

Role of low-field magnetic resonance imaging in the detection of floating meniscus sign as consequence of sport-related trauma

Ruolo della risonanza magnetica a basso campo nel riconoscimento del segno del menisco galleggiante in seguito a trauma sportivo

G. FRANCAVILLA¹, A. IOVANE², F. SORRENTINO², F. CANDELA², R. SUTERA², A. SANFILIPPO³, V. C. FRANCAVILLA³, M. D'ARIENZO³

¹Sports Medicine, University of Palermo, Palermo, Italy

²Department of Radiological Sciences – DIBIMEL, University of Palermo, Palermo, Italy

³Department of Surgical and Oncological Sciences, Orthopedic and Traumatological Clinic University of Palermo, Palermo, Italy

SUMMARY

Aim. To assess the role of magnetic resonance (MR) imaging performed with a low-field scanner in the detection of floating meniscus sign as a consequence of sports-related trauma.

Methods. Retrospective review of 2436 MR knee examinations executed, in 18 months, using a low-field scanner of 0.2T, was performed by three musculoskeletal radiologists of varying experience. Diagnostic criteria to define the presence of a complete floating meniscus were as codified in the literature. If the thickness of the fluid signal band between the meniscus and tibial plateau was comprised in the range ≥ 3 mm and ≤ 5 mm the floating meniscus was defined as partial. Patients with the sign were called to learn what treatment had been performed; in those submitted to surgery the surgical chart was evaluated.

Results. Floating meniscus was detected in 8/2436 cases (0.25%), 5 complete, arthroscopically confirmed, and 3 partial; in 5/8 cases the lateral meniscus was involved.

Associated lesions were observed, ligamentous in 7/8 cases and meniscal in 2/8 cases; a bone bruise of varied extension was identified in 3/8 cases.

Conclusion. Floating meniscus sign could be detected at MR imaging although performed using a low-field scanner. Its presence should be carefully identified, especially in severe traumatic events, as it has some important prognostic implications.

KEY WORDS: Meniscocapsular separation - Meniscus - Magnetic resonance - Knee - Floating meniscus.

RIASSUNTO

Obiettivo. Valutare il ruolo della risonanza magnetica (RM) a basso campo nel riconoscimento del segno del "menisco galleggiante" in seguito a trauma riportato durante attività sportiva.

Metodi. Tre radiologi con varia esperienza in radiologia muscolo-scheletrica hanno analizzato retrospettivamente ed in consenso 2436 indagini RM di ginocchio eseguite in 18 mesi con apparecchiatura dedicata a basso campo con magnetite da 0,2T. I criteri diagnostici utilizzati per la definizione del "menisco galleggiante" completo sono stati quelli codificati in letteratura. Il "menisco galleggiante" è stato definito parziale se lo spessore del liquido articolare tra menisco e piatto tibiale era ≥ 3 mm e ≤ 5 mm. I pazienti con il segno sono stati contattati per conoscere il tipo di terapia effettuata; in quelli sottoposti a chirurgia è stata valutata la relazione chirurgica.

Risultati. Sono stati identificati 8/2436 casi (0,33%) di "menisco galleggiante", 5 completi, confermati all'artroscopia, e 3 parziali; in 5/8 casi il menisco interessato era quello laterale. Sono state osservate lesioni associate, legamentose in 7/8 e meniscali in 2/8 casi; in 3/8 casi è stata identificata una contusione ossea di varia entità.

Conclusioni. Il segno del "menisco galleggiante" può essere identificato alla RM anche se eseguita con apparecchiature a basso campo. La sua presenza dovrebbe essere attentamente ricercata, specialmente nei traumi severi, avendo importanti implicazioni prognostiche.

PAROLE CHIAVE: Disinserzione meniscocapsulare - Menisco - Risonanza magnetica - Ginocchio - Menisco galleggiante.

The knee is a special joint whose classification can prove difficult; a number of features of the femoro-tibial compartment may in fact be referable to the condyloid joints, others point to the angular ginglymus. While theoretically, in view of the conformation of the joint surfaces, one might think of extensive freedom of movement over all axes (transverse, sagittal and vertical), in effect the knee's complex ligament system determines severe limitation, permitting movement exclusively on the transverse axis with flexo-extension.¹ The stability of the knee depends on the manifold ligamentous components that comprise it. Apart from the central pivot, made up of the cruciate ligaments, an equally important part is played by the peripheral capsulo-ligamentous structures, including those making up the corner points.^{2,3} It has been shown that the lesion associated with the anterior cruciate ligament (ACL) and the corner points with menisco-capsular disinsertion, compared to isolated ACL lesion, means a worse prognosis.⁴ In menisco-capsular disinsertion an albeit minimal diastasis is observed between the peripheral component of the meniscus, the meniscal wall and the capsular insertion components. Diagnosis of these modifications is more difficult than that of meniscal lesion and lesion of the central pivot; in these eventualities MR and arthro-MR imaging are the most suitable techniques for evaluating the capsulo-ligamentous structures. Lesion of the menisco-femoral and menisco-tibial ligaments is one of the three forms of menisco-capsular disinsertion.⁵ Bikkina et al.⁶ were among the first to describe this change in MR images, recognising it as the sign of floating meniscus already described in the arthrographic literature. This sign is noted when the joint fluid flows between the joint cartilage covering the tibial plateau and the free tibial margin of the meniscus (internal or external) following rupture of the coronary ligaments.⁶ It is important to identify this sign as the avulsed meniscus should be reattached as soon as possible to the underlying tibial plateau to prevent possible complications. In our paper we describe the role of low field MR imaging in recognising the floating meniscus sign.

Materials and methods

Using our Radiodiagnosis department's PACS system, we carried out a retrospective analysis

Il ginocchio è un'articolazione particolare la cui classificazione può risultare difficile; infatti il comparto femoro-tibiale può essere riconducibile, per alcuni caratteri, alle articolazioni condiloidee, per altri ai ginglymi angolari. Se teoricamente, in considerazione della conformazione delle superfici articolari, si potrebbe pensare ad un'estesa libertà di movimenti su tutti gli assi (trasversale, sagittale e verticale), in realtà il complesso apparato legamentoso del ginocchio ne determina una severa limitazione, consentendone il movimento esclusivamente su quello trasversale con la flessione-estensione¹. La stabilità del ginocchio dipende dalle molteplici componenti legamentose che lo compongono infatti oltre al pivot centrale, costituito dai legamenti crociati, rivestono un ruolo altrettanto importante anche le strutture capsulo-legamentose periferiche e tra queste quelle componenti i punti d'angolo^{2,3}. È stato dimostrato come la lesione associata del legamento crociato anteriore (LCA) e dei punti d'angolo con la disinserzione menisco-capsulare, rispetto a quella isolata del LCA, comporta una prognosi peggiore⁴. Nella disinserzione menisco-capsulare si rileva una diastasi, anche minima, tra la componente periferica del menisco, il muro meniscale, e le componenti inserzionali capsulari. La diagnosi di queste alterazioni è di maggiore difficoltà rispetto a quella della lesione meniscale e del pivot centrale; in queste eventualità la RM o la arthro-RM sono le metodiche più idonee per la valutazione delle strutture capsulo-legamentose. La lesione dei legamenti menisco-femorale e menisco-tibiale rappresenta una delle tre forme delle disinserzioni menisco-capsulari⁵. Bikkina et al.⁶ sono stati tra i primi a descrivere nelle immagini RM questa alterazione riconoscendola come il segno del "menisco galleggiante" già descritto nella letteratura arthrografica. Questo segno è apprezzabile qualora il liquido articolare si fa strada tra la cartilagine articolare che ricopre il piatto tibiale e il margine libero tibiale del menisco (interno o esterno) in seguito alla rottura dei legamenti coronari⁶. È importante identificare tale reperto in quanto il menisco avulso andrebbe reinserto il prima possibile al piatto tibiale sottostante, al fine di evitare possibili complicanze. Nel nostro lavoro descriviamo il ruolo della RM a basso campo nel riconoscimento del segno del "menisco galleggiante".

Materiali e metodi

Abbiamo analizzato, in maniera retrospettiva, usando il sistema PACS del nostro dipartimento

of 2436 MR knee examinations carried out in the period between January 2006 and June 2007. The MR studies were carried out using a dedicated low field scanner with 0.2T magnet (Artoscan C; Esaote Biomedica, Genova, Italia). The parameters used were as follows: T1-weighted FSE sagittal sequences and STIR, coronal GE, T2-weighted axial FSE, with 16 cm FOV, layer thickness of 4 mm, matrix of 256x192 and single excitation. All examinations were assessed retrospectively by 3 radiologists with experience of between 3 and 15 years of musculoskeletal radiology. The diagnostic criteria used for the definition of floating meniscus were those codified in the literature (6):

- posterior or anterior horn of the meniscus completely surrounded by joint fluid with thickness of ≥ 5 mm in sagittal and coronal images;
- joint fluid with thickness > 5 mm between the meniscus and the tibial plateau.

Bearing in mind the considerations of Bikkina et al. (6), in addition to previously described criteria floating meniscus was diagnosed in cases in which the thickness of the joint fluid between the meniscus and the tibial plateau was ≥ 3 mm but ≤ 5 mm. We defined the floating meniscus sign as being in complete agreement with the first two criteria while we defined as partial respect for the last criterion only.

In cases in which the floating meniscus sign was identified, the history of the patient obtained at the moment of the MR investigation was reassessed by analysing the essential traumatic mechanisms, but not the fine traumatic pathomechanics. Patients with the sign and a history of sporting trauma were contacted telephonically to learn what type of therapy they had undergone; in those who had been operated on, the operating report was evaluated. In the present study only the presence, but not the degree or type, of associated ligament or meniscal alteration was evaluated; further no careful evaluation and analysis of the number, localisation and extent of the associated bone bruising was carried out.

Results

On the basis of the previously defined diagnostic criteria we identified retrospectively 8/2436 cases of floating meniscus (0.33% of the total).

di Radiodiagnostica, 2436 esami RM di ginocchio eseguiti nel periodo compreso tra Gennaio 2006 e Giugno 2007. Le indagini RM sono state eseguite utilizzando un'apparecchiatura dedicata a basso campo con magnete da 0,2T (Artoscan C; Esaote Biomedica, Genova, Italia). I parametri usati sono stati i seguenti: sequenze sagittale FSE T1-pesata e STIR, coronale GE, assiale FSE T2-pesata, con FOV di 16 cm, spessore di strato di 4 mm, matrice di 256x192 e singola eccitazione. Tutti gli esami sono stati valutati retrospettivamente in consenso da 3 radiologi di varia esperienza in radiologia muscolo-scheletrica, tra 3 e 15 anni. I criteri diagnostici utilizzati per la definizione del "menisco galleggiante" sono stati quelli codificati in letteratura (6):

- corno posteriore o anteriore del menisco completamente circondato da liquido articolare con spessore ≥ 5 mm sia nelle immagini sagittali che coronali;
- liquido articolare con spessore > 5 mm tra il menisco ed il piatto tibiale.

Oltre ai criteri precedentemente descritti, tenendo conto delle considerazioni di Bikkina et al. (6), è stata posta la diagnosi presuntiva di "menisco galleggiante" nei casi in cui lo spessore del liquido articolare tra il menisco ed il piatto tibiale era ≥ 3 mm ma ≤ 5 mm. Abbiamo definito il segno del "menisco galleggiante" come completo in accordo con i primi due criteri mentre lo abbiamo definito parziale nel rispetto dell'ultimo criterio.

Nei casi in cui è stato identificato il segno del "menisco galleggiante" è stata rivalutata l'anamnesi raccolta al momento dell'indagine RM analizzando i meccanismi traumatici essenziali, ma non la fine patomeccanica traumatica. I pazienti con il segno e l'anamnesi di un trauma sportivo sono stati contattati telefonicamente per conoscere il tipo di terapia a cui erano stati sottoposti; in quelli sottoposti a terapia chirurgica è stato poi valutato il verbale operatorio. Nel presente studio è stata valutata soltanto la presenza, ma non il grado o la tipologia, delle alterazioni legamentose o meniscali associate; inoltre non è stata effettuata una accurata valutazione e analisi del numero, della sede e dell'entità delle contusioni ossee associate.

Risultati

In base ai criteri diagnostici definiti in precedenza abbiamo identificato retrospettivamente 8/2436 casi di menisco galleggiante (0,33% del totale). Questo segno è stato riconosciuto in 6 uomini e

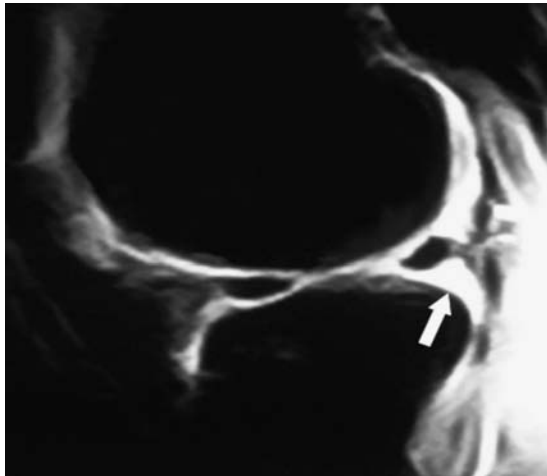


Figure 1.—Complete floating meniscus. Sagittal STIR MR image shows the posterior horn of lateral meniscus completely surrounded by fluid and lifted > 5 mm from the tibial plateau (arrow). B: coronal GE-weighted image of the same case (arrow).

Figura 1.—Menisco galleggiante completo. Immagine RM sagittale STIR che evidenzia il corno posteriore del menisco laterale completamente circondato dal liquido articolare con sollevamento >5 mm dal piatto tibiale (freccia).

The sign was recognised in 6 men and 2 women in an age range between 18 and 40 years (average 29). It emerged from anamnestic matching that all patients had suffered a severe trauma or had reported sharp pain following sporting practice, 6 were footballers and 2 played volley ball.

2 donne, con range d'età compreso tra 18 e 40 anni (età media di 29 anni). Dal raccordo anamnestico emergeva che tutti i pazienti avevano subito un trauma severo o riferivano un forte dolore in seguito a pratica sportiva, 6 praticavano il calcio e 2 la pallavolo. In 5 pazienti abbiamo rilevato la presenza di un "menisco galleggiante" completo (Figure 1 e 2A,B) e nei restanti 3 di quello parziale (Figura 3). In 5 pazienti il menisco interessato era quello laterale e nei restanti 3 casi il mediale. Si associava a lesioni legamentose e/o meniscali oltre che a contusioni ossee nel ginocchio. In 7/8 casi, come illustrato nella tabella 1, l'evidenza del segno del "menisco galleggiante" si associava a lesioni legamentose: in 2/8 pazienti una lesione del LCA e del LCP; in 2/8 del LCA; in 1/8 del LCM, LCA e del LCL; in 1/8 solo del LCA; ed in 1/8 del LCA (neolegamento ricostruito in artroscopia) e del LCM (Figura 4). In 2/8 casi è stata evidenziata una lesione meniscale associata (Figura 5). In 3/8 casi è stata rilevata, inoltre, una contusione ossea di varia entità.

I pazienti con il segno del "menisco galleggiante" completo (5/8 casi) sono stati sottoposti ad intervento chirurgico in artroscopia, che ha confermato la corretta detezione del segno del "menisco galleggiante" e delle lesioni meniscali. I 3/8 pazienti con il segno parziale sono stati trattati due in maniera conservativa e l'altro, in cui coesisteva la presenza della lesione del LCA, chirurgicamente in artroscopia, con conferma della presenza del menisco galleggiante.

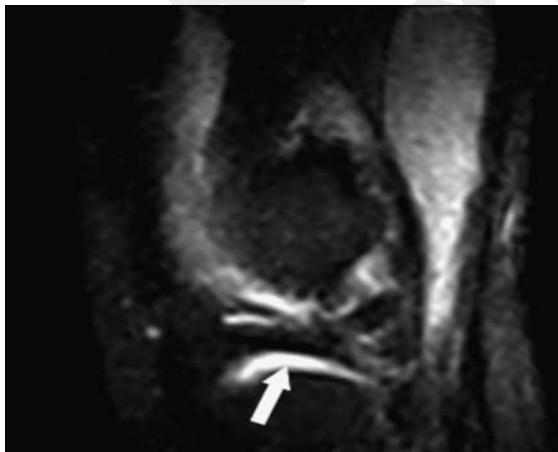


Figure 2.—A-B) Complete floating meniscus. A: sagittal STIR MR image shows the anterior horn of the lateral meniscus partially surrounded by fluid and lifted >5 mm from tibial plateau (arrow). B: coronal GE-weighted image of the same case (arrow).

Figura 2.—A-B Menisco galleggiante completo. A: immagine RM sagittale STIR che evidenzia il corno anteriore del menisco laterale parzialmente circondato dal liquido articolare con sollevamento >5 mm dal piatto tibiale (freccia). B: immagine RM coronale GE T2-pesata dello stesso caso (freccia).

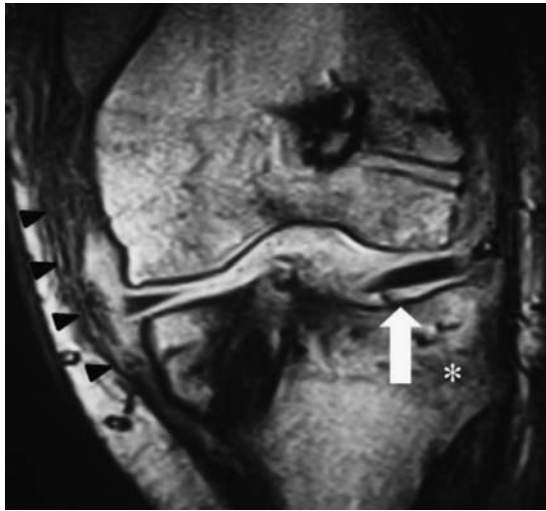


Figure 3.—Partial floating meniscus. Coronal GE-weighted image shows the posterior horn of the medial meniscus partially surrounded by fluid and lifted ≥ 3 mm and ≤ 5 mm from the tibial plateau (arrow).

Figura 3.—Menisco galleggiante parziale. Immagine RM coronale GE T2-pesata che evidenzia il corno posteriore del menisco mediale parzialmente circondato dal liquido articolare con sollevamento ≥ 3 mm e ≤ 5 mm dal piatto tibiale (freccia).

In 5 patients we noted the presence of a complete floating meniscus (Figures 1 and 2A,B) and in the remaining 3 it was partial (Figure 3). In 5 patients the meniscus involved was lateral, in the other 3 medial, and they were associated with ligamentous and/or meniscal lesions as well as bone bruising in the knee. In 7/8 cases, as shown in table 1, the evidence of the floating meniscus sign was associated with ligamentous lesions: in 2/8 patients a lesion of the ACL and of the PCL; in 2/8 of the ACL, in 1/8 of the MCL, ACL and LCL; in 1/8 only of the MCL, and in 1/8 of the ACL (neoligament reconstructed in arthroscopy) and of the MCL (Figure 4). In 2/8 cases an associated meniscal lesion was highlighted (Figure 5). In 3 (8 cases, furthermore, bone bruising of varying intensity was observed.

Patients presenting complete floating meniscus sign (5/8 cases) were subjected to surgery in arthroscopy which confirmed correct detection of the sign and of the meniscal lesions. The 3/8 patients with the partial sign were treated as follows: 2 conservatively and the other, in whom an ACL lesion coexisted, surgically in arthroscopy, with confirmation of the presence of the floating meniscus.

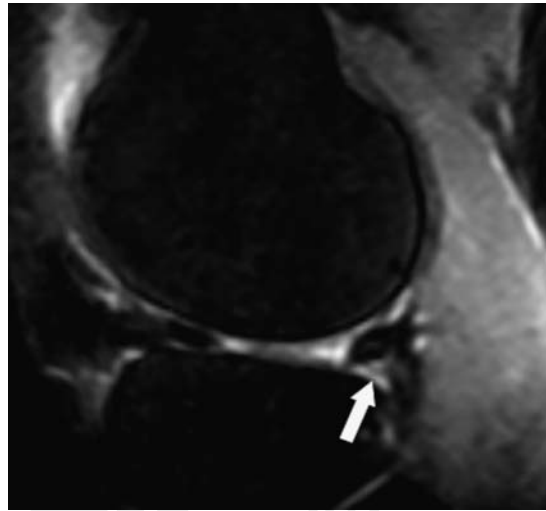


Figure 4.—Partial floating meniscus. Coronal GE-weighted image shows the posterior horn of the lateral meniscus partially surrounded by fluid and elevated ≥ 3 mm and ≤ 5 mm from the tibial plateau (arrow). High grade MCL (arrowheads). Bone bruise partially detectable on lateral tibial plateau (asterisk). Associated ACL graft lesion is also present but not shown in the image.

Figura 4.—Menisco galleggiante parziale. Immagine coronale GE T2-pesata che evidenzia il corno posteriore del menisco laterale parzialmente circondato dal liquido articolare con sollevamento ≥ 3 mm e ≤ 5 mm dal sottostante piatto tibiale (freccia). Lesione di alto grado del LCM (punte di freccia). Area di contusione ossea parzialmente identificabile in corrispondenza del piatto tibiale laterale (asterisco). Si associa lesione del neo-LCA non documentata nell'immagine selezionata.

Discussione

Le strutture di stabilizzazione dei comparti mediale e laterale del ginocchio sono capsulo-legamentose, tendinee e muscolari. Diverse descrizioni riportano in modo incompleto e a volte contraddittorio la conformazione delle strutture anatomiche dei comparti laterali e postero-laterali^{3, 7, 8}, mediali e postero-mediali^{2, 5} del ginocchio. La differente descrizione delle diverse componenti legamentose è, come risulta dalla revisione della letteratura, soggetta alla variabilità anatomica e alla nomenclatura loro attribuita^{2, 3, 6-9}. Le strutture capsulo-legamentose del comparto mediale possono essere suddivise in tre strati⁵. Il primo strato, il più superficiale, è costituito dalla fascia crurale profonda. Questo nel suo terzo medio è separato ed indipendente dal secondo strato e nel suo terzo posteriore si pone superficialmente ai tendini dei muscoli gracile e semitendinoso e include superiormente il tendine e il ventre muscolare del sartorio. Il secondo strato, l'inter-

Discussion

The stabilisation structures of the medial and lateral compartments of the knee are capsulo-ligamentous, tendinous and muscular. A number of descriptions report incompletely and at times in contradictory fashion the conformation of the anatomic structures of the lateral and postero-lateral,^{3, 7-8} medial and postero-medial^{2, 5} compartments of the knee. The different description of the different ligament components is, as can be seen from a review of the literature, subject to the anatomic variability and different nomenclature attributed to them.^{2, 3, 6-9}

The capsulo-ligamentous structures of the medial compartment can be subdivided into three layers.⁵ The first, the most superficial, consists of the deep crural fascia. The middle third of this is separate and independent of the second layer and in its posterior third it lies superficially over the tendons of the gracilis and semitendinous muscles and includes superiorly the tendon and the sartorius muscle belly.

The second layer, the intermediate, consists of the superficial portion of the medial collateral ligament (MCL); this layer in its posterior third combines with the third to make up the oblique posterior ligament (OPL) the distal insertion of which consists of three arms,³ wraps round the posteromedial portion of the femoral condyle and lies in close contiguity with the posterior meniscal horn.

The third layer, the deepest, consists of the joint capsule and the deep portion of the MCL and principally inserts into the edges of the joint and the medial meniscus; the deep portion of the MCL is attached to the meniscus and fine ligament extensions may be observed represented by the menisco-femoral and menisco-tibial (coronary) ligaments which run respectively from the superior and inferior superficial edges of the meniscus to the femur and the tibia.

As for the lateral compartment of the knee, various tendinous and muscular capsulo-ligamentous structures can be identified. Contrary to what was said about the capsulo-ligamentous structures of the medial compartment it is not possible to subdivide those of the lateral compartment into layers.⁴

In correspondence with the postero-lateral region of the knee some orthopaedists identify the complex of the arcuate ligament (ALC) as a func-

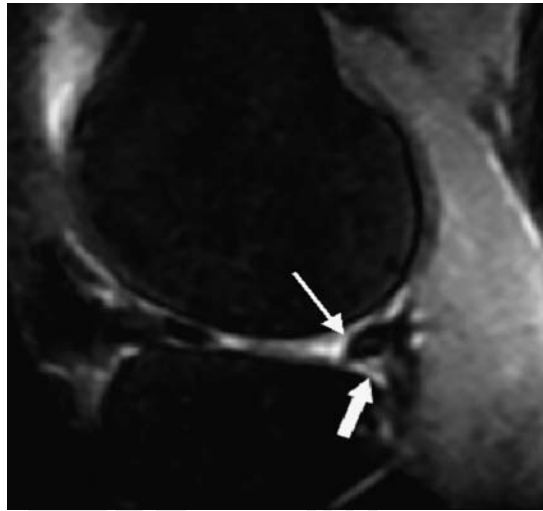


Figure 5.—Partial floating meniscus. Sagittal STIR image shows the posterior horn of the lateral meniscus partially surrounded by fluid and elevated ≥ 3 mm and ≤ 5 mm from the tibial plateau (thick arrow). Foreshortened posterior horn of the lateral meniscus, as an expression of meniscal lesion, may also be observed (thin arrow).

Figura 5.—Menisco galleggiante parziale. Immagine sagittale STIR che evidenzia il sollevamento ≥ 3 mm e ≤ 5 mm del corno posteriore del menisco laterale (freccia spessa). Si rileva inoltre aspetto a cono tronco del corno posteriore del menisco da lesione meniscale (freccia sottile).

medio, è costituito dalla porzione superficiale del legamento collaterale mediale (LCM); nel suo terzo posteriore questo strato si unisce al terzo costituendo il legamento posteriore obliquo (LPO), la cui inserzione distale è composta da tre bracci³, inviluppa la porzione postero-mediale del condilo femorale e si pone in stretta contiguità con il corno meniscale posteriore. Il terzo strato, il più profondo, è costituito dalla capsula articolare e dalla porzione profonda del LCM e s'inserisce principalmente sui margini articolari e sul menisco mediale; la porzione profonda del LCM è adesa al menisco e si rilevano delle sottili estensioni del legamento, rappresentate dai legamenti menisco-femorale e menisco-tibiale (coronario), che si portano rispettivamente dai margini superficiale superiore e inferiore del menisco al femore e alla tibia.

Come per il comparto laterale del ginocchio si riconoscono varie strutture di stabilizzazione capsulo-legamentose tendinee e muscolari. Contrariamente a quanto detto per le strutture capsulo-legamentose del comparto mediale non è possibile suddividere in strati quelle del comparto laterale⁴. In corrispondenza della regione postero-laterale del ginocchio alcuni ortopedici identificano il complesso del

tional tendino-ligamentous unit consisting of: the lateral collateral ligament; the tendon of the femoral biceps; the popliteal tendon and muscle; the popliteo-menisal and popliteo-fibular ligaments; the oblique, arcuate and fabello-fibular popliteal ligaments; and the lateral gastrocnemius muscle. Gollehon *et al.* in a biomechanical study with selective section of tendinous and ligamentous structures have shown that the structures that best prevent postero-lateral instability are the popliteal tendon and the LCL.¹⁰ Further, the menisco-capsular structures, consisting of the menisco-femoral and coronary ligaments should be added to the ALC structures.

The meniscal fibrocartilages favour the congruency of the joint surfaces of the femoral condyles and tibial plateaux; they have other important functions: attenuation of bumps, load distribution and stabilisation.

The menisco-capsular structures, particularly the coronary ligaments, are delegated to the connexion of the meniscal fibrocartilages with the tibial plateaux. Menisco-capsular disinsertion is an important consequence (albeit rare) of knee trauma and is characterised by the avulsion of the peripheral portion of the meniscus from its capsular insertions. This lesion can lead to meniscal hypermobility and joint instability; contrary to meniscal lesions, it can resolve spontaneously as it occurs in an area of the meniscus that is abundantly vascularised, so much so that in arthroscopically treated cases the success percentage of surgical repair is very high.¹¹⁻¹²

Menisco-capsular separations may occur in three ways: 1) changes to the menisco-capsular junction; 2) lesions to the menisco-femoral and coronary ligaments; and 3) lesions involving the meniscal wall.⁵ Lesions in the menisco-femoral and coronary ligaments may determine knee instability. In an acute trauma, the menisco-tibial ligaments may become detached and, consequently, lead to avulsion of the meniscus from the tibial plateau. It is believed that an avulsed meniscus or a meniscus detached from the tibial plateau, should if possible be reinserted. The meniscus is typically sutured around its anatomical position.⁶

The MR images on the sagittal and coronal plains are those which best demonstrate the relationship between the meniscus and the tibial plateau and hence are optimal for identifying meniscal avulsions as a result of menisco-tibial lig-

legamento arcuato (CLA), un'unità funzionale tendinea-legamentosa composta: dal legamento collaterale laterale; dal tendine del bicipite femorale; dal tendine e dal muscolo popliteo; dai legamenti popliteo-menisale e popliteo-fibulare; dai legamenti popliteo obliquo, arcuato e fabello-fibulare; e dal muscolo gastrocnemio laterale. Gollehon et al. in uno studio biomeccanico con sezione selettiva delle strutture tendinee e legamentose hanno dimostrato che le strutture che prevengono maggiormente le instabilità postero-laterali sono il tendine popliteo e il LCL¹⁰. Alle strutture del CLA bisogna, inoltre, aggiungere le strutture menisco-capsulari, costituite dai legamenti menisco-femorale e coronario.

Le fibrocartilagini meniscali favoriscono la congruenza delle superfici articolari dei condili femorali e dei piatti tibiali; esse hanno anche altre importanti funzioni: attenuazione degli urti, distribuzione del carico e stabilizzazione. Le strutture menisco-capsulari, in particolare i legamenti coronari, sono deputate alla connessione delle fibrocartilagini meniscali con i piatti tibiali. La disinserzione menisco-capsulare è una conseguenza importante ma poco comune di un trauma del ginocchio ed è caratterizzata dall'avulsione della porzione periferica del menisco dalle sue inserzioni capsulari. Tale lesione può comportare un'ipermobilità meniscale ed un'instabilità articolare; contrariamente alla lesione meniscale, è suscettibile di guarigione anche spontanea, in quanto avviene in una zona riccamente vascolarizzata del menisco tanto che, nei casi trattati artroscopicamente, la percentuale di successo della riparazione chirurgica è molto elevata^{11, 12}. Le disinserzioni menisco-capsulari possono manifestarsi sotto tre forme come: 1) alterazioni della giunzione menisco-capsulare; 2) lesioni dei legamenti menisco-femorale e coronario; e 3) lesione coinvolgente il muro meniscale⁵. La lesione dei legamenti menisco-femorale e coronario possono determinare l'instabilità del ginocchio. In un trauma acuto, i legamenti menisco-tibiali possono distrarsi e, di conseguenza, determinare un'avulsione del menisco dal piatto tibiale. Si ritiene che un menisco avulso o distaccato dal piatto tibiale dovrebbe se possibile essere reinserto. Il menisco è tipicamente suturato intorno alla sua posizione anatomica⁶. Le immagini RM sui piani sagittale e coronale sono quelle che dimostrano meglio la relazione tra il menisco ed il piatto tibiale e pertanto sono ottimali per l'identificazione di avulsioni meniscali quali risultato di distrazioni dei legamenti menisco-tibiali^{6, 11}. Bikkina et al.⁶ sono stati i primi a descrivere il segno del "menisco galleggiante" nelle immagini RM e ne hanno riportato il ricono-

ament detachments.^{6, 11} Bikkina et al.⁶ were the first to describe the floating meniscus sign in MR images and they have reported it in 21 cases, with subsequent perspective identification in a further 4 cases. In our experience we identified the floating meniscus sign retrospectively in 8 cases out of 2436 MR scans (0.33%). Bikkina et al.⁶ reported the involvement of the lateral menisco-capsular ligamentous complex in 14/21 (66.67%); similarly in our own study we observed in a higher number of cases, 5/8 (62.5%), the involvement of the lateral menisco-capsular ligamentous complex. In our experience, unlike what was observed by Bikkina et al.,⁶ who did not observe meniscal lesions in the MR images but reported their presence in 3/21 cases (14.28%) at surgery, we evidenced the presence of a meniscal lesion in 2/8 cases (25%) in MR images.

As stated by Bikkina et al.⁶ the saving of the avulsed meniscus is probably related to a different stress mechanism under load, with most of the effort leading to cutting of the menisco-tibial ligaments rather than rupture of the meniscus.

In our study we evidenced associated ligamentous and/or meniscal lesions in 7/8 patients (87.5%); in the series of Bikkina et al it is not possible to identify the exact number of subjects with associated lesions.

We observed a ligamentous lesion in all cases in which an associated lesion was observed (100%). Carrying out a comparative evaluation between our findings and those of Bikkina et al. the following emerges. The ACL was the ligament most involved, respectively in 6/8 cases (75%) in our series as against 11/21 cases (52.38%) reported by them. In our series incidence was as follows: MCL in 3/8 cases (37.5%), PCL in 2/8 cases (25%) and LCL in 1/8 cases (12.5%). Bikkina et al.⁶ report lesions of the PCL in 9/21 (42.86%), lesion of the MCL in 6/21 (28.57%) and lesion of the LCL in 4/21 (19.05%). In our study lesions of the MCL showed a higher incidence than was observed by Bikkina et al., who reported PCL as the ligament most involved after the ACL. In the two series there is no significant difference in the incidence of LCL lesions. In 3/8 cases (37.5%) we found the presence of one or more areas of bone bruising while Bikkina et al.⁶ reported bruising in 9/21 cases (42.86%); this associated lesion therefore presented a fairly similar incidence in the two series.

scimento in 21 casi, con identificazione retrospettiva in 17 casi su 4096 indagini RM (0,4%) e successiva identificazione prospettica in altri 4 casi. Nella nostra esperienza abbiamo identificato retrospettivamente il segno del "menisco galleggiante" in 8 casi su 2436 indagini RM (0,33%). Bikkina et al.⁶ segnalavano il coinvolgimento del complesso legamentoso menisco-capsulare laterale in 14/21 (66,67%); in modo simile nel nostro studio abbiamo riscontrato in un maggiore numero di casi, 5/8 casi (62,5%), il coinvolgimento del complesso legamentoso menisco-capsulare laterale. Nella nostra esperienza, contrariamente a quanto riscontrato da Bikkina et al.⁶, i quali non rilevavano lesioni meniscali nelle immagini RM ma riferivano la loro presenza in 3/21 casi (14,28%) alla chirurgia, abbiamo evidenziato nelle immagini RM la presenza di una lesione meniscale in 2/8 casi (25%).

Come affermato da Bikkina et al.⁶ il relativo risparmio del menisco avulso sarebbe probabilmente correlato ad un differente meccanismo di stress sotto carico, con la maggior parte delle forze che porta ad un troncamento dei legamenti menisco tibiali, piuttosto che ad una rottura del menisco stesso.

Nel nostro studio abbiamo evidenziato lesioni associate legamentose e/o meniscali in 7/8 pazienti (87,5%); nella casistica di Bikkina et al non è possibile rilevare il numero esatto di soggetti con lesioni associate. Abbiamo rilevato una lesione legamentosa in tutti i casi in cui era stata rilevata una lesione associata (100%). Effettuando una valutazione comparativa tra i nostri rilievi e quelli di Bikkina et al. emerge quanto segue. L'LCM era il legamento maggiormente coinvolto, rispettivamente in 6/8 casi (75%) nella nostra versus i 11/21 casi (52,38%) da loro riportati. Nella nostra casistica seguono per incidenza di coinvolgimento l'LCM in 3/8 (37,5%), l'LCP in 2/8 casi (25%) e l'LCL in 1/8 casi (12,5%). Bikkina et al.⁶ riportano in 9/21 (42,86%) la lesione del LCP, in 6/21 (28,57%) la lesione del LCM e in 4/21 (19,05%) la lesione del LCL. Nel nostro studio le lesioni del LCM hanno una maggiore incidenza rispetto a quanto riscontrato da Bikkina et al., i quali riportano l'LCP come legamento maggiormente coinvolto dopo l'LCM. Non si rileva nelle due casistiche una differenza significativa nell'incidenza delle lesioni del LCL. In 3/8 casi (37,5%) abbiamo evidenziato la presenza di una o più aree di contusione ossea mentre Bikkina et al.⁶ ne riportavano la presenza in 9/21 casi (42,86%); pertanto questa lesione associata presentava nelle due casistiche un'incidenza abbastanza simile.

Conclusions

We can therefore hypothesise that the different incidence of associated ligamentous and bone lesions is probably related (as no adequate comparative evaluation of the pathomechanics has yet been carried out) to the different severity and the different modalities of the trauma suffered by patients; as reported above, fine analysis of the pathomechanics of the traumatic event was not one of our objectives in the present study. Here, also taking into account the considerations of Bikkina et al.,⁶ and Rubin et al.,¹³ we decided to classify the floating meniscus sign on two different levels:

partial, in cases in which the presence of joint fluid between the joint cartilage and the meniscus has a thickness of ≥ 3 mm and ≤ 5 mm;

complete in cases in which the interposed joint fluid thickness is > 5 mm.

The purpose of this classification is to help the orthopaedic surgeon manage the patient, since a minimum avulsion, sign of partial floating meniscus, can be treated conservatively if it is not associated with ligamentous lesions of the central pivot, whereas a higher degree of avulsion, sign of a complete floating meniscus, should be managed surgically. At the preoperative stage, warning the surgeon of the possible presence of a floating meniscus permits a better estimate of tourniquet and preparation time for appropriate surgical repair. Arthroscopy requires the instillation of a saline solution into the joint; an avulsed meniscus that is otherwise normal could be relocated on the tibial plateau, so rendering its observation more troublesome.⁶

An object that can mimic floating meniscus is a rare variant of lateral discoid meniscus, Wrisberg's eccentric ligament; this does not have posterior insertions on the tibial plateau¹⁴. This lateral meniscal variant can mimic an avulsion and should be considered if the meniscus appears discoid on MR imaging. This form of discoid meniscus has only one insertion, the lateral menisco-femoral ligament or Wrisberg's ligament. The anterior horn of this discoid meniscus is appropriately inserted on the tibial plateau, although the meniscus itself may suffer significant subluxation with flexion and extension. The patient's clinical history should help us distinguish this variation from true floating meniscus, with meniscal avulsion suggested in the event of severe acute trauma. These vari-

Conclusioni

Possiamo ipotizzare pertanto che la differente incidenza delle lesioni legamentose e ossee associate sia da riferire verosimilmente, non essendo stata condotta una adeguata valutazione comparativa della patomeccanica, alla differente severità e alla differente modalità del trauma subito dai pazienti; come sopra riportato non rientrava tra gli scopi che ci eravamo prefissi la fine analisi della patomeccanica dell'evento traumatico. Nel nostro studio, anche in base alle considerazioni di Bikkina et al.⁶, e di Rubin et al.¹³, abbiamo ritenuto di classificare il segno di "menisco galleggiante" in due gradi:

parziale, nei casi in cui la presenza di fluido articolare interposto tra la cartilagine articolare ed il menisco, abbia uno spessore ≥ 3 mm e ≤ 5 mm;

completo nei casi in cui lo spessore del fluido articolare interposto sia > 5 mm.

Questa classificazione ha lo scopo di aiutare il chirurgo ortopedico nel management del paziente, in quanto un'avulsione minima, segno del "menisco galleggiante" parziale, se non associata a lesioni legamentose del pivot centrale può essere trattata in maniera conservativa, mentre un'avulsione di grado maggiore, segno del "menisco galleggiante" completo, dovrebbe essere trattata chirurgicamente. In fase preoperatoria allertare il chirurgo ortopedico sulla possibile presenza di un "menisco galleggiante" consente una migliore stima del tempo di tourniquet e di preparazione per un'appropriata riparazione chirurgica. L'artroscopia richiede l'instillazione di soluzione salina nell'articolazione, un menisco avulso, ma altrimenti normale, potrebbe essere riallocato sul piatto tibiale, rendendo così il suo riscontro più difficoltoso⁶.

Un'entità che può mimare il "menisco galleggiante" è una rara variante del menisco discoide laterale, il legamento eccentrico di Wrisberg; questo non ha inserzioni posteriori sul piatto tibiale¹⁴. Questa variante meniscale laterale può mimare un'avulsione e deve essere presa in considerazione se il menisco appare discoide alla RM. Questa forma di menisco discoide ha una sola inserzione, il legamento menisco-femorale laterale o legamento di Wrisberg. Il corno anteriore di questo menisco discoide è appropriatamente inserito sul piatto tibiale, anche se il menisco stesso può sublussarsi significativamente con la flessione e l'estensione. La storia clinica del paziente dovrebbe aiutare a distinguere questa variante da un vero "menisco galleggiante", con avulsione meniscale suggerita in caso di severo trauma acuto. Queste varianti sono delle condizioni para-fisiologiche e anche se non rientrano nelle

ants are paraphysiological conditions and even if they do not come under meniscocapsular disinsertions they should be reported and managed surgically.¹⁴

In our experience, using a low-field MR scanner we have observed the presence of the floating meniscus sign in 0.33% of cases, an incidence that is not significantly different from that reported by Bikkina et al. using high field equipment.⁶

It is also important to identify this finding because the avulsed meniscus reattached to the underlying tibial plateau can prevent the onset of early arthrosic degeneration of the knee joint. The "floating" meniscus sign may be identified in MR images even if the investigation has been carried out with low-field equipment and its presence should be carefully sought in cases with severe trauma associated with multi-ligamentous luxation or lesion or both as it has important prognostic implications.

*disinserzioni meniscocapsulari dovrebbero comunque essere segnalate e trattate chirurgicamente*¹⁴.

*Nella nostra esperienza utilizzando una apparecchiatura RM a basso campo abbiamo rilevato la presenza del segno del "menisco galleggiante" nel 0,33% dei casi, incidenza non significativamente differente da quella riportata da Bikkina et al. utilizzando una apparecchiatura ad alto campo*⁶.

E' inoltre importante identificare tale reperto perché il menisco avulso e riattaccato al sottostante piatto tibiale può evitare l'insorgenza di una precoce degenerazione artrosica dell'articolazione del ginocchio. Il segno del menisco "galleggiante" può essere identificato nelle immagini RM, anche se l'indagine è stata eseguita con apparecchiatura a basso campo, e la sua presenza dovrebbe essere attentamente ricercata nei casi con severo trauma associato a lussazione o lesione multi-legamentosa o entrambe avendo importanti implicazioni prognostiche.

References/Bibliografia

- 1) Balboni GC, Bastianini A, Brizzi E et coll. L'articolazione del ginocchio. In: Balboni GC, Bastianini A, Brizzi E et coll. (eds) Anatomia Umana, 3rd edn. Torino: UTET; 1994. p 300-309.
- 2) Loredò R, Jodler J, Podowitz R, Yeh L-R, Trudell D, Resnick D. Posteromedial corner of the knee: MR imaging with gross anatomic correlation. *Skeletal Radiol* 1999; 28:305-311.
- 3) Recondo AJ, Salvador E, Villanua JA, Barrera MC, Gervas C, Alustiza JM. Lateral stabilizing structures of the knee: functional anatomy and injuries assessed with MR imaging. *RadioGraphics* 2000; 20:S91-S102.
- 4) Bellelli A. Ginocchio. In: Faletti C, Masciocchi C (eds) Trattato diagnostica per immagini nella patologia muscoloscheletrica. Torino: UTET; 2005. p 87-186.
- 5) De Maeseneer M, Shahabpour M, Vanderdood K, Van Roy F, Osteaux M. Medial meniscocapsular separation MR imaging criteria and diagnostic pitfalls. *Eur J Radiol* 2002; 41:242-252.
- 6) Bikkina RS, Tujo CA, Schraner AB, Major NM. The "floating" meniscus: MRI in knee trauma and implications for surgery. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 184:200-204.
- 7) Kim YC, Chung IH, Yoo WK, Suh J-S, Kim SJ, Park CI. Anatomy and magnetic resonance imaging of the posterolateral structures of the knee. *Clinical Anatomy* 1997; 10:397-404.
- 8) Haims HA, Medvecky MJ, Pavlovich R Jr, Katz LD. MR imaging of the anatomy of and injuries to the lateral and posterolateral aspects of the knee. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180:647-653.
- 9) Munshi M, Pretterklieber ML, Kwak S, Antonio GE, Trudell DJ, Resnick D. MR imaging, MR arthrography, and specimen correlation of the posterolateral corner of the knee: an anatomic study. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180:1095-1101.
- 10) Gollehon DL, Torzilli PA, Warren RF. The role of posterolateral and cruciate ligament in stability of the human knee. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 69:233-242.
- 11) Stoller DW, Li AE, Anderson LJ, Dilworth Cannon W O. The knee. In: Stoller DW (ed) Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine, 3rd edn. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven; 2007. p 305-732.
- 12) Sakai H, Sasho T, Wada Y, et al. MRI of the Popliteomeniscal Fasciculi. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 186:460-466.
- 13) Rubin DA, Britton CA, Towers JD, Harner CD. Are MR Imaging Signs of Meniscocapsular Separation Valid? *Radiology* 1996; 201:829-836.
- 14) Singh K, Helms CA, Jacobs MT, Higgins LD. MRI appearance of Wrisberg variant of discoid lateral meniscus. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 187:384-387.

Received on April 21, 2010 - Accepted for publication on April 27, 2010.

Corresponding authors: G. Francavilla, Cattedra di Medicina dello Sport, Università degli Studi di Palermo, Via del Vespro 129, Palermo, Italia.