

La Radiologia Medica - Radiol Med 107: 47-57, 2004
Edizioni Minerva Medica - Torino

La RM negli interventi di ricostruzione del LCA con viti ad interferenza biorisorbibili in PDLA: valutazione dei processi di degradazione ed osteointegrazione delle viti biorisorbibili

Luca MACARINI - Mario MURRONE
Stefania MARINI - Andrea MOCCI*
Giovanni Carlo ETTORRE**

Scopo. La chirurgia ricostruttiva del LCA del ginocchio ha avuto un notevole progresso dall'entrata in commercio di viti ad interferenza biorisorbibili (VIB) utilizzate per fissare il trapianto del legamento all'interno del tunnel osseo femorale e tibiale, al posto dei mezzi di sintesi metallici (VIM). Scopo del nostro lavoro è stato quello di confrontare esami RM di pazienti operati di ricostruzione di LCA in cui sono state utilizzate come mezzo di sintesi VIB con quelli di pazienti operati con VIM e di valutare gli aspetti RM dei processi di degradazione ed osteointegrazione delle VIB a varia distanza di tempo dall'intervento chirurgico.

Materiale e metodi. Dal settembre del 1999 al dicembre del 2002 abbiamo studiato con RM 40 pazienti sottoposti a ricostruzione del LCA per via artroscopica con trapianto autologo di tendine rotuleo in cui sono state utilizzate come mezzo di sintesi in 35 casi VIB in PDLA e in 5 casi VIM. Tutti i pazienti dopo l'intervento chirurgico erano stati sottoposti ad un programma riabilitativo intensivo ed ad una valutazione clinica utilizzando la Scheda International Knee Documentation Committee (IKDC) e analisi radiologiche. Gli esami RM sono stati effettuati a 1, 2 e 3 anni dall'intervento chirurgico con un apparecchio da 0.5 Tesla con sequenze GE con immagini T1w e T2*w e sequenze STIR.

Risultati. Nella valutazione clinica 33 pazienti sono stati classificati di gruppo A IKDC con completa ripresa dell'attività sportiva e 7 di gruppo B IKDC. Non abbiamo riscontrato nessuna reazione di tipo allergico da corpo estraneo nei pazienti con VIB sia dal punto di vista clinico che delle analisi di laboratorio. In tutti i pazienti del gruppo con VIM abbiamo riscontrato la presenza di artefatti ferromagnetici. Nei pazienti portatori di VIB la degradazione delle viti, insieme all'assenza di significativi artefatti, ha permesso di valutare correttamente il segnale del neo-legamento lungo tutto il suo decorso, i tunnel ossei e la cavità articolare. In 34 dei 35 pazienti trattati con VIB la vite non era riconoscibile per avvenuta degradazione. In 8 casi nei controlli ad un anno, in 12 in quelli a due anni e in 4 in quelli a tre anni nella sede della vite era presente una piccola formazione simil-cistica riferibile al prodotto di idrolisi della vite stessa. In solo 4 casi, tutti a tre anni, il processo di osteointegrazione della vite e della bratta ossea del neolegamento era completato con il ripristino della morfologia ossea.

Discussione e conclusioni. L'utilizzo di VIB costituisce una valida alternativa ai mezzi di sintesi metallici in quanto l'assenza di artefatti permette di eseguire un corretto follow-up post-operatorio con RM che è l'unica metodica in grado di visualizzare tutti i tratti del neo-legamento e di fornire una valutazione sui processi di guarigione. La VIB è comunemente riassorbita entro un anno ma il completamento del processo di osteointe-

MRI in ACL reconstructive surgery with PDLA bioabsorbable interference screws: evaluation of degradation and osteointegration processes of bioabsorbable screws

Purpose. Anterior cruciate ligament (ACL) reconstructive surgery has seen significant progress since bioabsorbable interference screws have replaced synthetic metallic screws for ligament graft fixation within the femoral and tibial osseous tunnel. Our study compared the MR images of patients who underwent ACL reconstruction using bioabsorbable interference screws with those of patients who underwent ACL reconstruction using metallic screws to evaluate the MR aspects of degradation and osteointegration processes of bioabsorbable interference screws post-operatively.

Materials and methods. Between September 1999 and December 2002 we performed MRI on 40 patients who underwent arthroscopic ACL reconstruction with patellar tendon auto-graft using PDLA bioabsorbable screws in 35 cases and metallic screws in 5 cases. After surgery, all patients underwent an intensive rehabilitation programme along with clinical evaluation using the standard knee ligament evaluation form of the International Knee Documentation Committee (IKDC) and radiological examinations. MR studies were performed 1, 2 and 3 years post-operatively using a 0.5-Tesla MR scanner with T1- and T2*-weighted and STIR sequences.

Results. Thirty-three patients were clinically classified as group A IKDC (full return to sports activity) and 7 patients as group B IKDC. No foreign-body reaction was found in patients treated with bioabsorbable interference screws, both from a clinical point of view and from laboratory exams. Ferromagnetic artefacts were found in all patients treated with metallic interference screws. In patients with bioabsorbable interference screws, degradation of the screws and absence of significant artefacts allowed correct evaluation of the signal of the reconstructed ligament throughout its length, the osseous tunnels and the joint cavity. In 34 of 35 patients with bioabsorbable interference screws, the screw could not be detected due to complete degradation. In 8, 12 and 4 cases, a small cyst-like formation due to screw hydrolysis was present at the screw site within 1, 2 and 3 years from surgery respectively. Only in 4 cases was the process of osteointegration of the screw and bone plug complete 3 years after the operation, with consequent restoration of bone morphology.

Discussion and conclusions. The use of bioabsorbable interference screws is a valuable alternative to synthetic metallic fixation implants as the absence of artefacts allows correct post-operative MR follow-up. MRI is the only technique able to visualize all the portions of the transplant and to evaluate the healing process. Bioabsorbable interference screws usually degrade with-

Istituto di Radiologia - *I Clinica Ortopedica - Università degli Studi - Bari - **Istituto di Radiologia - Università degli Studi - Foggia.

Pervenuto alla Redazione il 5.5.2003; revisionato il 3.6.2003; restituito corretto il 14.7.2003; accettato per la pubblicazione il 25.7.2003.

Indirizzo per la richiesta di estratti: Dott. L. Macarini - Istituto di Radiologia - Università di Bari - Piazza G. Cesare, 11 - 70124 Bari BA - Tel. 080/5478840 - Fax 080/5592911 - E-mail: l.macarini@radiologia.uniba.it.

grazione richiede molto tempo e può non essere terminato a tre anni di distanza dall'intervento chirurgico. La presenza di formazioni di aspetto simil-cistico nella sede della vite deve essere considerata come una normale fase del processo di degradazione della vite stessa e non come un'alterazione patologica. L'utilizzo delle VIB è pertanto è auspicabile in quanto consente alla RM di eseguire il monitoraggio della risposta al programma riabilitativo delle ginocchia operate di ricostruzione di LCA.

PAROLE CHIAVE: Risonanza Magnetica - Ginocchio - Legamento crociato anteriore - Viti ad interferenza biorassorbibili.

in one year. However, full osteointegration requires a long time and may not be complete 3 years after surgery. The presence of cyst-like formations at the screw site has to be regarded as a normal feature of the screw degradation process. Therefore, the use of bioabsorbable interference screws is recommended as it enables MR follow-up of the knee after ACL reconstruction.

KEY WORDS: MR, knee, anterior cruciate ligament, bioabsorbable interference screws

Introduzione

La rottura del legamento crociato anteriore (LCA) del ginocchio è un evento frequente e riveste una notevole importanza poiché, nei casi più gravi, può provocare una vera e propria instabilità articolare.

Tale instabilità, a causa di un trattamento tardivo e inadeguato, può diventare cronica; ed è per questo motivo che, soprattutto nei pazienti giovani e con esigenze sportive, è necessario il ricorso all'intervento chirurgico.

La ricostruzione del legamento crociato anteriore (LCA) consente il completo recupero funzionale, ma è fondamentale, per la sua riuscita, l'associazione con un idoneo programma fisico postoperatorio. La terapia di riabilitazione deve, infatti, iniziare precocemente, subito dopo l'intervento, ancor prima dell'incorporazione biologica del trapianto da parte del tessuto osseo ospite e pertanto è necessaria una valida ed immediata fissazione meccanica del trapianto prolegamento crociato. A tal riguardo sono disponibili molti metodi di fissazione secondo le tecniche chirurgiche utilizzate, la scelta dell'innesto e l'esperienza del chirurgo.

I primi sistemi ad essere impiegati sono stati mezzi di sintesi metallici, con forme e metodi differenti. Essi sono stati largamente utilizzati per la loro facilità d'uso, la loro effettiva capacità di fissazione del neo-legamento e per gli eccellenti risultati clinici [1, 2].

Nel corso degli anni sono comparsi nell'uso chirurgico materiali biorassorbibili, in prevalenza a base di polimeri d'acido Poli-DL-Lattico (PDLA), utilizzati con successo nelle suture, nelle clips vascolari, nelle fratture [3, 4] ed in ultimo come mezzi di fissazione nella ricostruzione del LCA.

I primi studi a distanza sull'impiego delle viti ad interferenza biorassorbibili (VIB) hanno descritto una resistenza alla fissazione del neo-legamento paragonabile ai mezzi di sintesi metallica, con ottimi risultati clinici [5-18]. Sono stati descritti anche alcuni potenziali svantaggi, in parte legati alla tecnica operatoria come la possibilità della rottura della vite ed il rischio aumentato di filettatura della stessa durante l'introduzione [10, 16, 17], in parte legati ai potenziali problemi di biocompatibilità del materiale.

Le viti riassorbibili hanno la caratteristica peculiare di subire, col passare del tempo, dei processi di degradazione, sono sostituite da nuovo tessuto osseo e non sono più visibili a livello dell'originario sito d'apposizione. Esse presentano bassa incidenza di reazioni avverse, scarsa risposta infiammatoria e facilitano l'incorporazione biologica dell'innesto nel tunnel osseo; inoltre non ostacolano le eventuali revisioni chirurgiche, poiché al contrario dei mezzi di sintesi metallici ben fissati e difficilmente rimovibili, possono essere facilmente perforabili.

Tali vantaggi si uniscono al fatto che queste viti prive di con-

Introduction

Anterior cruciate ligament (ACL) tears are common and serious events which may lead, in the most severe cases, to knee joint instability. If treated late or inadequately, the instability may become chronic, which is why surgical treatment is warranted particularly in young subjects who do sports.

Reconstruction of the ACL allows complete functional recovery of the knee, but for the operation to be successful, it must be associated with appropriate postoperative physical rehabilitation. Because rehabilitation therapy must start immediately after surgery, even before integration of the graft into the osseous tissue, immediate and effective mechanical fixation of the ACL graft is fundamental. Several fixation methods are available depending on the surgical techniques used, the choice of graft and the surgeon's experience.

The first systems used were metallic fixation devices that were available in a variety of shapes and methods. These were widely employed as they were easy to use and provided effective ligament fixation with excellent clinical results [1, 2].

More recently, bioabsorbable materials, mainly PDLA (poly-DL-lactic acid) polymers, have been developed and successfully used in sutures, vascular clips and fractures [3, 4], as well as in ACL reconstruction.

The first follow-up studies on the use of bioabsorbable interference screws showed a fixation strength comparable with that of metallic screws, and excellent clinical results [5-18]. The potential disadvantages are related to the surgical technique, such as screw rupture and a higher risk of screw threading during insertion [10, 16, 17], and to the biocompatibility of the material.

The main features of absorbable interference screws are that they undergo degradation with complete osseous replacement and disappearance of the screw, they have a low incidence of adverse reactions and a scarce inflammatory response, and allow for biological incorporation of the graft in the osseous tunnel and review surgery. Unlike metallic screws, which are fixed and difficult to remove, bioabsorbable interference screws can be easily perforated. Finally, non-metallic screws do not produce artefacts and allow for adequate X-ray, CT and MR evaluation [8-14].

MRI has been shown to be the reference standard in the evaluation of ACL lesions as well as in postoperative evaluation of ACL reconstruction [20-22]. MR follow-up pro-

tenuto di tipo metallico, non producono artefatti e consentono un adeguato studio radiografico, TC e soprattutto RM [8-14].

La Risonanza Magnetica (RM) è considerata il gold standard nello studio delle lesioni del LCA e nella valutazione postoperatoria della sua ricostruzione [20-22]. La RM, nei controlli a distanza, fornisce indicazioni sul decorso, sui processi di guarigione e di osteointegrazione del neolegamento, sul tunnel osseo e sui tessuti circostanti; dà infine all'ortopedico utili informazioni sulla riuscita dell'intervento, sulle eventuali complicanze, sul programma di riabilitazione e sui tempi di recupero del paziente.

A tutto ciò si aggiunge la possibilità di studiare i processi di degradazione delle viti riassorbibili ed il successivo processo di produzione di nuovo tessuto osseo.

Scopo del nostro lavoro è stato quello di confrontare esami RM di pazienti operati con VIB con quelli di pazienti operati con viti ad interferenza metalliche (VIM) e di valutare gli aspetti RM dei processi di degradazione ed osteointegrazione delle VIB a varia distanza di tempo dall'intervento.

Materiale e metodi

Pazienti

Dal settembre del 1999 al dicembre del 2002 abbiamo studiato con RM 40 pazienti (37 maschi e 3 femmine), con età media di 24 anni (range da 18 a 37 anni) sottoposti a ricostruzione del LCA per via artroscopica. In tutti i pazienti lo stesso ortopedico ha effettuato un trapianto autologo di tendine rotuleo (Bone-Patellar Tendon-Bone; BPTB) dopo un periodo medio di 4 settimane (range da 2 a 6 settimane) dall'evento traumatico.

Tecnica chirurgica e mezzi di sintesi

Il trapianto era costituito da due bratte ossee, corrispondenti alle estremità rotulea e tibiale del tendine rotuleo, e da una componente tendinea, rappresentata dalla porzione centrale del tendine rotuleo stesso. Il trapianto è stato adeguatamente preparato ed inserito nel ginocchio trascinandolo con dei fili attraverso il tunnel tibiale nel tunnel femorale, in modo da collocare una delle sue due bratte ossee interamente all'interno del tunnel femorale. Il trapianto è stato poi fissato a livello femorale e tibiale con due viti per bloccare le due bratte ossee nei tunnel corrispettivi. Le viti hanno una funzione di fissazione temporanea, in quanto col passare del tempo si forma dell'osso dalle pareti del tunnel che ingloba, fissandole, le bratte ossee del trapianto.

I nostri pazienti sono stati divisi in due gruppi: uno di 5 pazienti in cui è stato utilizzato un mezzo di sintesi metallico (vite in titanio o cambra) ed un altro composto dai restanti 35 pazienti in cui sono state utilizzate viti ad interferenza biorassorbibili (VIB).

Viti biorassorbibili

Le VIB sono composte di un polimero di Acido Poli-DL-Lattico PDLA (Syborb, Synos Medical AG, Niederwaggen-Bern, Switzerland), puro, completamente amorfo, privo di cristalli.

Hanno la caratteristica di essere autofilettanti, peso di 0,7 gr, diametro di 8 mm, diametro interno di 6,2 mm, lunghezza di 20 mm e profilo di elica di turbina.

vides information on the course, the healing and osteointegration processes of the graft, the osseous tunnel and the surrounding tissues; it also provides orthopaedic surgeon with information on the results of the operation, the possible complications, the rehabilitation programme and the patient's recovery time.

In addition, it allows evaluation of process of degradation of the bioabsorbable interference screws and subsequent production of new bony tissue.

The aim of our study was to compare the MR examinations of patients with bioabsorbable interference screws with those of patients with metallic interference screws and to evaluate MR aspects of degradation and osteointegration of bioabsorbable interference screws postoperatively.

Materials and methods

Patients

Between September 1999 and December 2002, forty patients (37 men and 3 women; mean age: 24 years; age range: 18-37 years) who had undergone arthroscopic ACL reconstruction were studied by means of MRI. Patellar tendon auto-grafting (bone-patellar tendon-bone; BPTB) was carried out by a single orthopaedic surgeon within a mean time of 4 weeks (range: 2 to 6 weeks) of injury.

Surgical technique and fixation devices

The patellar tendon graft consisted of two bone plugs, corresponding to both the patellar and the tibial extremities of the patellar tendon, and a tendinous component, corresponding to the central portion of the patellar tendon. The graft was carefully prepared and inserted into the knee, pulled by threads through the tibial tunnel into the femoral tunnel, so that one of the bone plugs could be positioned inside the femoral tunnel. The graft was then fixed at the femoral and tibial levels with two screws so as to lock the two bone plugs in the corresponding tunnels. The screws provide temporary fixation, as the new bone produced by the tunnel walls incorporates and blocks the bone plugs of the graft.

The patients were divided into two groups: in one group (5 patients) we used metallic screws (titanium or cramp screws) and in the other (35 patients) bioabsorbable interference screws.

Bioabsorbable screws

Bioabsorbable screws consist of a pure, completely amorphous polymer of poly-DL-lactic acid PDLA (Syborb, Synos Medical AG, Niederwaggen-Bern, Switzerland) without crystals.

These are self-threading screws, 0.7 g in weight, 8 mm in diameter, 6.2 in internal diameter, 20 mm in length with a turbine-like design.

Programma di riabilitazione postoperatoria e test clinici

Tutti i pazienti sono stati sottoposti dopo l'intervento chirurgico ad un programma riabilitativo intensivo (Shelbourne) che ha previsto carico immediato, flessione-estensione attiva e passiva assistita ed abbandono del tutore in terza settimana.

Il follow-up inoltre si è svolto con controlli clinici seriali, utilizzando la Scheda International Knee Documentation Committee (IKDC) che comprende valutazione soggettiva dei sintomi, test di funzionalità oggettiva (test di lassità, Lachman test) e analisi radiologiche [23].

Con questo sistema il ginocchio è stato classificato come A normale, B quasi normale, C anormale, D molto anormale e i conseguenti risultati clinici sono considerati scarsi (grado C e D), buoni (grado B) e molto buoni (grado A).

Valutazione radiologica

In tutti i casi sono stati eseguiti esami radiologici tradizionali con proiezioni antero-posteriore e laterale per la valutazione dei tunnel ossei ed esami RM con un'apparecchiatura da 0,5 Tesla (MR-Max, General Electric). Per lo studio RM è stato utilizzato un protocollo standardizzato al fine di ottimizzare il tempo di impiego dell'apparecchiatura con la qualità delle immagini prodotte.

Tale protocollo ha previsto l'impiego di bobina di superficie dedicata allo studio del ginocchio, spessore di strato di 5 mm, campo di vista (FOV) di 170 mm, matrice di 160×192.

Sono state utilizzate sequenze Gradient-Echo (GE) con immagini pesate in T1 (TR/FLIP/TE 500/90°/12 ms) con scansioni sul piano sagittale e coronale, sequenze GE con immagini pesate in T2* (FLASH TR/FLIP/TE 700/30°/25 ms) con scansioni sul piano assiale e sul piano sagittale e sequenze STIR (TR/TI/TE 1600/80/40 ms) sul piano coronale. In un unico caso è stata utilizzata una sequenza SE DP-T2 (TR/TE 2000/20-80 ms) sul piano assiale. Il tempo complessivo dell'esame non ha mai superato i 30 minuti.

I controlli RM sono stati effettuati ad un anno dall'intervento chirurgico in 13 pazienti, a due anni in 14 pazienti ed a tre anni in 13 pazienti di cui 8 con VIB e 5 con VIM.

In un primo studio, in cui sono stati confrontati i pazienti portatori di VIB con quelli portatori di VIM, abbiamo valutato la presenza e l'entità degli artefatti ferromagnetici (classificati in tre gradi secondo la visualizzazione completa, parziale o assente delle strutture articolari e dei tunnel ossei), del versamento articolare (in due gradi: limitato alla borsa sovrarotulea o esteso a tutta la cavità articolare), dell'ipertrofia sinoviale (in due gradi: limitato alla gola intercondiloidea o estesa anteriormente ad improntare il corpo di Hoffa), e l'aspetto del neolegamento (di segnale omogeneamente ipointenso e di spessore regolare o iperintenso e a margini irregolari).

Nel secondo studio, in cui abbiamo paragonato gli esami RM di pazienti portatori di VIB che hanno eseguito l'esame a distanza di 1, 2 e 3 anni dall'intervento chirurgico, sono stati valutati il grado di degradazione della VIB (visualizzazione della vite o presenza di tessuto iperintenso conseguente al processo di idrolisi), la reazione dell'osso spongioso circostante alle VIB (presenza o assenza di edema), il grado di osteointegrazione della bratta ossea legata al trapianto col nuovo osso (visualizzazione o meno della bratta come una struttura ipointensa, apposizione di tessuto osteoide nella sede della vite e del trapianto, omogeneizzazione con il tessuto osseo limitrofo).

Postoperative rehabilitation programme and clinical tests

All patients underwent an intensive postoperative rehabilitation programme (Shelbourne) with immediate weight-bearing exercises, assisted active and passive flexion-extension movements and withdrawal of walking frame at week three.

The follow-up included serial clinical examinations using the evaluation form of the International Knee Documentation Committee (IKDC). The IKDC parameters included subjective assessment of symptoms, objective function tests (Lachman test, laxity test) and radiological evaluation [23].

Based on the IKDC, knees were graded as A) normal, B) nearly normal, C) abnormal or D) severely abnormal and clinical results were considered as poor (grade C and D), good (grade B) and very good (grade A).

Radiological evaluation

All cases were evaluated by conventional radiography with antero-posterior and lateral projections for the assessment of the osseous tunnels and MRI evaluations with a 0.5 Tesla unit (MR-Max, General Electric).

A standard protocol was used for the MR studies to optimise the examination time with the quality of the images obtained. This protocol required the use of a dedicated surface coil for knee evaluation, 5-mm width, FOV 170 mm, matrix 160×192. Gradient-echo (GE) T1-weighted sequences (TR/FLIP/TE 500/90°/12 ms) in coronal and sagittal planes, gradient-echo T2*-weighted (FLASH TR/FLIP/TE 700/30°/25 ms) sequences in axial and sagittal planes and STIR sequences (TR/TI/TE 1600/80/40 ms) in the coronal plane were acquired. An SE DP-T2 (TR/TE 2000/20-80 ms) sequence in the axial plane was obtained in one case only. Overall, the examination time never exceeded 30 minutes.

MR follow-up examinations were performed at one year in 13 patients, at two years in 14 and at three years in 13 patients. In the last case, 8 patients had absorbable interference screws and 5 metallic interference screws.

In the first analysis comparing patients with absorbable interference screws with patients with metallic interference screws, we evaluated the presence and extent of ferromagnetic artefacts (classified into three grades depending on whether visualization of joint structures and osseous tunnels was complete, partial or absent), joint effusion (classified into two grades: either limited to the suprapatellar bursa or extending to the entire joint cavity), synovial hypertrophy (classified into two grades: limited to the intercondylar notch or extending anteriorly to imprint the Hoffa body) and the appearance of the neo-ligament (homogeneously hypointense with regular thickness or hyperintense with irregular margins).

In the second study, comparing the MR images of patients with absorbable interference screws at 1, 2 and 3 years, we evaluated the level of degradation of absorbable interference screws (visualization of the screw or presence of hyperintense tissue secondary to hydrolysis), the reaction of the

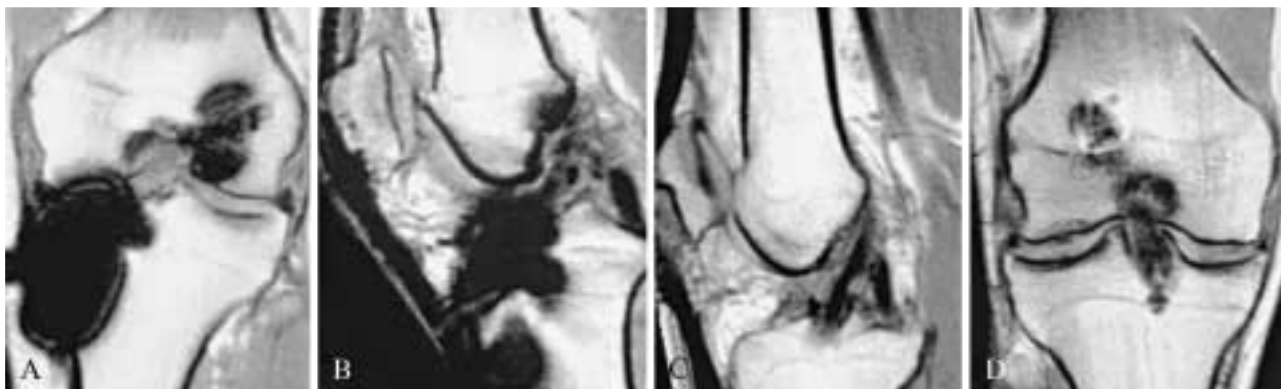


Fig. 1. — Confronto in pazienti operati di ricostruzione di LCA con VIM e VIB. Immagini RM coronali (A, D) e sagittali (B, C) GE T1w. Nei pazienti operati con VIM (A, B) gli artefatti ferromagnetici non consentono la valutazione del neolegamento e di gran parte delle strutture articolari. Nei pazienti portatori di VIB (C, D) il neolegamento e tutte le strutture articolari sono ben visualizzabili.

Comparison between patients with metallic screws and patients with bioabsorbable screws after ACL reconstruction surgery. GE T1-weighted MR images in coronal (A, D) and sagittal planes (B, C). In patients with metallic screws (A, B), paramagnetic artefacts prevented evaluation of the graft and of most of the joint structures. In patients with bioabsorbable screws (C, D), the new graft and all joint structures are well recognisable.

TABELLA I. — Confronto pazienti portatori di VIB con quelli portatori di VIM.

Valutazione RM	VIB (35 casi)	VIM (5 casi)
Artefatti ferromagnetici	2/35 (6%)	5/5 (100%)
Visualizzazione articolazione	35/35 (100%)	3/5 (60%)
Valutazione tunnel osseo	35/35 (100%)	0/5 (0%)
Artrosinovite	12/35 (34%)	2/5 (40%)
Versamento articolare	7/35 (20%)	1/5 (20%)
Visualizzazione LCA	28/35 (80%)	3/5 (60%)

TABLE I.—Patients with bioabsorbable interference screws versus patients with metallic interference screws.

MR evaluation	Bioabsorbable screws (35 cases)	Metallic screws (5 cases)
Ferromagnetic artefacts	2/35 (6%)	5/5 (100%)
Joint visualisation	35/35 (100%)	3/5 (60%)
Evaluation of osseous tunnel	35/35 (100%)	0/5 (0%)
Arthrosynovitis	12/35 (34%)	2/5 (40%)
Joint effusion	7/35 (20%)	1/5 (20%)
Visualisation of ACL	28/35 (80%)	3/5 (60%)

Risultati

Risultati clinici

Nella valutazione clinica 33 pazienti sono stati classificati di gruppo A IKDC con completa ripresa dell'attività sportiva e 7 di gruppo B IKDC, di cui 2 con ripresa dell'attività sportiva.

Tre pazienti hanno presentato dolore all'apice rotuleo, nella sede del prelievo, 4 dolore pressorio all'emergenza della vite tibiale di cui 2 con VIB e 2 con VIM. Un caso è stato operato di rimozione della vite. In 1 caso abbiamo avuto dolore alla massima flessione, peraltro non limitante l'attività.

Non abbiamo riscontrato nessuna reazione di tipo allergico all'intervento sia dal punto di vista clinico che delle analisi di laboratorio.

Confronto RM dei pazienti portatori di VIB con quelli portatori di VIM

In tutti i 5 pazienti del gruppo con VIM abbiamo riscontrato la presenza di artefatti ferromagnetici che non hanno consentito la valutazione del tunnel osseo, in 3 casi del neolegamento e in 2 casi della gran parte della cavità articolare (fig. 1A, B) (tab. I). Nei pazienti portatori di VIB la degra-

degradation of the absorbable interference screws (presence or absence of oedema), the degree of osteointegration of the bone plug with the new bone (present or absent visualization of the bone plug as a hypointense structure, apposition of osteoid tissue at the site of the screw and graft, homogenization with the adjacent osseous tissue).

Results

Clinical results

Thirty-three patients were clinically classified as group A IKDC, showing full return to sporting activities, and 7 as group B IKDC, of whom 2 with return to sporting activities.

Three patients reported pain at the patellar apex, at the harvest site, and 4 reported tenderness at the point of emergence of the tibial screw; of these 2 had absorbable interference screws and 2 had metallic interference screws. One patient underwent surgery to remove the screw. Pain at maximum flexion, though not limiting activity, was reported by one patient.

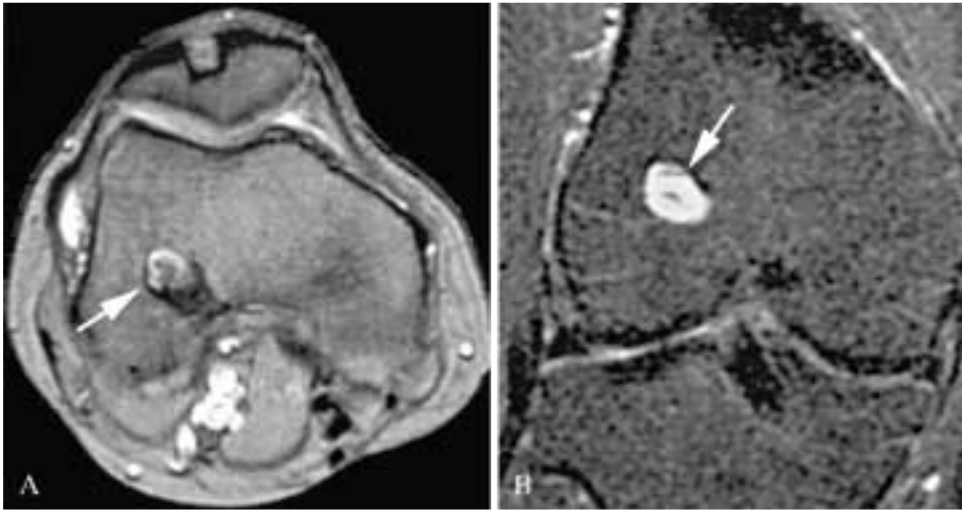


Fig. 2. — Aspetto normale della degradazione della VIB ad 1 anno dall'intervento. Immagini RM assiale GE T2*^w (A) e coronale STIR (B). In corrispondenza della sede della vite è evidente una formazione simil-cistica a contenuto gelatinoso con segni di apposizione osteofibrosa (freccie). Il midollo osseo limitrofo è di segnale normale.

Normal degradation of the bioabsorbable screw 1 year after surgery. Axial GE T2-weighted (A) and coronal STIR images (B). A cyst-like formation with a gelatine-like content and signs of osteo-fibrous deposition is visible at the screw site (arrows). The adjacent bone marrow has a normal aspect.*

TABELLA II.—Quadri RM a 1, 2 e 3 anni in pazienti trattati con VIB.

Valutazione RM	1 anno (13 pazienti)	2 anni (14 pazienti)	3 anni (8 pazienti)
Degradazione vite	12/13 (92%)	14/14 (100%)	8/8 (100%)
Visualizzazione vite	1/13 (8%)	0/14 (100%)	0/8 (100%)
Presenza di cisti	8/13 (61%)	12/14 (86%)	3/8 (37%)
Edema osseo peritunnel	4/13 (31%)	1/14 (7%)	0/8 (0%)
Completa osteointegrazione	0/13 (0%)	0/14 (0%)	4/8 (50%)
Visualizzazione bratta impianto	6/13 (46%)	3/14 (21%)	3/8 (37%)
Apposizione tessuto osseo	5/13 (38%)	8/14 (57%)	4/8 (50%)

dazione delle viti, insieme all'assenza di significativi artefatti, ha permesso di valutare correttamente il segnale del neo-legamento lungo tutto il suo decorso, i tunnel ossei e la cavità articolare (fig. 1C, D). Non ci sono state differenze sostanziali sulla presenza di versamento articolare e di sinovite nei due gruppi di pazienti.

Controllo dei processi di degradazione ed osteointegrazione

In 34 dei 35 pazienti trattati con VIB la vite non era riconoscibile per avvenuta degradazione. In 8 casi nei controlli ad un anno, in 12 in quelli a due anni e in 3 in quelli a tre anni nella sede della vite era presente una piccola formazione simil-cistica, spesso di morfologia allungata, delle dimensioni di circa 1 cm, riferibile al prodotto di idrolisi della vite stessa (fig. 2). Negli altri casi la sede della vite non era distinguibile dal tunnel osseo (tab. II).

TABELLA II.—MR aspects at 1, 2 and 3 years in patients with bioabsorbable screws.

MR evaluation	1 year (13 patients)	2 years (14 patients)	3 years (8 patients)
Screw degradation	12/13 (92%)	14/14 (100%)	8/8 (100%)
Screw visualisation	1/13 (8%)	0/14 (100%)	0/8 (100%)
Cysts	8/13 (61%)	12/14 (86%)	3/8 (37%)
Peri-tunnel osseous oedema	4/13 (31%)	1/14 (7%)	0/8 (0%)
Complete osteointegration	0/13 (0%)	0/14 (0%)	4/8 (50%)
Bone plug visualisation	6/13 (46%)	3/14 (21%)	3/8 (37%)
Osseous tissue formation	5/13 (38%)	8/14 (57%)	4/8 (50%)

Both clinical and laboratory examinations revealed no cases of allergic reaction.

MRI comparison of patients with absorbable interference screws and patients with metallic interference screws

All of the five patients with metallic interference screws showed ferromagnetic artefacts that prevented evaluation of the osseous tunnel in all cases, of the neo-ligament in three and of a large part of the joint cavity in two (fig 1A, B) (tab. I). In patients with absorbable interference screws, the degradation process of the screws, together with the absence of significant artefacts, allowed the correct assessment of the entire course of the neo-ligament, of the osseous tunnels and of the joint cavity (fig. 1C, D). As for the presence of joint effusion and synovitis,

Fig. 3. — Persistenza della VIB ad 1 anno dall'intervento. Immagini RM assiale GE T2*w (A) e coronale STIR (B). In assiale (A) è evidente la vite (freccie) con la sua normale morfologia aderente alla bratta ossea del trapianto (punte di freccia) all'interno del tunnel osseo femorale. In coronale (B) le immagini STIR dimostrano un tenue edema nel midollo osseo limitrofo (freccie) e la presenza di una falda di versamento all'interno del tunnel osseo femorale tra il trapianto e la VIB (punte di freccia).

Bioabsorbable screw persistence 1 year after surgery. Axial GE T2-weighted (A) and coronal STIR images (B). A morphologically normal screw (arrows) adherent to the bone plug graft within the femoral tunnel is visible on the axial image (A). STIR images show a mild oedema in the adjacent bone marrow (arrows) and the presence of fluid within the femoral tunnel between the graft and the absorbable interference screw (arrowheads).*

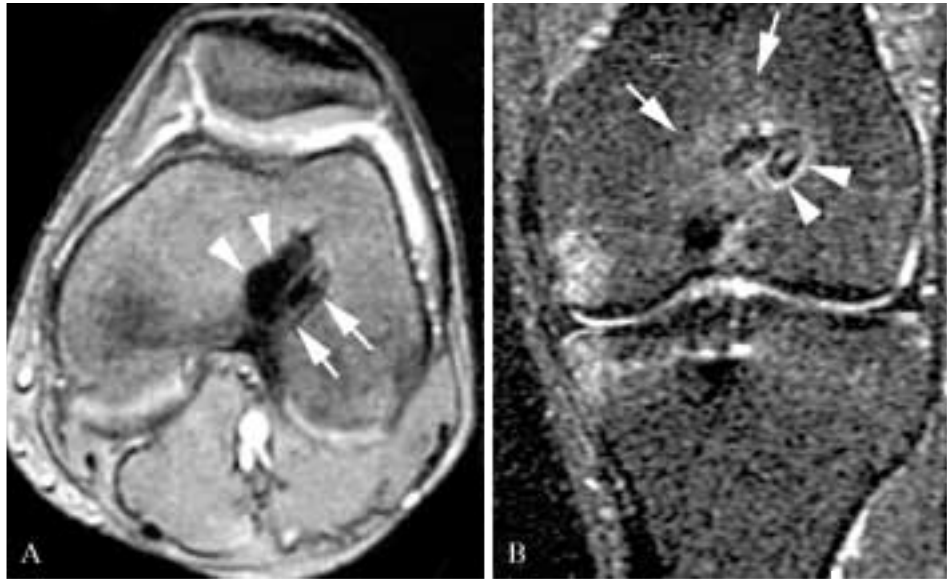
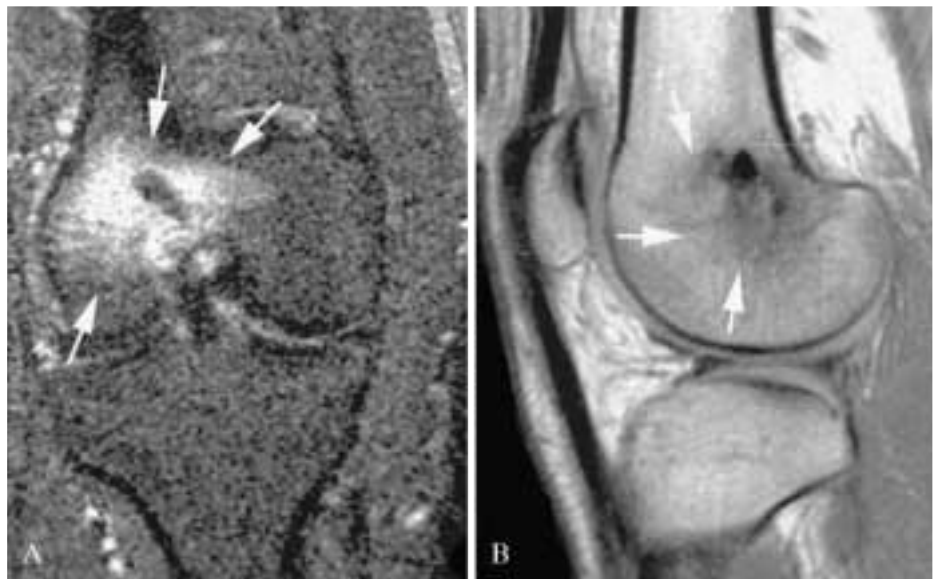


Fig. 4. — Edema midollare osseo intorno alla sede della vite a 1 anno dall'intervento. Immagini coronale STIR (A) e GE T1w (B). Notevole edema midollare osseo a margini sfumati intorno alla sede delle vite (freccie). Il paziente non presentava segni clinici di flogosi né dolore. Il quadro è stato considerato espressione di una reazione di adattamento funzionale al nuovo carico biomeccanico.

Bone marrow oedema around the screw 1 year after surgery. Coronal STIR (A) and GE T1-weighted (B) MR images. Large bone marrow oedema with blurred margins around the screw (arrows). The patient had no clinical signs of inflammation and no pain. The image was considered a reaction to patient's functional adjustment to the new biomechanical load.



In un solo caso, in un controllo ad un anno, la vite era ancora riconoscibile (fig. 3).

In 5 casi era presente un edema osseo intorno alla sede della vite; di questi 4 erano nel controllo ad un anno, di cui 2 casi di discreta entità e 2 casi di lieve entità, ed 1, di lieve entità, nel controllo a due anni (fig. 4).

In 5 casi nei controlli ad un anno, in 8 a due anni e in 4 a tre anni erano presenti segni di apposizione ossea all'interno del tessuto prodotto dall'idrolisi della vite rappresentati da aree di segnale ipointenso (fig. 5A). Il tessuto di degradazione delle viti presentava un segnale tenuemente ipointenso riferibile a sostituzione fibrotica (fig. 5B, C). Tale aspetto era più evidente nei controlli a maggiore distanza di tempo dall'intervento chirurgico ma, in alcuni casi, era presente anche in quelli più recenti. Solo 4 casi, tutti a tre anni,

no substantial differences were found between the two groups.

Follow-up of the degradation and osteointegration processes

In 34 of 35 patients with absorbable interference screws, the screws could not be identified as a result of degradation. In 8 cases at the one-year follow-up, in 12 cases at two-year follow-up and in 3 cases at the three-year follow-up, a small, often elongated, 1-cm cyst-like formation, referable to the product of screw hydrolysis was observed at the screw site. In the remaining cases, the screw site could not be distinguished from the osseous tunnel (Table II).

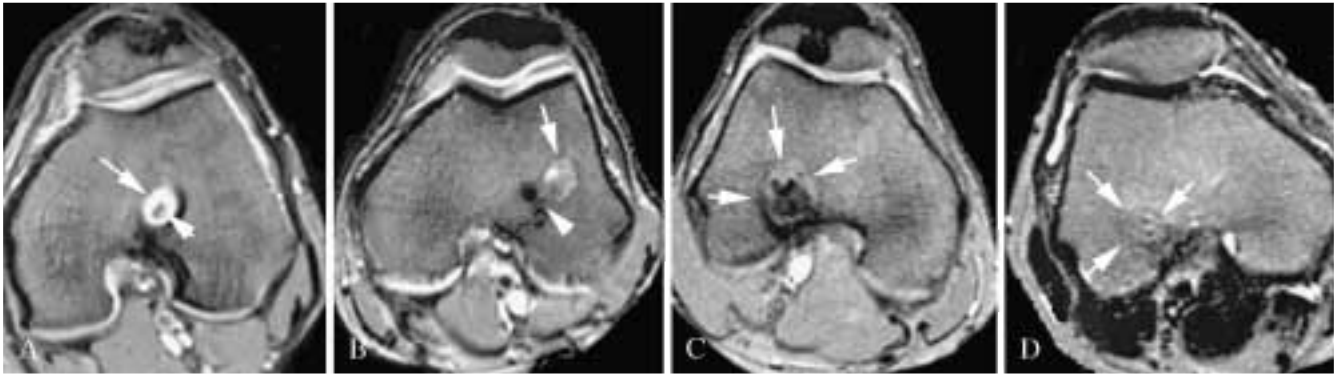


Fig. 5. — Aspetti dell'osteointegrazione del trapianto. Immagini GE T2*w. Nel controllo a un anno (A), in corrispondenza della sede femorale del trapianto, è evidente una formazione simil-cistica a contenuto gelatinoso con un nucleo centrale riferibile alla persistenza di un frammento di vite. In un altro caso, in un controllo a due anni (B), si evidenzia una parziale sostituzione fibrosa del tessuto gelatinoso (freccia): la bratta ossea del trapianto è a contatto con la parete posteriore del tunnel (testa di freccia). In un altro caso, in un controllo a tre anni (C) è evidente il completamento della sostituzione fibrosa che ingloba la bratta ossea del trapianto (freccie). In un altro caso, a tre anni dall'intervento, non era più evidente la sede della vite (D) con ripristino della morfologia ossea per il completamento dell'osteointegrazione.

Bone incorporation of the graft. GE T2-weighted images. A cyst-like formation with a gelatine-like content and a central core due to a persisting fragment of the screw is visible at the femoral graft site at 1-year follow-up (A). A partial fibrous replacement of the gelatinous tissue (arrow) is visible at 2-year follow-up (B): the bone plug graft is connected to the posterior wall of the tunnel (arrowhead). Complete fibrous replacement and incorporation of the bone plug of the graft (arrows) in one case at 3-year follow-up. Complete osseous replacement and clearance (D) in another case at 3-year follow-up.*

il processo di osteointegrazione della vite e della bratta ossea del neolegamento era completato con il ripristino della morfologia ossea (fig. 5D). Nella maggior parte dei casi le bratte ossee del trapianto non erano dissociabili dalle pareti del tunnel osseo e non si rilevava presenza di liquido sinoviale all'interno del tunnel. Tale aspetto è stato ritenuto espressione di buona aderenza tra le due componenti. In tutti i casi comunque il segnale ipointenso della bratta ossea era mal differenziabile da quello della porzione tendinea del trapianto. Tale risultato era in parte condizionato dalla presenza di artefatti ferromagnetici da molatura all'interno del tunnel. Tale condizione era simile nei tre controlli a distanza di tempo.

Discussione

La chirurgia del ginocchio ed in particolare la ricostruzione del LCA ha avuto un notevole sviluppo negli ultimi anni ed è entrata nella routine della pratica ortopedica. Ciò è dovuto sostanzialmente ad una serie di fattori: in prima istanza allo sviluppo di nuove alternative chirurgiche ed in seconda all'introduzione di programmi di riabilitazione che consentono un recupero più veloce. Tale risultato è ottenuto anche attraverso un corretto follow-up clinico e radiologico.

Uno dei principali progressi è rappresentato dall'entrata in commercio di materiali biorassorbibili e biocompatibili che sono utilizzati nella costruzione delle viti ad interferenza al fine di sostituire i mezzi di sintesi metallici.

Le viti ad interferenza biorassorbibili, descritte per la prima volta da Lambert e Kurosaka, rappresentano il gold standard nella moderna chirurgia artroscopica del ginocchio [24, 25]. Esse hanno ottenuto ottimi risultati clinici a distanza utilizzando la scheda IKDC e la maggior parte degli autori ha indicato una resistenza del trapianto paragonabile ai mezzi di sintesi metallici [5-7, 16, 17, 26-29].

The screw was still visible at 1 year in only one case (fig. 3).

There were five cases of osseous oedema around the screw site; of these, 4 were seen at 1 year follow-up (2 moderate and 2 mild) and one (mild) at 2 year follow-up (fig. 4).

At one, two, and three years, 5, 8 and 4 cases, respectively, showed signs of osseous apposition within the tissue produced by screw hydrolysis as hypointense areas (fig. 5A). The degraded tissue of the screw appeared as a slightly hypointense area referable to fibrotic replacement (fig. 5B, C). This aspect was more evident at the follow-up examinations performed at longer intervals from surgery but was present also in more recent cases. Osteointegration of both the screw and the bone plug, with restoration of the osseous morphology, was complete in only 4 cases at 3 years (fig. 5D). In most cases, the graft bone plugs were indistinguishable from the osseous tunnel walls and no synovial proliferation was detectable within the tunnel. This finding was regarded as an expression of good adherence between the two components. In all cases the hypointense signal of the bone plug was poorly distinguishable from that of the tendinous portion of the graft, a result partly influenced by the presence of ferromagnetic artefacts within the tunnel and that was seen in all of the three follow-up examinations.

Discussione

Knee surgery and, in particular, anterior cruciate ligament reconstruction have made significant progress in the last few years, becoming routine practice in orthopaedics. This has resulted from the development of new surgical options and to the introduction of rehabilitation programmes

Presentano una serie di vantaggi per il chirurgo ortopedico: non necessitano di un secondo intervento per la rimozione, permettono la revisione chirurgica in caso di fallimento del trapianto o di un nuovo trauma distorsivo e danno minori rischi di lacerazione del trapianto durante l'introduzione nel tunnel osseo. A ciò si aggiunge l'enorme vantaggio che tale materiale, a differenza dei mezzi di sintesi metallica, non produce artefatti ferromagnetici e consente un adeguato studio con RM nel follow-up postoperatorio [8-11].

Nella nostra esperienza il confronto tra i due gruppi di pazienti trattati con diversi metodi di fissazione ha rilevato in tutti i casi con VIB una buona visualizzazione dell'articolazione, una corretta valutazione del tunnel osseo e del tratto intrasinoviale del neolegamento. In tutti i pazienti trattati con mezzi di sintesi metallici abbiamo riscontrato la presenza di artefatti che hanno impedito un completo studio del ginocchio operato (fig. 1).

A tal riguardo bisogna sottolineare l'importanza di poter valutare il contenuto del tunnel osseo sia a livello tibiale che femorale. Se da un lato il tratto intrarticolare del trapianto costituisce l'asse portante del legamento e ha la funzione di stabilizzazione dell'articolazione, dall'altro se non vi è un corretto ancoraggio del frammento osseo alle estremità del neolegamento si vanifica lo scopo dell'intervento. Bisogna inoltre valutare l'aderenza del trapianto con le pareti del tunnel, l'eventuale presenza di liquido sinoviale o di un'anormale reazione chirurgica che potrebbero ritardare i processi di guarigione e variare il programma riabilitativo.

Nei nostri pazienti abbiamo osservato la completa osteointegrazione della parte ossea del trapianto solo in 4 pazienti nei controlli a tre anni. La bratta ossea del trapianto è stata identificata all'interno dei tunnel ossei in una percentuale di casi variabile dal 46% al 21% mentre negli altri casi non è stato possibile differenziare la bratta dalle pareti dei tunnel ossei verosimilmente in relazione ad una buona aderenza delle due componenti. I rilievi clinici tuttavia non hanno dimostrato differenze significative nei test di lassità articolare che potessero esprimere un differenziale tra questi due gruppi di pazienti. Tale risultato può essere stato in parte condizionato dal tipo di sequenze utilizzate nella nostra esperienza. Le sequenze GE infatti riducono la possibilità di differenziare il segnale ipointenso della porzione tendinea del trapianto da quello dalla bratta ossea e della parete del tunnel ed inoltre determinano un'accentuazione degli artefatti ferromagnetici da molatura presenti all'interno dei tunnel ossei. Tali artefatti sono in ogni caso di minima entità e non hanno mai condizionato la visualizzazione del tratto intrasinoviale del neolegamento.

Ma la caratteristica principale delle VIB è rappresentata dal loro materiale costitutivo, ossia un polimero di Acido Poli-DL-Lattico, che in contemporanea ai fenomeni di guarigione del neolegamento, subisce fenomeni di degradazione ed è sostituito da nuovo tessuto osseo.

Per quanto riguarda i modi ed i tempi di dissoluzione delle VIB e di osteointegrazione del trapianto la letteratura è alquanto variabile. Lajtai ha riportato il mantenimento dell'integrità strutturale della vite ad un controllo RM dopo 1 mese dall'artroscopia e ha osservato un completa degradazione dopo 6 mesi. [9, 10]. Fink ha osservato la degradazione della vite con TC a 12 mesi [12] e Lajtai ha riportato

enabling faster recovery. A correct clinical and radiological follow-up is also important.

One of the main progresses has been the advent of bioabsorbable and biocompatible materials to replace metallic materials in the construction of interference screws.

Bioabsorbable screws, first described by Lambert and Kurosaka, are the gold standard in modern knee arthroscopic surgery [24, 25]. They provided excellent clinical results based on the IKDC evaluation and most authors have reported a strength comparable to that of metallic fixation devices [5-7, 16, 17, 26-29].

Bioabsorbable screws offer the orthopaedic surgeon a series of advantages. They require no removal surgery, allow surgical review in case of unsuccessful grafting or further injury and involve fewer risks of graft tearing during insertion in the osseous tunnel. In addition, unlike metallic devices, they do not give rise to ferromagnetic artefacts and therefore allow adequate MR postoperative follow-up evaluation [8-11].

Our comparison between the two groups treated with the different fixation methods revealed that the use of bioabsorbable interference screws provided good visualisation of the joint and correct evaluation of the osseous tunnel and intra-synovial tract in all cases. Instead, the presence of artefacts in the patients with metallic screws prevented the complete assessment of the knee (fig. 1).

On this subject it should be noted that evaluation the content of both tibial and femoral tunnel is fundamental. While the intra-articular portion of the graft constitutes the main support axis of the ligament and serves to stabilise the joint, poor fixation of the bone fragment at either ends of the neolegament will defeat the purpose of the operation. Graft adherence to the tunnel walls, presence of synovial fluid collection or abnormal reaction could delay the healing process and affect the rehabilitation programme and should therefore be carefully evaluated.

Complete osteointegration of the bony portion of the graft was observed in only 4 patients at 3 years. The graft bone plug was visible within the osseous tunnels in 46%-21% of cases, whereas in the remaining cases it could not be differentiated from the osseous walls, probably because of the good adherence of the two components. However, the results of the joint laxity measurements showed no significant difference between the two groups. These results may be in part accounted for by the type of sequences used in our study. GE sequences reduce the possibility of differentiating the hypointense signal of the tendon graft from that of the bone plug and tunnel wall and increase the number of ferromagnetic artefacts within the osseous tunnel. However, these artefacts were mild and in no case did they hamper visualisation of the intra-synovial segment of the neolegament.

The polymer of poly-DL-lactic acid is the main feature of absorbable interference screws. During the healing process of the neo-ligament, a PDLA screw undergoes biodegradation and is replaced by new bone tissue.

As regards the modalities and timeframe for the degradation of PDLA screws and bone incorporation of the

la completa sostituzione del mezzo di sintesi con nuovo tessuto osseo a 5 anni in 28 pazienti [14].

Morgan ha eseguito, durante la revisione chirurgica a 2,5 anni dall'intervento, la biopsia a livello del tunnel e ha quantificato nel 75% il decremento del peso molecolare della vite e la formazione di osso lamellare [30].

Tali risultati tuttavia dipendono dalla differente composizione chimica e dal diverso volume della vite utilizzata.

Nel nostro studio nel primo controllo a un anno abbiamo avuto completa degradazione della vite in 12 casi su i 13 esaminati. In un solo caso la vite era ancora evidente (fig. 3). Il processo di degradazione della vite prevede un'iniziale reazione edematosa intorno alle viti, cui segue la frammentazione della vite attraverso fenomeni di glicolisi e fagocitosi e la produzione di materiale gelatinoso con scarsa reazione infiammatoria. Alcuni autori hanno descritto alcune complicanze dopo l'utilizzo di tali materiali nella sintesi di fratture [31, 32]; si è avuto un aumento della risposta infiammatoria, presenza di aree di osteolisi di tipo cistico intorno al mezzo di sintesi e l'evidenza all'analisi istologica di leucociti e di cellule giganti da corpo estraneo. Tuttavia non è stata descritta nessun tipo di risposta infiammatoria dopo l'intervento di ricostruzione del LCA [10, 16, 17, 33].

È stata descritta la comparsa di una cisti tibiale dopo 8 mesi [34] dall'intervento chirurgico con VIB ma tali fenomeni sono stati osservati anche quando erano utilizzati mezzi di sintesi metallica [35]. Tuttavia le biopsie eseguite a distanza dall'intervento non hanno rilevato nessuna reazione da corpo estraneo e nessun segno di infiammazione [30, 36].

Nel nostro studio abbiamo riscontrato in 23 casi la presenza di piccole formazioni simil-cistiche nella sede della vite conseguenti al processo di idrolisi della vite stessa. Tali formazioni avevano margini netti, che diventavano più sfumati nei controlli a maggiore distanza di tempo dall'intervento, e contenevano un tessuto idratato riferibile al prodotto d'idrolisi della vite (fig. 2). In 5 casi era presente un edema intorno al tunnel osseo e solo in 2 casi, nei controlli ad un anno, l'edema era di discreta entità (fig. 4). In nessun caso era presente una sintomatologia clinica o alterazioni biomorali di tipo flogistico. Tale segno può trovare giustificazione non solo come alterazione flogistica ma anche nella differente reattività individuale di adattamento alla nuova condizione biomeccanica, al trauma chirurgico, ai fenomeni riparativi della guarigione o al trattamento riabilitativo. Nel nostro studio non abbiamo eseguito una revisione chirurgica e quindi non abbiamo potuto avere una conferma istologica all'assenza di reazione infiammatoria. Nel 20% dei casi era presente versamento articolare e nel 34% una sinovite, ma tali dati sono sovrapponibili a quelli dei pazienti portatori di VIM.

Già dai controlli a un anno abbiamo osservato fenomeni di sostituzione fibrotica e la comparsa di piccoli depositi di matrice ossea calcificata all'interno del tessuto di degradazione della vite con progressiva minore definizione dei margini della sede della vite stessa.

Tali aspetti non sembrano avere tempi standard ma variano notevolmente da paziente a paziente (fig. 5).

In tutti i casi abbiamo avuto un ottimo risultato clinico (33 classe A IKDC e 7 classe B IKDC) che peraltro non è in correlazione con il grado di degradazione delle viti.

graft, the results have been variable. Lajtai reported MR structural integrity of the screw 1 month after arthroscopy and complete dissolution at 6 months [9, 10]. Fink demonstrated CT screw degradation at 12 months [12] whereas Lajtai demonstrated complete replacement of the screw with new bone at 5 years in 28 patients [14]. Biopsy of the tunnel was performed by Morgan during surgical review at 2.5 years postoperatively, showing a 75% decrease in the molecular weight of the screw and the formation of lamellar bone [30]. However, these results depend on the different chemical composition and volume of the screws employed.

In our study, at 1 year follow-up, we observed complete degradation of the screw in 12/13 cases. The screw was still visible in only one case (fig. 3). Degradation of the screw starts with oedema around the screw, followed by fragmentation of the screw through hydrolysis, phagocytosis and appearance of a gelatine-like substance with poor inflammatory response. Some authors have reported complications following the use of these materials in fractures [31, 32]; these included inflammatory responses, presence of cyst-like osteolytic areas around the screw and histological evidence of leukocytes and giant cells related to a foreign body. However, no inflammatory response has been reported after ACL reconstruction [10, 16, 17, 33].

The appearance of a tibial cyst was observed 8 months after an operation with absorbable interference screws [34], this event has, however, also been reported when metallic screws were used [35]. Follow-up biopsies revealed no foreign-body or inflammatory reactions [30, 36].

In our series, small cyst-like formations at the screw site related to screw hydrolysis were seen in 23 cases. These formations had sharp margins, which tended to blur at in the follow-up examinations, and contained hydrated tissue referable to screw hydrolysis (fig. 2). Oedema around the osseous tunnel was present in five cases; moderate oedema was visible in only two cases at 1 year (fig. 4). No patient had clinical symptoms or signs or biohumoral alterations indicating inflammation. Inflammation may be explained by a subjective response to the new biomechanical condition, surgical trauma, healing process or rehabilitation treatment. In our study we did not perform a surgical review and therefore had no histological confirmation of the absence of inflammatory response.

Joint effusion and synovitis were present in 20% and 34% of cases, respectively; these data are identical to those of patients with metallic interference screws.

At the 1-year follow-ups examinations we observed signs of fibrotic replacement and appearance of small deposits of calcified bone matrix within the tissue resulting from screw degradation, and corresponding lower definition of the margins of the screw site.

These changes tend to develop within different timeframes with significant variation among patients (fig. 5).

The clinical outcome, which is not correlated with the degree of degradation of the screw, was excellent in all cases (33 cases in group A IKDC and 7 cases in group B IKDC).

Conclusioni

L'utilizzo di VIB costituisce un'alternativa valida ai materiali di sintesi metallici.

L'assenza di artefatti permette di eseguire un corretto follow-up postoperatorio con RM che è l'unica metodica in grado di visualizzare tutti i tratti del neo-legamento e di fornire una valutazione sui processi di guarigione.

La VIB è comunemente riassorbita entro un anno e la presenza di formazioni di aspetto simil-cistico nella sede della vite deve essere considerata come una normale fase del processo di degradazione della vite stessa e non come un'alterazione patologica. Il completo processo di osteointegrazione delle VIB richiede molto tempo e può non essere terminato a tre anni di distanza dall'intervento chirurgico. L'utilizzo delle VIB è pertanto auspicabile poiché consente alla RM di valutare le ginocchia operate di ricostruzione di LCA consentendo, in contemporanea con l'esame clinico, di monitorare le risposte al programma riabilitativo per il recupero funzionale dell'articolazione.

Conclusions

Bioabsorbable interference screws provide a valid alternative to metallic screws.

The absence of artefacts allows correct postoperative follow-up by MR, the only modality able to visualise all portions of the neo-ligament and evaluate the healing process.

Re-absorption of the absorbable interference screw usually occurs within a year. The presence of cyst-like formations at the screw site should be regarded as a normal finding in the degradation process. Full bone incorporation of absorbable interference screws requires a long time and may not be completed within 3 years of surgery. The use of absorbable interference screws is recommended as it allows MRI evaluation of ACL reconstructions and assessment of the response to the rehabilitation programme aimed at the functional recovery of the knee joint.

Bibliografia/References

- Bach BR, Jones GT, Swett FA *et al*: Arthroscopy assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon substitution. Two to four years follow-up results. *Am J Sports Med* 22: 758-767, 1994.
- Engebretsen L, Benum P, Fasting O *et al*: A prospective randomised study of three surgical techniques for treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 18: 585-590, 1990.
- Schaefer CJ, Colombani PM, Geelhoed GW: Absorbable ligating clips. *Surg Gynec Obstet* 154: 513-516, 1982.
- Hollinger JO, Battistone GC: Biodegradable bone repair materials: synthetic polymers and ceramics. *Clin Orthop* 207: 290-305, 1986.
- Weiler A, Windhagen HJ, Raschke MJ *et al*: A prospective randomised study of three fixation techniques for anterior cruciate ligament reconstruction using bioabsorbable polyglycolic acid interference screws. *Am J Sports Med* 26: 119-128, 1998.
- Rupp S, Seil R, Schneider A *et al*: Ligament graft initial fixation strength using bioabsorbable interference screws. *J Biomed Mater Res* 48: 74-79, 1999.
- Seil R, Rupp S, Krauss PW *et al*: Comparison of initial fixation strength between bioabsorbable and metallic interference screws and a press-fit fixation technique in a porcine model. *Am J Sports Med* 26: 815-19, 1998.
- Bach FD, Carlier RY, Elis JB *et al*: Anterior cruciate ligament reconstruction with bioabsorbable polyglycolic acid interference screws: MR imaging follow-up. *Radiology* 225: 541-550, 2002.
- Lajtai G, Noszian I, Humer K *et al*: Serial magnetic resonance imaging evaluation of operative site after fixation of patellar tendon graft with bioabsorbable interference screws in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 15: 709-718, 1999.
- Lajtai G, Humer K, Aitzetmuller G *et al*: Serial magnetic resonance imaging evaluation of a bioabsorbable interference screw and the adjacent bone. *Arthroscopy* 15: 481-488, 1999.
- Warden WH, Friedman R, Teresi LM *et al*: Magnetic resonance imaging of bioabsorbable poly(lactic acid) interference screws during the first 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 15: 474-480, 1999.
- Fink C, Benedetto KP, Hackl W *et al*: Bioabsorbable polyglyconate interference screw fixation in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective tomography controlled study. *Arthroscopy* 16: 491-498, 2000.
- Belleli A, Adriani E, Avitto A *et al*: Nuovo sistema di fissazione femorale dei trapianti tendinei pro LCA. Esperienza preliminare con RM. *Radiol Med* 102: 211-216, 2001.
- Lajtai G, Schiedhuber G, Unger F *et al*: Bone tunnel remodelling at the site of biodegradable interference screws used for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 17: 597-602, 2001.
- Abate JA, Fadale PD, Hulstyn MJ *et al*: Initial fixation strength of poly(lactic acid) interference screws in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 11: 537-48, 1998.
- Barber FA, Elrod BF, McGuire DA *et al*: Preliminary results of an absorbable interference screw. *Arthroscopy* 11: 537-548, 1995.
- McGuire DA, Barber FA, Elrod BF *et al*: Bioabsorbable interference screws for graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 15: 463-473, 1999.
- Johnson LL, Van Dyk GE: Metal and biodegradable interference screws: comparison of failure strength. *Arthroscopy* 12: 452-456, 1996.
- Shellock FG, Mink JH, Curtin S *et al*: MR imaging and metallic implants for anterior cruciate ligament reconstruction: assessment of ferromagnetism and artifact. *J Magn Reson Imaging* 2: 225-228, 1992.
- Sanchis Alfonso V, Martinez-Sanjuan V, Gastaldi-Orquin E: The value of MRI in the evaluation of the ACL deficient knee and in the post-operative evaluation after ACL reconstruction. *Eur J Radiol* 16: 126-130, 1993.
- Maywood RM, Murphy BJ, Uribe JW *et al*: Evaluation of arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med* 21: 523-527, 1993.
- Rak KM, Gillogly SD, Schaefer RA *et al*: Anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation with MR imaging. *Radiology* 178: 553-556, 1991.
- Hefli F, Muller W, Jacob RP *et al*: Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1: 226-229, 1993.
- Kurosaka M, Yoshiya S, Andrich JT: A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 15: 225-229, 1987.
- Lambert KL: Vascularized patellar tendon graft with rigid internal fixation for anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop* 172: 85-90, 1994.
- Kousa P, Jarvinen TL, Kannus P *et al*: Initial fixation strength of bioabsorbable and titanium interference screws in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 29: 420-425, 2001.
- Marti C, Imhoff AB, Bahrs C *et al*: Metallic versus bioabsorbable interference screw for fixation of bone-patellar tendon-bone autograft in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. A preliminary report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 5: 217-221, 1997.
- Stahelin AC, Feinstein R, Friedrich NF: Clinical experience using a bioabsorbable interference screw for ACL reconstruction. *Orthop Trans* 19: 287-288, 1995.
- Walton M: Absorbable and metal interference screws: comparison of graft security during healing. *Arthroscopy* 15: 818-26, 1999.
- Morgan CD, Gehrman RM, Jayo MJ *et al*: Histologic findings with a bioabsorbable anterior cruciate ligament interference screw explant after 2.5 years *in vivo*. *Arthroscopy* 18, 2002.
- Bostman O, Partio E, Hirvensalo E *et al*: Foreign body reactions to polyglycolide screws. *Acta Orthop Scand* 63: 173-176, 1992.
- Stahelin AC, Weiler A, Rufencht H *et al*: Clinical degradation and biocompatibility of different bioabsorbable interference screws: a report six cases. *Arthroscopy* 13: 238-244, 1997.
- Martinek V, Friederich NF: Tibial and pretibial cyst formation after anterior cruciate ligament reconstruction with bioabsorbable interference screws fixation. *Arthroscopy* 15: 317-320, 1999.
- Simonian PT, Wickiewicz TL, O'Brien SJ *et al*: Pretibial cyst formation after anterior cruciate ligament surgery with soft tissue autografts. *Arthroscopy* 14: 215-220, 1998.
- McGuire DA, Barber FA, Milchgrub S *et al*: A post mortem examination of poly-L lactid interference screw 4 months after implantation during anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 17: 988-992, 2001.

Dot. L. Macarini
Istituto di Radiologia
Università degli Studi di Bari
Piazza G. Cesare, 11
70124 Bari BA
Tel. 080/5478840
Fax 080/5592911
E-mail: Lmacarini@radiologia.uniba.it