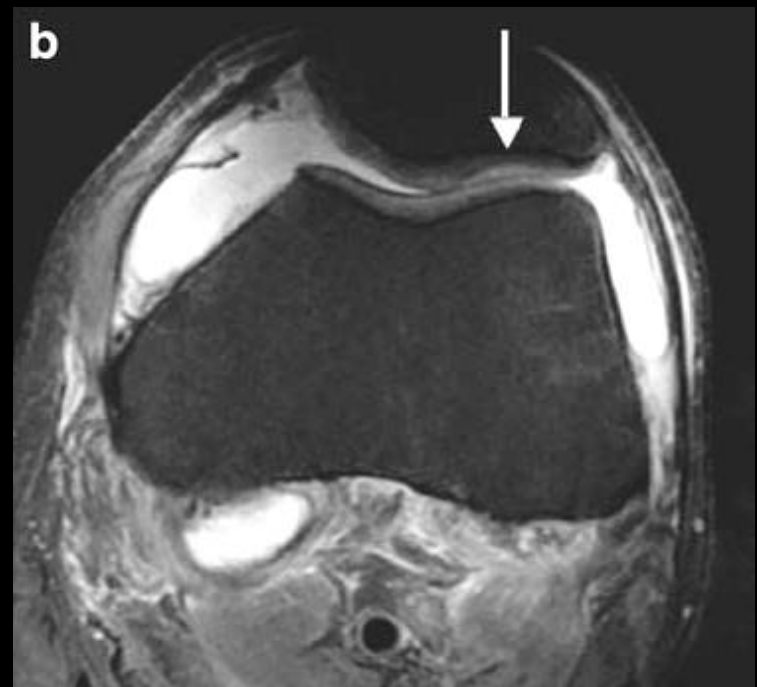
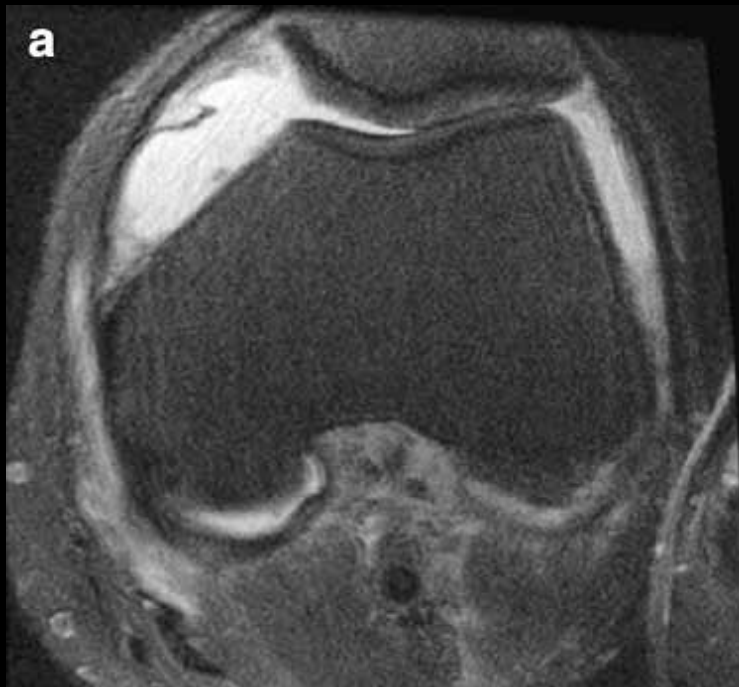
Résultats: Meilleure analyse des structures anatomiques et des anomalies morphologiques à 3T.

Diagnostic des anomalies cartilagineuses amélioré à 3T avec une meilleur sensibilité (75,7 contre 70,6 %), et une augmentation du taux de gradation correcte (51,3 contre 42,9%), l'arthroscopie étant le gold standard. Rapport signal sur bruit multiplié par environ 2, score de confiance plus élevé.

Kijowski et al. ²: Comparaison de l'IRM 1,5 T vs 3T chez 200 patients (1,5 ou 3T).

Résultats: Meilleure spécificité à 3T (85,9 contre 78,0 %), pour la détection des lésions cartilagineuses, mais pas d'amélioration de la sensibilité (70,5 contre 69,3%). Augmentation significative de la concordance gradation IRM vs gradation arthroscopique à 3T vs à 1,5T.

1. Wong S, Steinbach L, Zhao J, Stehling C, Ma CB, Link TM. Comparative study of imaging at 3.0 T versus 1.5 T of the knee. Skeletal Radiol 2009; 38:761-769.
2. Kijowski R, Blankenbaker DG, Davis KW, Shinki K, Kaplan LD, De Smet AA. Comparison of 1.5- and 3.0-T MR imaging for evaluating the articular cartilage of the knee joint. Radiology. 2009; 250: 839-849.



Wong S, Steinbach L, Zhao J, Stehling C, Ma CB, Link TM. Comparative study of imaging at 3.0 T versus 1.5 T of the knee. *Skeletal Radiol* 2009; 38:761-769.

IRM 3-Tesla et imagerie du cartilage: Imagerie 3D/séquence CUBE

1



Séquences 2D:

Haute résolution dans le plan mais coupes épaisses et espace inter-coupe, responsables d'artefacts de volume partiel.

Séquences 3D avec résolution isotropique :

- Acquisition de fines coupes continues à travers l'articulation: réduction des artefacts de volume partiel.
- Visualisation rétrospective des données 3D dans n'importe quel plan sans perte de résolution.
- Diminution des acquisitions: diminution du temps d'examen, des artefacts de mouvement, augmentation du confort du patient et du débit d'examen IRM.



IRM 3-Tesla et imagerie du cartilage: Imagerie 3D/séquence CUBE

Kijowski et Al.,
Radiology 2009:

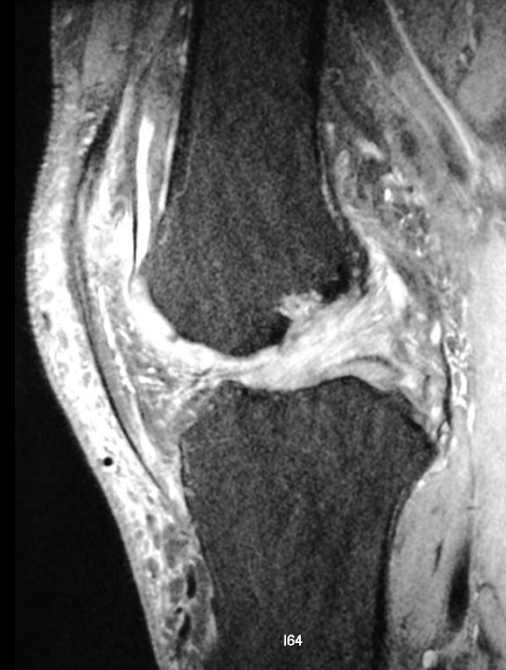
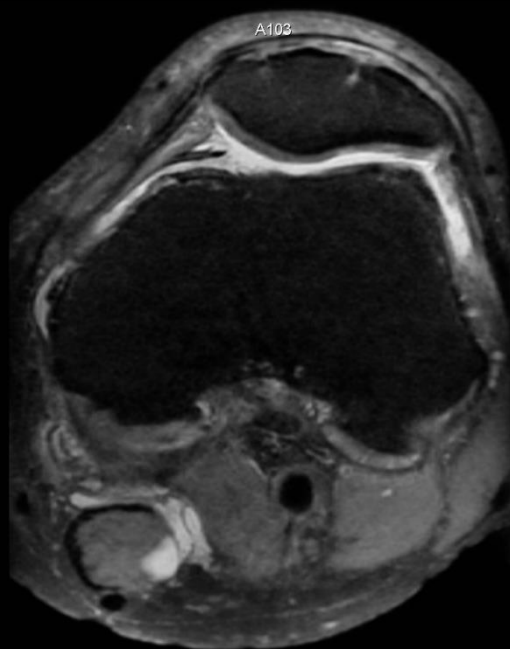
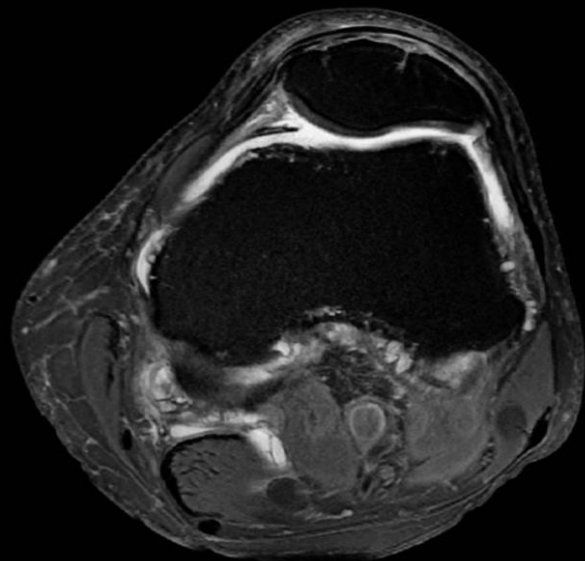
Séquence FSE Cube (sagittale, 5 min) ajoutée au protocole d'IRM 3T classique chez 100 patients symptomatiques. Arthroscopie utilisée comme référence.

→ FSE Cube: Meilleure sensibilité (72,8 contre 68,2 %) mais spécificité plus faible (88,2 contre 92,8%) pour la détection des lésions cartilagineuses.

→ Pas de différence pour la sensibilité et la spécificité entre la séquence FSE cube et le protocole classique pour la détection des ruptures du LCA, ou des ruptures méniscales.

Conclusion: Mêmes performances diagnostiques pour la séquence FSE cube que pour un protocole de routine pour la détection des lésions cartilagineuses, des ruptures des ligaments croisés, des ligaments collatéraux, des ménisques et de l'œdème médullaire à 3T.

Kijowski R, Davis KW, Woods MA, et al. Knee joint: comprehensive assessment with 3D isotropic resolution fast spin-echo MR imaging--diagnostic performance compared with that of conventional MR imaging at 3.0 T. Radiology 2009; 252:486-495.





Perspective: IRM 7-Tesla ?

Imagerie à 7-Tesla: **Augmentation du rapport signal sur bruit**

Inconvénients:

- Augmentation des artefacts de susceptibilité magnétique et de déplacement chimique
 - Augmentation du SAR
- Modifications des caractéristiques de relaxation des tissus nécessitant une adaptation des TR et TE



Applications en imagerie musculo-squelettique?

Perspective: IRM 7-Tesla ?

Stahl et Al., Skeletal Radiology 2009:

- Adaptation à 7T de 3 séquences IRM optimisées pour l'imagerie du cartilage à 3T : une séquence FSE (IM-w FSE), une séquence FIESTA, une séquence SPGR.

- 3 patients sains, 7 patients présentant une gonarthrose modérée

-Résultats:

→ IM-w FSE: limitations en raison du SAR, couverture insuffisante de l'articulation, artefacts et défaut de saturation de la graisse.

→ SPGR et FIESTA: Augmentation du rapport contraste sur bruit et de la qualité image (pas pour la séquence IM-w FSE)

→ FIESTA: Augmentation de la confiance diagnostique pour les lésions cartilagineuses

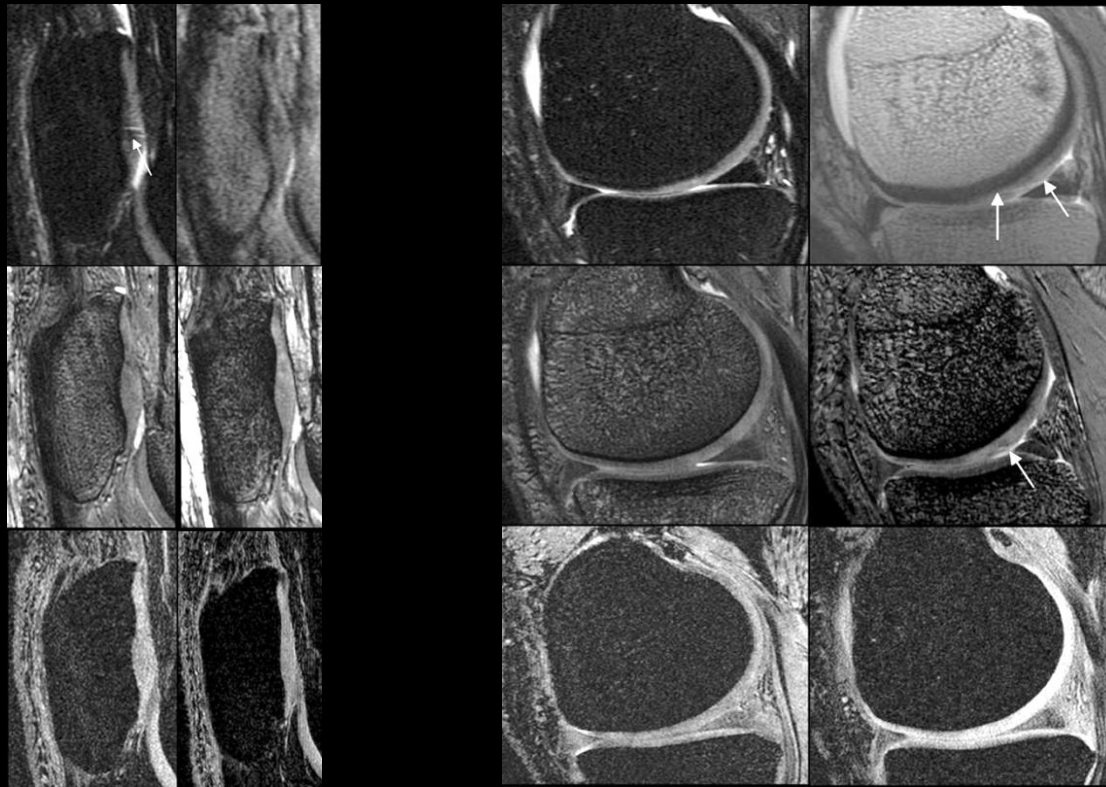
→ Distribution égale dans la détectabilité des lésions cartilagineuses à 3T et à 7T.



Perspective: IRM 7-Tesla ?

Conclusion:

- Séquences écho de gradient comme SPGR et FIESTA adaptées pour l'imagerie à très haut champ, qui pourrait augmenter la détection précoce des lésions cartilagineuses.
- Séquences FSE moins applicables à 7T qu'à 3T pour l'évaluation des remaniements arthrosiques.



Conclusion

- IRM : évaluation de l'ensemble des anomalies articulaires survenant dans la gonarthrose.
- IRM 3 tesla: amélioration de l'imagerie du cartilage articulaire.
- IRM 3 tesla et imagerie 3D.
- Perspective: IRM 7 Tesla?

Références bibliographiques

- Wong S, Steinbach L, Zhao J, Stehling C, Ma CB, Link TM. Comparative study of imaging at 3.0 T versus 1.5 T of the knee. *Skeletal Radiol* 2009; 38:761-769.
- Kijowski R, Blankenbaker DG, Davis KW, Shinki K, Kaplan LD, De Smet AA. Comparison of 1.5- and 3.0-T MR imaging for evaluating the articular cartilage of the knee joint. *Radiology*. 2009; 250: 839–848.
- Craig JG, Go L, Blechinger J, et al. Three-tesla imaging of the knee: initial experience. *Skeletal Radiol* 2005; 34:453-461.
- Griffin N, Joubert I, Lomas DJ, Bearcroft PW, Dixon AK. High resolution imaging of the knee on 3-Tesla MRI: a pictorial review. *Clin Anat* 2008; 21:374-382.
- Masi JN, Sell CA, Phan C, et al. Cartilage MR Imaging at 3.0 versus That at 1.5 T: Preliminary Results in a Porcine Model¹
- Link TM, Sell CA, Masi JN, et al. 3.0 vs 1.5 T MRI in the detection of focal cartilage pathology - ROC analysis in an experimental model. *Osteoarthritis and Cartilage* 2006; 14:63-70
- Bauer JS, Barr C, Henning TD, et al. Magnetic resonance imaging of the ankle at 3.0 Tesla and 1.5 Tesla in human cadaver specimens with artificially created lesions of cartilage and ligaments. *Invest Radiol*. 2008; 43: 604–611.
- Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2004; 12:177-190.
- Kijowski R, Davis KW, Woods MA, et al. Knee joint: comprehensive assessment with 3D isotropic resolution fast spin-echo MR imaging--diagnostic performance compared with that of conventional MR imaging at 3.0 T. *Radiology* 2009; 252:486-495.
- Stahl R, Krug R, Kelley DA, et al. Assessment of cartilage-dedicated sequences at ultra-high-field MRI: comparison of imaging performance and diagnostic confidence between 3.0 and 7.0 T with respect to osteoarthritis-induced changes at the knee joint. *Skeletal Radiol* 2009; 38:771-783.