

PERFORMANCE DE L'IMAGERIE PAR RESONANCE MAGNETIQUE ET DE LA LAXIMETRIE A GENOUROB DANS LES RUPTURES DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR A PROPOS DE 30 CAS.

Performance of magnetic resonance imaging and genourob laximetry in anterior cruciate ligament rupture in 30 cases.

Sidibé Seydou^{a*}, Deme H^b, Akpo G^b, Niane MM^c, Daffe M^d, Diop AD^d, Soko TO^e, Kinkpe C^f, Sane AD^d, Ba S^g, Niang EH^b, Sidibé Siaka^h.

^aService d'imagerie médicale Centre Hospitalier Universitaire de Kati (Mali); ^bService d'imagerie médicale Centre Hospitalier Universitaire Le Dantec, Dakar (Sénégal); ^c Service de chirurgie orthopédique et traumatologique Université de Thiès (Sénégal); ^d Service d'imagerie médicale et de chirurgie orthopédique et traumatologique Centre Hospitalier National DalalJamm, Dakar (Sénégal); ^e Service d'imagerie médicale Hôpital Principal, Dakar (Sénégal); ^f Service de chirurgie orthopédique et traumatologique Centre Hospitalier de l'Ordre de Malte; ^gService d'imagerie médicale Centre Hospitalier Universitaire National de FAN (Sénégal); ^hService d'imagerie médicale Centre Hospitalier Universitaire du Point G (Mali).

Auteur correspondant: Seydou SIDIBE ; Email : seydotsidibe2015@gmail.com

RESUME

Introduction : Le but de ce travail était d'évaluer l'apport diagnostique de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et du genourob (GNRB) par rapport à l'arthroscopie per opératoire. L'objectif était de mettre en place un protocole basé sur l'IRM et / ou le GNRB. **Matériels et méthodes :** Nous avons fait une étude transversale allant du 18 Juillet 2016 au 19 juillet 2017 au centre hospitalier de l'ordre de malte en comparant les résultats d'IRM et du GNRB de 30 patients par rapport aux données de l'arthroscopie per opératoire. **Résultats**

✓ **Rupture complète :**

- En IRM, nous avons obtenu une sensibilité (Se) de 95,7 %, une spécificité (Sp) de 85,7% ;
- Au GNRB, nous avons trouvé une Se de 87 %, une Sp de 42,9%.

✓ **Rupture partielle :**

- En IRM, nous avons obtenu une Se de 85,7 %, une Sp de 95,7%;
- Au GNRB, nous avons trouvé une Se de 42,9 %, une Sp de 87%. **Conclusion :** L'IRM est plus performante que le GNRB. Le GNRB ne permet pas d'améliorer les résultats de l'IRM. Il n'a pas d'apport diagnostique dans la rupture du LCA du genou. C'est un dispositif utilisé par les orthopédistes pour évaluer une laxité du genou qui ne dépend pas du LCA à lui seul. **Mots clés :** Performances, IRM, GNRB, rupture, ligament croisé antérieur.

SUMMARY

Introduction: The aim of this work was to evaluate the diagnostic contribution of magnetic resonance imaging and genourob compared to intraoperative arthroscopy. The objective was to implement a protocol based on magnetic resonance imaging and / or genourob. **Materials and methods:** We did a cross-sectional study from July 18, 2016 to July 19, 2017 at the Maltese hospital comparing the results of MRI and GNRB from 30 patients compared to intraoperative arthroscopy data. **Results:** Complete break:

- In MRI, we obtained a sensitivity (Se) of 95.7%, a specificity (Sp) of 85.7%;
- At the GNRB, we found a Se of 87%, a Sp of 42.9%.

Partially broken:

- In MRI we obtained a Se of 85.7%, a Sp of 95.7%;
- At the GNRB, we found a Se of 42.9%, a Sp of 87%. **Conclusion:** MRI is better than GNRB.

The GNRB does not improve the results of the MRI. It has no diagnostic contribution in the rupture of the ACL knee. It is a device used by the orthopedists to evaluate knee laxity that does not depend on the ACL alone. **Key words:** Performances, MRI, GNRB, rupture, anterior cruciate ligament.

INTRODUCTION

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) du genou est l'une des lésions les plus fréquemment rencontrées dans les traumatismes du genou [1, 2]. Au Centre Hospitalier de l'Ordre de Malte (CHOM) les ruptures du LCA représentent le premier motif de consultation pour traumatisme du genou et le premier motif d'intervention post traumatique du genou selon une étude statistique faite en 2018 au CHOM. Le diagnostic de la rupture du LCA est clinique [3, 4].

L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est la technique d'imagerie de référence non seulement pour confirmer le diagnostic d'une rupture du LCA suspectée, mais surtout étudier les lésions associées [1]. En raison de la nature subjective de l'examen clinique, plusieurs auteurs ont mis au point des dispositifs mécaniques pour quantifier plus objectivement la laxité antérieure du genou en enregistrant le mouvement du tibia par rapport à la patella, stabilisé dans la trochlée [5], parmi lesquels le laximètre Genourob

(GNRB®Laval, France)[6] qui est un système de mesure des laxités sagittales du genou. Le GNRB® a été développé, à partir de 2005 [5, 6] par Henri Robert [6].

Plusieurs arthromètres sont disponibles [6, 7], le KT-1000® [6, 8] le KT-2000® [8, 9, 10], le Rolimeter®, le Genourob®, le Télés® [11], la Laxi-IRM® [12]. Nous n'avons pas trouvé dans la littérature d'étude comparative entre l'IRM et le GNRB, aucune étude n'a été faite en Afrique de l'ouest. C'est pourquoi dans ce travail nous avons comparé l'IRM et la laximétrie au GNRB par rapport aux données arthroscopiques per opératoires. Le but était d'évaluer l'apport diagnostique de l'IRM et du GNRB, en vue de mettre en place un protocole basé sur l'IRM et/ou le GNRB.

MATERIELS ET METHODES

1. Matériels : Il s'agissait d'une étude, transversale effectuée au Centre Hospitalier de l'Ordre de Malte (CHOM), portant sur 30 cas de ruptures du ligament croisé antérieur et qui s'est étendue sur une durée de 12 mois, soit du 18 Juillet 2016 au 19 juillet 2017.

Le critère d'inclusion était des patients ayant bénéficié à la fois d'une IRM, d'une laximétrie au GNRB et d'une arthroscopie motivées par les renseignements de l'examen clinique et le critère de non inclusion concernait les patients ayant eu une IRM, une laximétrie au GNRB, une arthroscopie et qui avaient un dossier incomplet. La population était composée de 83,3% d'hommes et 16,7% de femmes, d'âge moyen 27,2 ans (17-41 ans) avec une répartition en tranche d'âge de moins de 30 ans et plus de 30 ans.

Laximétrie au Genourob (fig. 1, 2) : Le laximètre au Genourob est un dispositif mécanique pour quantifier plus objectivement la laxité du genou en enregistrant le mouvement du tibia par rapport à la patella, stabilisé dans la trochlée, c'est un système de mesure des laxités sagittales du genou [5].

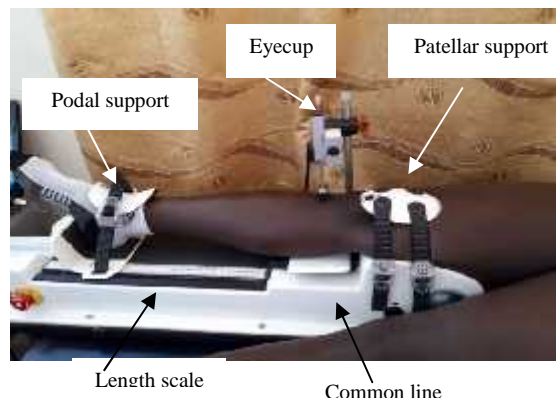


Fig. 2 : Déroulement d'une laximétrie au GNRB (CHOM).

2. Méthodologie

IRM : Les examens ont été réalisés sur des IRM de marques Siemens (1,5 Tesla (T)), Philips (1,5 T), G.E ESAOTE (0,3 T), Hitachi (0,3 T). Le patient est en décubitus dorsal, le genou à étudier est mis à découvert et placé dans l'antenne de surface dédiée. Une flexion du genou de 10 à 30° est optimale 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). Le meilleur compromis était les séquences en densité protonique avec saturation du signal de la graisse (FS) dans les 3 plans de l'espace, suivi d'une séquence T1 sagittale ou coronale, d'une séquence T2 sagittale.

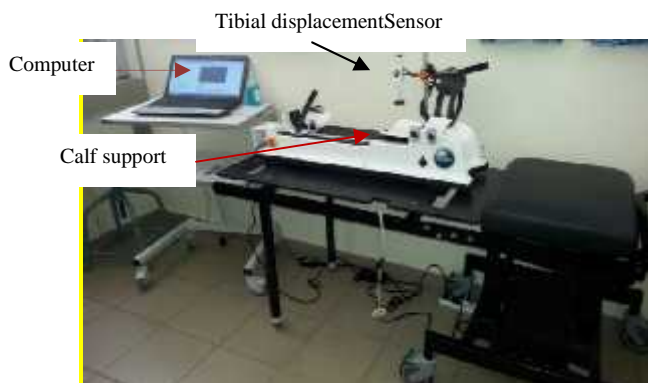


Fig.1 : Image d'un GNRB® (CHOM)



Fig. 3 : patient en décubitus dorsal et flexion du genou à 15 ° sur une IRM 1,5 Tesla de marque Siemens.

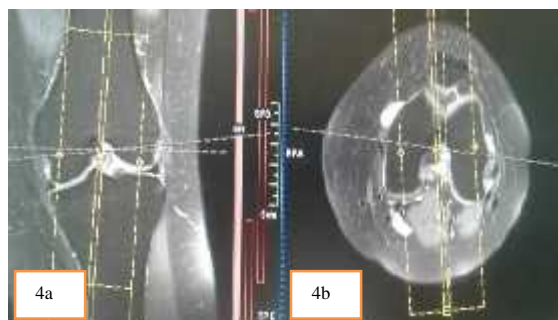


Fig.4 : positionnement selon le plan du LCA sur Siemens 1,5 Tesla (T): **fig.4 a** : coupe coronale en densité de proton (DP) ; **fig.4 b** : coupe axiale en DP.

Pour l'interprétation des résultats pathologiques, était considérées comme :

Rupture complète : Il y'a deux signes directs spécifiques: la discontinuité complète du LCA dans au moins un plan de lecture et l'horizontalisation du fragment distal du LCA.

Les signes directs non spécifiques sont l'hypersignal intra ligamentaire diffus du LCA; l'aspect de l'échancrure vide; les contours irréguliers, flous, mal définis avec épaissement du LCA; l'absence totale de visualisation du LCA.

Les signes indirects sont la subluxation antérieure du plateau tibial latéral > 7mm; la verticalisation du Ligament Croisé Postérieur (LCP); le buckling du ligament patellaire; l'épanchement (non spécifique).

Rupture partielle : C'est l'interruption des faisceaux: soit du Faisceau Antéro-Médial (FAM), soit du Faisceau Postéro-Latéral (FPL), ou des 2 de façon partielle; un oedème, une anomalie de signal ligamentaire focale, ou un épaissement focal (hypersignal T2, hyposignal T1).

Laximétrie au GNRB : Le principe de l'appareil est d'entraîner un effort de poussée sur le mollet grâce à un système mécanique articulé et d'enregistrer le déplacement du tibia pour chaque effort (de 0 à 300N) grâce à un capteur posé sur la Tubérosité Tibiale Antérieure (TTA). Le différentiel de translation entre les deux genoux et l'allure de la pente des courbes obtenues sont interprétés. **Les étapes de réalisation du test étaient :**

- Positionner le sujet à tester en décubitus dorsal, le corps du sujet doit être bien dans l'axe de l'appareil.

- Placer le genou sur le support du GNRB : L'articulation fémoro-tibiale doit être à l'aplomb de la jonction entre le support de la cuisse et le socle du mollet. La patella doit être à l'aplomb des attaches du genou, de sorte que le pôle inférieur de la coque rotulienne corresponde au pôle inférieur de la patella (genou en rotation neutre).

- Sangler la jambe sur le GNRB : positionner la coque au niveau du pied, à ce moment le pied

doit être en position de rotation neutre. Effectuer un premier serrage à l'aide des sangles, attention le serrage doit être ferme mais non excessif. Ensuite, placer la coque de genou sur la patella.

- Positionner le capteur de déplacement sur la TTA : On effectue préalablement un marquage au crayon dermatographique, et on place le capteur sur la TTA grâce au système articulé. Un vérin linéaire exerce plusieurs paliers de poussée au choix de l'examineur : 67/89/134/150/250 Newtons sur le mollet.

Pour chaque palier d'effort choisi, l'enregistrement de déplacement se fait sur un PC distant.

Les critères d'interprétation des résultats pathologiques étaient :

- Pour la rupture partielle, au GNRB le résultat est pathologique, lorsque le différentiel de translation entre les deux genoux est compris entre 1,5 et 3 mm sur des poussées de 250 N.

- Pour la rupture complète lorsque le différentiel est supérieur à 3mm sur des poussées de 250 N.

Paramètres étudiés

- La sensibilité, la spécificité de l'IRM par rapport à l'arthroscopie ;

- La sensibilité et la spécificité du GNRB par rapport à l'arthroscopie.

Traitement des données et analyses statistiques :

Nous avons utilisé le test statistique de Student pour confirmer nos résultats. La valeur p(p-value) est obtenue à partir du test. Le seuil de significativité a été fixé à 5%. La saisie et l'analyse statistique des données ont été effectuées à l'aide des logiciels Excel 2013 et SPSS 23.0.

RESULTATS

Types de rupture

- Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) :

Nous avons obtenu 23,3% de rupture partielle et 76,7% de rupture complète.



- **GNRB** : Nous avons trouvé 20% de rupture partielle et 80% de rupture complète.



Fig.5 : rupture partielle du Ligament Croisé Antérieur (LCA) au niveau de ses segments proximal et intermédiaire sur une IRM 1.5 Tesla (T) de marque Siemens: fig5a : coupe sagittale T2 selon le plan du LCA avec une discontinuité partielle au niveau des faisceaux (flèche violette); fig5b : coupe sagittale en Densité Protonique (DP) avec saturation des graisses (FS), un hypersignal diffus du LCA (flèche noire).

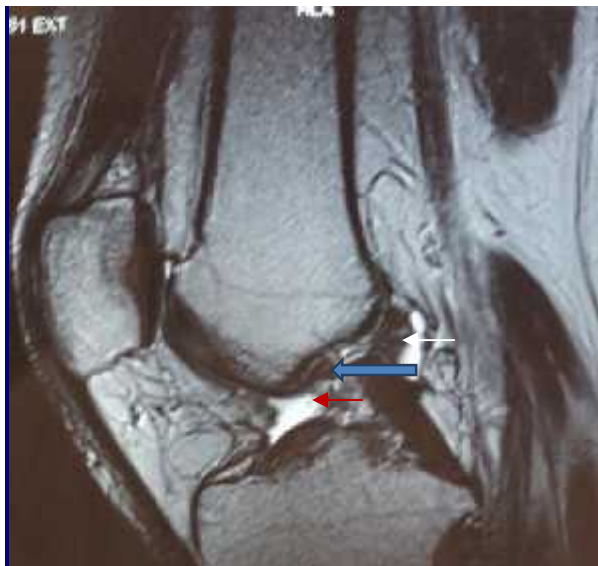


Figure 6 : rupture complète du LCA coupe sagittale T2 centrée sur l'échancrure selon le plan du LCA sur une IRM 1.5 T de marque Siemens avec une discontinuité totale du segment intermédiaire du LCA (flèche bleue), une horizontalisation du fragment distal du LCA (flèche rouge), un épanchement liquidien de minime abondance (flèche blanche).

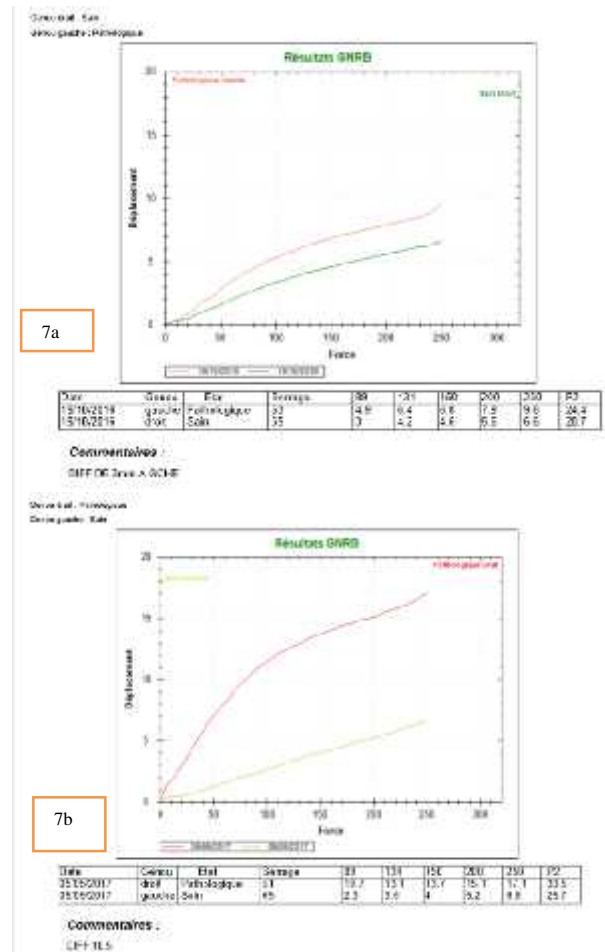


Figure 7 : rupture du LCA : 7a : rupture partielle avec un différentiel de translation entre les deux genoux sur le laximètre GNRB à 250 Newtons à 3 mm ; b : rupture complète avec un différentiel à 10 mm.

DISCUSSION

1. Considérations générales :

Imagerie par résonance magnétique (IRM) :

Dans notre série, les ruptures complètes représentaient 76,7 % en IRM, Guenoun et al avaient trouvé entre 65-90 % dans leur série [1]. Nous avons obtenu une Se de 95,7 %, une Sp de 85,7 %.

Les ruptures partielles représentaient 23,3 % dans notre série. Ce résultat se rapproche de celui de Guenoun et al qui avaient trouvé entre 10 à 35 % [1] et supérieur à celui de Stéphane LONG qui avait trouvé 10 % [3]. Nous avons obtenu une Se de 85,7%, une Sp de 95,7 %; Ce résultat est supérieur à celui de DiIorio et al. qui avaient trouvé une Se de 84% et une Sp de 92% [13].

Pour les deux ruptures, notre Se de 85,7-95,7% est inférieure à celle de Guenoun, D et

al qui avaient trouvé 92 à 100% sur une IRM haut champ et notre Sp de 85,7-95,7% est proche de celle de Guenoun D, et al. Qui avaient trouvé entre 82 à 100% [1].

L'IRM présente l'avantage de faire un bilan lésionnel exhaustif en montrant les lésions associées contrairement au GNRB qui ne permet pas de faire le diagnostic des lésions associées [5].

L'IRM permet une vue statique et anatomique [6], elle précise le siège des ruptures (FAM ou FPL) [5], le segment atteint (proximal, intermédiaire, distal) [1] contrairement au GNRB.

Les limites de l'IRM sont son incapacité à évaluer directement l'instabilité [14], son accès restreint et son coût élevé (150 000 F CFA pour un examen IRM à Dakar). Un appareil IRM 1.5 Tesla de marque GE est vendu environ à 650 000 000 et 1 000 000 000 de FCFA.

Laximètre au GNRB : Le laximètre GNRB n'a pas d'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), mais dispose d'un marquage de Conformité Européenne (CE) [15]. 17

Pour la rupture complète, notre sensibilité est supérieure à celle de Robert H. et al qui avaient trouvé 80 % et notre spécificité est inférieure à la leur (87%) [6]. Nous avons trouvé une valeur seuil de laxité différentielle à 3,2 mm.

Pour la rupture partielle, notre sensibilité est inférieure à celle de Robert H. et al qui avaient trouvé 80 % et notre spécificité est identique à la leur [6].

Notre seuil de laxité différentiel au GNRB® à 250 N était fixé à 1,5 mm et à 134 N à 1,3mm. Notre seuil différentiel est légèrement inférieur à celui de Robert H. et al, 1,5 mm à 134 N [6].

Le GNRB offre une vue dynamique de la rigidité du LCA et une reproductibilité non dépendante de l'opérateur et complète du diagnostic [6, 14]

Ce pendant le GNRB présente quelques limites quand il y'a une cicatrisation du ligament croisé antérieur en nourrice et dans le diagnostic des lésions associées [1, 3, 5].

2. Performances de l'IRM et du laximètre GNRB

Dans la rupture complète, l'IRM a une sensibilité (Se) de 95,7 %, une spécificité (Sp) de 85,7%; quant au GNRB, ces paramètres ont été de 87 %, et de 42,9% respectivement. En cas de Rupture partielle, l'IRM a une Se de 85,7 %, une Sp de 95,7%; alors que le GNRB, a une Se de 42,9 %, une Sp de 87%. Quelque soit le type de rupture, l'IRM est plus performante que le GNRB. Le GNRB ne permet pas d'améliorer les résultats de l'IRM. Ainsi nous suggérons :

- La prescription d'une IRM systématiquement chez tous les patients si disponible, motivée par la suspicion clinique;
- l'utilisation d'un protocole comportant la

densité protonique avec fat sat dans les trois plans, une séquence T1 et au moindre doute une séquence T2 selon le plan du LCA ;

- l'utilisation d'un laximètre GNRB dans les ruptures complètes dans les régions du Sénégal où il n'y a pas encore d'IRM, lorsqu'une ligamentoplastie doit être réalisée sous arthroscopie et en absence de signe clinique et d'un test dynamique évoquant des lésions associées ;

- l'utilisation du GNRB en cas de contre-indication à l'IRM, ou discordance entre la clinique et l'imagerie, compte tenu du caractère invasif de l'arthro-scanner avec les risques qui en découlent : *le risque allergique *Le risque infectieux *La douleur [15, 16] ;

- l'amélioration de la performance du GNRB devant une cicatrisation en nourrice du LCA sur le LCP;

- la diminution du coût d'un examen GNRB au Sénégal : le prix d'un examen GNRB au Centre Hospitalier de l'Ordre de Malt est de 50 000 F CFA en moyenne et un appareil GNRB coûte environ 3 277 500 F CFA.

CONCLUSION

L'IRM est plus performante que le GNRB dans le diagnostic des ruptures du LCA et la recherche des lésions associées. Le GNRB ne permet pas d'améliorer les résultats de l'IRM. Il n'a pas d'apport diagnostique dans la rupture du LCA. C'est un dispositif utilisé par les orthopédistes pour évaluer uniquement une laxité du genou qui ne dépend pas du LCA à lui seul.

Ce pendant le GNRB pourra être une alternative au regard de sa sensibilité et sa spécificité élevées, du coût souvent élevé de l'IRM, de ses contre-indications, ainsi que la restriction de son accessibilité à des centres d'imagerie spécialisés, lorsque les signes cliniques évoquant l'existence des lésions associées sont absents et quand une ligamentoplastie est prévue sous arthroscopie, si amélioration de sa performance diagnostique par rapport à la cicatrisation en nourrice du LCA sur le LCP, mais toute fois ne semble pas suffisant à lui seul pour confirmer le diagnostic des ruptures du LCA pour le moment.

Considération éthiques : Nous avons obtenu le consentement des malades pour notre étude.

Déclaration d'intérêt : Nous n'avons pas eu de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

REFERENCES

1. 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 de l'article original : 10.1016/j.

diii.2012.02.003.

2. Tardieu M, Pialat JB, Bordet B, Luciani JF, Le Pogam MA. Evaluation de la laxité antérieure du genou en IRM: la laxi-IRM. *Journal de radiologie* 2011 ; 92, 208-225.

3. Stéphane Long. Imagerie par résonance magnétique des ruptures du ligament croisé antérieur: apport de la séquence axiale oblique. *Médecine humaine et pathologie.* 2012 <dumas-00745739>

4. Kinkpe CVA, Niane MM, Ouedraogo NPF. Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction Using Hamstring Tendon at the Order of Malta's Hospital Center in Dakar. *J OrthopSurg Tech* 2017; 1(2):20-28.

5. Jean-Michel Lerais, Denis Krausé, Bruno Kastler, Christian Tavernier. Pathologie articulaire et péri-articulaire des membres. Clinique, imagerie diagnostique et thérapeutique. Editeur Masson, Date de publication : 11/2009.

6. Robert H, Nouveau S, Gageot B, Gagnière B. A new knee arthrometer, the GNRB®: Experience in ACL complete and partial tears. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009; 95 (3): 171-6. doi:10.1016/j.otsr.2009.03.009.

7. Ahldén M, Hoshino Y, Samuelsson K. Dynamic knee laxity measurement devices. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012; 20:621-632.

8. Daniel DM, Stone ML, Sachs R, Malcom L. Instrumented measurements of anterior knee laxity in patients with acute Anterior Cruciate Ligament disruption. *Am J Sports Med* 1985; 13: 401-407.

9. Ganko A, Engebretsen L, Ozer H. The rolimeter: a new arthrometer compared with the KT-1000. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8:36-39.

10. Schuster AJ, McNicholas MJ, Wachtl SW. A new mechanical testing device for measuring anteroposterior knee laxity. *Am J Sports Med* 2004;32:1731-1735.

11. Jardin C, Chantelot C, Migaud H. Lowaccuracy of KT-1000 versus Telosradiographic measurements to assess anterior knee laxity after ACL graft. Intra and inter observer reproducibility of KT-1000. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1999 85 :698-707.

<http://www.chirurgiedusport.com>

Performance du GNRB et celle du télos dans le diagnostic d'une rupture partielle du LCA

12. M Tardieu, J-F Luciani, B Bordet, JB Pialat. La laxi-IRM Evaluation de la laxité antérieure du genou en IRM *JFR* 2010.

13. A Dilorio, O Carnesecchi, R Philippot, F Farizon. Multi scale analysis of anterior cruciate ruptures: Prospective study of 49 cases. *Orthopaedics & Traumatology : Surgery & Research* (2014). <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2014.02.011>

14. Michel Collette, Julie Courville, Marc Forton, Bertrand Gagnière. Objective evaluation of anterior knee laxity; comparison of the KT-1000 and GNRB Arthrometers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* DOI 10.1007/s00167-011-1869-2.

15. G Rachidi, A Alarmani, K Ayadi, M Khannous, A Ciorba, M Sigheti, L Pittet-Barbier. Ponction arthrographique du genou technique de la « facette rotulienne interne » Voiron - France, Grenoble - France

16. BONNIN M, CARRET JP, DIMNET J, DEJOUR H. The weight-bearing knee after anterior cruciate ligament rupture. An in vitro biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1996; 3 : 245-51.