



JAIM

ISSN 1810-4959

Journal Africain  
d'Imagerie Médicale

ARTICLE ORIGINAL / RESEARCH ARTICLE

## Performance de l'IRM bas champ dans la rupture du Ligament Croisé Antérieur du genou.

*Performance of low field MRI in the rupture of the Anterior Cruciate Ligament of the knee.*

SIDIBE Seydou<sup>1</sup>, PERAZZINI Chiara<sup>1\*</sup>, KINKPE Charles<sup>2</sup>, BOYER Louis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Service de Radiologie, CHU Gabriel Montpied (Clermont-Ferrand, FRANCE)

<sup>2</sup>: Département de Chirurgie et Spécialités Chirurgicales Cheikh Anta Diop University, Dakar (SENEGAL)

### Mots-clés :

Ligament croisé antérieur ;  
IRM ; Champ Elevé ;  
Arthroscopie.

### Keywords:

Anterior Cruciate Ligament;  
MRI; High Field;  
Arthroscopy.

### \*Auteur

#### correspondant

Chiara Perazzini  
Radiologue, PH  
Service de Radiologie, CHU  
Gabriel Montpied  
58, Rue Montalembert  
63000 Clermont-Ferrand,  
France  
chiara.perazzini@alice.it  
+33782834512

Reçu le : 20.04.2021

Accepté le : 30.10.2021

### RÉSUMÉ

**Objectifs :** L'imagerie par résonance magnétique (IRM) reste à ce jour l'examen de référence pour le diagnostic de rupture du ligament croisé antérieur (LCA) du genou. L'arthroscopie est une procédure très sensible et spécifique, mais invasive. Nous nous sommes proposés de comparer les données de l'IRM bas champ dans la rupture complète du LCA aux résultats des arthroscopies.

**Matériels et méthodes :** Il s'agissait d'une étude rétrospective, effectuée sur 30 patients porteurs d'une rupture du LCA complète ou partielle, ayant bénéficié d'une IRM et d'une arthroscopie. 15 patients avaient bénéficié d'une exploration par IRM haut champ, et 15 patients par bas champ. La durée de l'étude était de 12 mois, du 18 Juillet 2016 au 19 juillet 2017. Les résultats de l'arthroscopie ont été considérés comme le gold standard. Nous avons calculé la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive et la valeur prédictive négative de l'IRM bas champ. Ensuite la performance diagnostique a été évaluée aussi pour l'IRM haut champ.

**Résultats :** 30 patients, 25 hommes et 5 femmes, âge moyen 27,2 ans (17-41 ans). Parmi les 15 patients qui ont reçu un examen dans une IRM bas champ (0.3T), on a observé 11 (73,3%) ruptures complètes, contre 10 (66,6%) confirmés par l'arthroscopie, 4 (26,6%) ruptures partielles, contre 5 (33,3%) démontrées à l'arthroscopie. La sensibilité de l'IRM 0.3 T pour la détection de la rupture complète s'élevait à 100%, la spécificité à 80%, la VPP à 90.91%, la VPN à 100% (P - value = 0 .001). Les autres 15 patients (15/30) ont été explorés avec une IRM haut champ (1.5T) et on a alors observé 12 (80%) ruptures complètes, alors que l'arthroscopie a démontré 13 (86,6%), et 3 (20%) ruptures partielles contre 2 (13,3%) démontrées par l'arthroscopie. La sensibilité de l'IRM 1.5 T pour la détection de la rupture complète s'élevait à 92.31%, la spécificité à 100%, la VPP à 100%, la VPN à 66.67%, (P - value = 0 .001).

**Conclusion :** Une performance diagnostique de l'IRM à bas champ tout à fait comparable à l'IRM à haut champ pour l'identification des ruptures complètes de LCA peut être ajoutée aux avantages des IRM bas champ déjà connus.

### ABSTRACT

**Objectives:** Magnetic Resonance Imaging (MRI) remains the gold-standard examination for the diagnosis of Anterior Cruciate Ligament (ACL) complete rupture. Arthroscopy is an extremely sensitive and specific procedure for the evaluation of ACL, but it is invasive. Just

few authors compared the performance of low field MRIs with the results of arthroscopy. We therefore proposed to compare the low-field MRI performance in the ACL complete ruptures with the results of the arthroscopy.

**Materials and Methods:** This is a retrospective study of 30 patients with complete or partial ACL ruptures who underwent an MRI and an arthroscopy within one month after the MRI from July 18, 2016 to July 19, 2017. 15 patients underwent a high-field MRI, and 15 patients a low-field MRI. The results of arthroscopy were considered the gold standard. We calculated sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value for low and high-field MRI.

**Results:** The population consisted of 30 patients, 25 men and 5 women, average age 27.2-year-old (17-41). Low-field MRI (0.3T) revealed 11 out of 15 (73.3%) complete ruptures, compared to 10 out of 15 (66.6%) confirmed by the arthroscopy, 4 out of 15 (26.6%) partial ruptures, compared to 5 out of 15 (33.3%) confirmed by the arthroscopy. The sensitivity of MRI 0.3 T was 100%, the specificity at 80%, the VPP at 90.91%, the VPN at 100% (P value: 0 .001). The others 15 patients (15/30) were explored with a high-field MRI (1.5T) and it revealed 12 out of 15 (80%) complete ruptures, while arthroscopy showed 13 out of 15 (86.6%) complete ruptures, and 3 out of 15 (20%) partial ruptures versus 2 out of 15 (13.3%) demonstrated by arthroscopy. The sensitivity of MRI 1.5 T for the detection of complete rupture was 92.31%, the specificity 100%, the VPP 100%, the VPN at 66.67%, (P - value - 0 .001).

**Conclusion:** The diagnostic performance of low-field MRI is comparable to high-field MRI for identification of LCA complete rupture and it can be added to other known low-field MRI benefits.

## 1. Introduction

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) du genou est l'une des lésions les plus fréquemment rencontrées dans les traumatismes du genou. Dans l'institution où a été réalisé ce travail, les ruptures du LCA représentent la première cause de consultation pour traumatisme du genou, et le premier motif d'intervention post traumatique du genou, selon une étude statistique faite en 2018.

L'IRM (imagerie par résonance magnétique) reste à ce jour l'examen de référence pour le diagnostic de rupture et la recherche des lésions associées (méniscales, ligamentaires, tendineuses, osseuses et cartilagineuses) avant chirurgie ; elle est un instrument non invasif et très sensible dans l'évaluation des structures ostéo-ligamentaires, des surfaces articulaires et des tissus péri articulaires du genou [1].

L'arthroscopie, d'autre part, est une procédure très sensible et spécifique pour évaluer les structures endo capsulaires, mais elle est invasive et n'est pas acceptée comme seul instrument diagnostique [2-5].

Sans doute les IRM à champ élevé produisent elles des images de bien meilleure qualité que les systèmes à faible champ grâce à de meilleure résolution spatiale et de contraste et un rapport signal/bruit, impossibles à obtenir avec des équipements à faible champ [6].

Plusieurs études ont comparé la performance des IRM haut champ avec des IRM bas champ dans

l'identification des ruptures complètes ou partielles du LCA, mais peu d'auteurs ont comparé la performance des IRM bas champ avec les résultats de l'arthroscopie.

Nous nous sommes donc proposé de comparer les données de l'IRM bas champ dans la rupture du LCA du genou aux résultats des arthroscopies de référence.

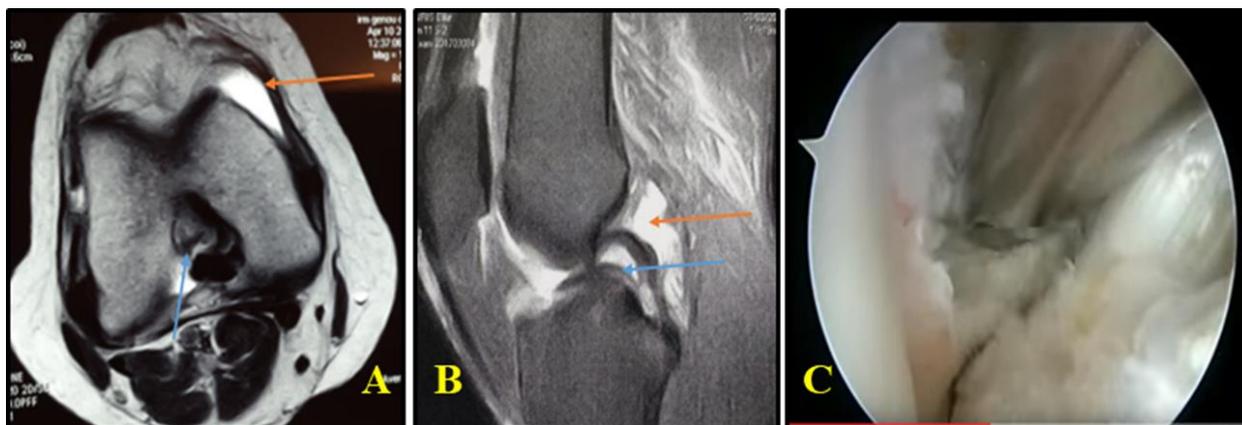
## 2. Matériels et Méthodes

Il s'agissait d'une étude comparative, rétrospective, effectuée sur 30 patients porteurs d'une rupture du LCA du genou complète ou partielle, ayant bénéficié d'une IRM pour suspicion de lésion du LCA et d'une arthroscopie dans le mois après l'IRM. 15 patients avaient bénéficié d'une exploration par IRM haut champ, et 15 patients d'une IRM bas champ. La durée de l'étude était de 12 mois, du 18 Juillet 2016 au 19 juillet 2017.

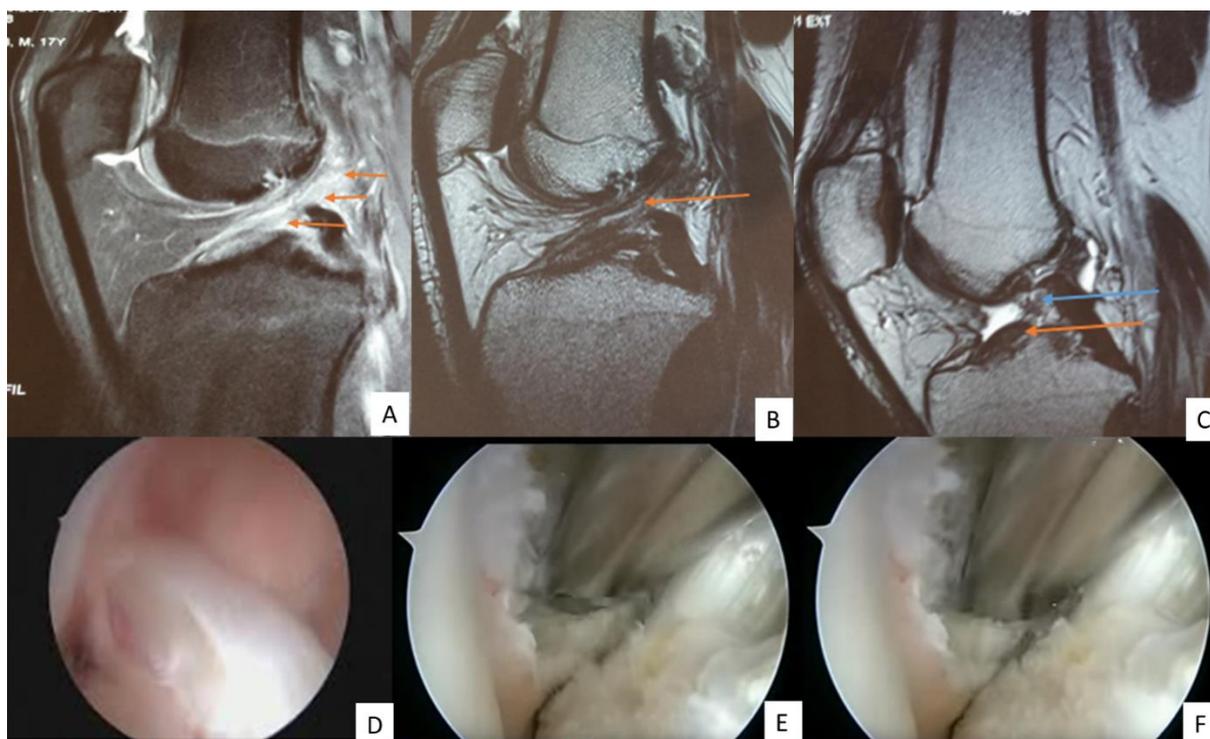
Les examens ont été réalisés sur des IRM 1.5 T (Siemens ou Philips) ou sur une IRM 0.3T (G.E, ESAOTE ou Hitachi). Dans les deux cas le patient était en décubitus dorsal, et le genou à étudier dans l'antenne de surface dédiée ; la flexion du genou optimale était de 10 à 30° pour que les deux faisceaux du LCA soient tendus, et que le LCA se décolle du toit de l'échancrure. Le protocole standard comprenait un plan axial, un plan coronal parallèle au plan bi condylien, et un plan sagittal oblique dans l'axe du LCA (coupes positionnées à partir des coupes coronales) avec une séquence en densité protonique (DP), une avec saturation du signal de la graisse ou fat sat (FS) dans les 3 plans de l'espace, une séquence T1 sagittale ou coronale, et une séquence T2 sagittale selon le plan du LCA.

La rupture complète a été retenue en présence de deux signes directs spécifiques : la discontinuité complète du

LCA dans au moins un plan, et l'horizontalisation du fragment distal du LCA (**Fig.1**).



**Figure 1 : Rupture complète du LCA sur IRM 0.3T:** Coupe axiale XBONE 3D sur IRM 0.3T, rupture complète du LCA, avec sa discontinuité (flèche bleue), minime épanchement liquidien artériel (flèche orange) (A). Coupe sagittale pondérée en DP FS sur IRM 0.3T, rupture complète du LCA, avec horizontalisation du fragment distal donnant l'aspect en double LCP (flèche bleue), épanchement artériel (a : flèche orange) (B). Image de l'arthroscopie (C).



**Figure 2 : Rupture complète et partielle du LCA sur IRM 1.5T.** Coupes sagittale DP FS sur IRM 1.5T, rupture partielle du LCA, avec une interruption partielle des deux faisceaux, un hyper signal œdémateux diffus du LCA (flèches orange) (A). Coupes sagittale T2 selon le plan du LCA sur IRM 1.5T, rupture partielle du LCA avec une interruption partielle des deux faisceaux (flèche orange) (B). Coupe sagittale T2 centrée sur l'échancrure dans le plan du LCA sur IRM 1.5 T, rupture complète du LCA, avec une discontinuité complète (flèche bleue) et un aspect couché du fragment distal du LCA (flèche orange) (C). Arthroscopie: LCA normal (D), rupture complète du LCA (E), rupture partielle du LCA (F).

Les signes directs non spécifiques étaient : l'hyper signal intra ligamentaire diffus du LCA, l'aspect de l'échancrure vide, les contours irréguliers, flous, mal définis avec épaissement du LCA, et l'absence totale de visualisation du LCA. Les signes indirects étaient la subluxation antérieure du plateau tibial latéral > 7mm, la verticalisation du ligament croisé postérieur (LCP), le bombement du ligament patellaire et l'épanchement articulaire (signe non spécifique). La rupture partielle a été retenue en présence d'un des signes suivants : l'interruption des faisceaux, soit du faisceau antéro-médial (FAM), soit du faisceau postéro-latéral (FPL), ou des deux mais partielle, l'œdème, une anomalie de signal ligamentaire focale ou un épaissement focal. (Fig.2).

Les résultats de l'arthroscopie ont été considérés comme le gold standard pour l'évaluation de la performance diagnostique dans l'identification d'une rupture complète du LCA, pour identifier les vrais positifs, vrais négatifs, faux positifs, et faux négatifs. Nous avons ensuite calculé la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive et la valeur prédictive négative. La significativité statistique a été évaluée par le test statistique de Student, avec un seuil de significativité fixé à 0.01% (1%). Ensuite la performance diagnostique dans les ruptures complètes du LCA a été évaluée aussi pour l'IRM haut champ.

La saisie et l'analyse statistique des données ont été effectuées à l'aide des logiciels Excel 2013 et SPSS 23.0.

Tous les patients ont signé un consentement pour l'IRM et l'arthroscopie.

### 3. Résultats

La population était composée de 30 patients, 25 hommes et 5 femmes, âge moyen 27,2 ans (17-41 ans). 15 patients ont été explorés avec une IRM bas champ (0.3 T). On a observé 11 (73,3%) ruptures complètes, contre 10 (66,6%) confirmés par l'arthroscopie, 4 (26,6%) ruptures partielles, contre 5 (33,3%) démontrées à l'arthroscopie. La sensibilité de l'IRM 0.3 T pour la détection de la rupture complète s'élevait à 100%, la spécificité à 80%, la VPP à 90.91%, la VPN à 100% (P - value = 0 .001) (Tableau I).

Les autres 15 patients (15/30) ont été explorés avec une IRM haut champ (1.5T) et on a alors observé 12 (80%) ruptures complètes, alors que l'arthroscopie a démontré 13 (86,6%) ruptures complètes, et 3 (20%) ruptures

partielles contre 2 (13,3%) démontrées par l'arthroscopie. La sensibilité de l'IRM 1.5 T pour la détection de la rupture complète s'élevait à 92.31%, la spécificité à 100%, la VPP à 100%, la VPN à 66.67%, (P - value = 0 .001) (Tableau II).

**Tableau I: Tableau de contingence résultats IRM bas champ (0.3T).** 11 (73,3%) ruptures complètes, contre 10 (66,6%) confirmés par l'arthroscopie, 4 (26,6%) ruptures partielles, contre 5 (33,3%) démontrées à l'arthroscopie. La sensibilité de l'IRM 0.3 T pour la détection de la rupture complète s'élevait à 100%, la spécificité à 80%, la VPP à 90.91%, la VPN à 100% (P - value = 0 .001).

	Maladie présente		Maladie absente	
Signe présent	10	VP	1	FP
Signe absent	0	FN	4	VN

**Tableau II: Tableau de contingence résultats IRM haut champ (1.5T).** 12 (80%) ruptures complètes, alors que l'arthroscopie a démontré 13 (86,6%), et 3 (20%) ruptures partielles contre 2 (13,3%) démontrées par l'arthroscopie. La sensibilité de l'IRM 1.5 T pour la détection de la rupture complète s'élevait à 92.31%, la spécificité à 100%, la VPP à 100%, la VPN à 66.67%, (P - value = 0 .001).

	Maladie présente		Maladie absente	
Signe présent	12	VP	0	FP
Signe absent	1	FN	2	VN

### 4. Discussion

L'articulation du genou est un site commun pour les blessures, principalement en raison de traumatismes et de blessures liées au sport.

L'arthroscopie diagnostique est un outil essentiel, fournissant la précision diagnostique à 87-96%. Cependant, il s'agit d'une procédure invasive avec la possibilité d'infection, d'hémarthrose, ainsi que des complications liées à l'anesthésie [1].

L'IRM est la méthode d'imagerie non invasive de référence pour évaluer les structures anatomiques ostéo ligamentaires, articulaires et péri articulaires du genou ; une sensibilité d'environ 95-100% pour le diagnostic de rupture du LCA et une sensibilité du environ 96-100% sont accordées dans la littérature à l'IRM, globalement (haut et bas champ). La performance diagnostique, qui varie selon l'équipement utilisé et l'anatomie étudiée, peut être comparable à celle de l'arthroscopie, considérée comme la référence dans l'évaluation diagnostique des lésions des ménisques et des

ligaments, mais qui, invasive, n'est plus acceptée comme instrument seulement diagnostique. [2-7].

Bien que les IRM à champ élevé (>1,0 tesla) continuent d'être les plus couramment utilisés, on s'intéresse de plus en plus à l'utilisation de systèmes à faible champ (<0,5 tesla). Ils sont plus petits, moins chers, plus faciles à installer, ont une durée de vie longue, et en étant ouverts sont plus adaptés aux patients claustrophobes. En revanche, les IRM à champ élevé produisent une qualité d'image supérieure en raison d'un rapport signal-bruit, d'une résolution de contraste et d'une résolution spatiale plus élevées. Il serait possible avec les IRM à faible champ d'améliorer la qualité de l'image mais en augmentant la durée de l'examen, avec toutefois le risque d'observer des artefacts de mouvement [8]. Néanmoins l'importance diagnostique des IRM bas champ a été le sujet des plusieurs publications dans la littérature visant à comprendre si elles peuvent fournir ou pas des niveaux du diagnostic au moins comparables aux IRM haut champ, pour justifier leurs avantages logistiques.

De nombreuses études ont comparé la valeur diagnostique de l'IRM haut champ à l'IRM bas champ dans les ruptures du LCA et concluent que la performance de l'IRM à faible champ est comparable à celui de l'IRM à champ élevé : sensibilité et spécificité étant respectivement du 75%-98% et 85%-100% pour le bas champ, 75%-97% et 93%-100% pour le haut champ [4]. Plus précisément Kladny a comparé des champs de 0,2 T et 1.5T et a retrouvé une sensibilité et une spécificité pour la détection des ruptures du LCA respectivement d'environ 100% et 75%, avec aucune différence significative dans les performances diagnostiques entre l'imagerie par résonance magnétique à faible et à haut champ [9]. Des résultats similaires ont été démontrés par Cotten [10], qui a démontré que le niveau de précision diagnostique des ruptures du LCA est comparable pour les images IRM à faible et haute champ.

En revanche peu d'études jusqu'au présent ont comparé exclusivement les résultats de l'IRM bas champ avec les résultats de l'arthroscopie, comme nous l'avons fait dans notre série ou on a comparé les données de l'arthroscopie avec les résultats des IRM bas champ en ce qui concerne l'évaluation de la rupture complète du LCA. Nos résultats sont comparables à la littérature déjà publiée, avec une sensibilité de l'IRM 0.3 T à 100%, et une spécificité de 80%. Plus précisément, Riel et coll. [6] ont observé la comparaison à l'arthroscopie réalisée dans un délai de 48 h, avec une sensibilité et une spécificité du bas champ (0,2 T) qui étaient respectivement du 98% et du 98%, pour des lésions du LCA. L'examen IRM aurait une durée 30-45 min, à moindre coût que l'arthroscopie diagnostique, en étant un complément sûr et précieux à l'examen clinique du

genou et une aide à une planification préopératoire efficace. Leigheb et coll [11] ont évalué la performance diagnostique de l'imagerie de l'IRM 0.3T comparée à l'arthroscopie pour les lésions du genou et ont retrouvé une sensibilité du 73% et une spécificité du 97% pour les lésions du LCA. Lee et coll [4] ont retrouvé une sensibilité du 85% et une spécificité du 94% pour les lésions du LCA.

Dans notre étude on a aussi inclus les patients qu'avaient passé une IRM haut champ et on a calculé aussi la performance diagnostique de cette dernière pour la détection de la rupture complète du LCA. Nos résultats, avec une sensibilité de 92.31% et une spécificité du 100%, sont comparables à la littérature : sensibilité de 75%-97% ; spécificité de 93%-100%) [4]. Cette étude a plusieurs limitations, dont l'absence de randomisation en étant une étude rétrospective, le nombre des sujets inclus limité, et l'impossibilité de calculer la corrélation de performance entre haut champ et bas champ sur le même sujet, valeur souvent retrouvée en littérature. Malgré ces limites on a pu démontrer que le niveau de précision diagnostique des lésions du LCA est tout à fait comparable pour les images IRM à bas et haut champ, et que nos résultats sont similaires aux résultats retrouvés dans la littérature.

## 5. Conclusion

Une performance diagnostique de l'IRM à bas champ tout à fait comparable à l'IRM à haut champ pour l'identification des ruptures de LCA peut être ajoutée aux autres avantages des IRM bas champ déjà connus (coûts d'achat et d'entretien réduits, facilité d'installation, fiabilité, longue durée de vie et configuration ouverte). Les IRM à bas champ peuvent être considérées comme une alternative fiable dans le diagnostic des lésions du LCA.

## Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

## 6. Références

1. Kelly MA, Flock TJ, Kimmel JA, Kiernan HA Jr, Singson RS, Starron RB, et al. MR imaging of the knee: clarification of its role. *Arthroscopy* 1991; 7:78-85.
2. Guenoun D, Le Corroller T, Amous Z, Pauly V, Sbihi A, Champsaur P. The contribution of MRI to the diagnosis of traumatic tears of the anterior cruciate ligament; *Diagnostic and Interventional Imaging*, Volume 93, Issue 5, May 2012, Pages 331-341. Doi: 10.1016/j.diii.2012. 02.003.

3. Asfaria S, Chuzela Q, Bordet B, Pialatc JB. L'imagerie d'un LCA traumatique Imaging of an ACL tear Journal d'imagerie diagnostique et interventionnelle, Volume 3, Issue 6, December 2020, Pages 409-421.
4. Lee CS, Davis SM, McGro der C, Stetson WB, Powell SE. Analysis of low-field magnetic resonance imaging scanners for evaluation of knee pathology based on arthroscopy. *Orth J Sports Med.* 2013;1(7) DOI: 10.1177/2325967113513423.
5. Nemeč SF, Marlovits S, Trattnig S, Matzek W, Mayerhoefer ME, Krestan CR. High-resolution magnetic resonance imaging and conventional magnetic resonance imaging on a standard field-strength magnetic resonance system compared to arthroscopy in patients with suspected meniscal tears. *Acad Radiol.* 2008; 15:928–933.
6. Riel KA, Reinisch M, Kersting-Sommerhoff B, Hof N, Merl T. 0.2-Tesla magnetic resonance imaging of internal lesions of the knee joint: a prospective arthroscopically controlled clinical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999; 7:37–41.
7. Boeve BF, Davidson RA, Staab EV (1991). Magnetic resonance imaging in the evaluation of knee injuries. *South Med J* 84: 1123-1127.
8. Barnett MJ. MR diagnosis of internal derangements of the knee: effect of field strength on efficacy. *AJR Am J Roentgenol.* 1993; 161:115–118.
9. Kladny B, Glickert K, Swoboda B, Beyer W, Weseloh G. Comparison of low-field (0.2 Tesla) and high-field (1.5 Tesla) magnetic resonance imaging of the knee joint. *Arch Orthop Trauma Surg* (1995) 114: 281-286.
10. Cotten A, Delfaut E, Demondion X, Lapègue F, Boukhelifa M, Boutry N, Chastanet P, Gougeon F. MR Imaging of the Knee at 0.2 and 1.5 T: Correlation with Surgery. *AJR* 2000; 174:1093–1097 0361–803X/00/1744–109
11. Leigh M, Guzzardi G, Barini M, Abruzzese M, Riva S, Paschè A, Pogliacomi F, Rimondini L, Stecco A, Grassi FA, Carriero A. Role of low field MRI in detecting knee lesions. *Acta Biomed*, 2018 Dec 10;90(1-S):116-122. doi: 10.23750/abm.v90i1-S.7977.