



master in

RIABILITAZIONE DEI DISORDINI MUSCOLO SCHELETRICI



Università
di Genova
in collaborazione
con VUB

LA RIGIDITA' NEI POSTUMI DI INTERVENTO DI
RICOSTRUZIONE DI LEGAMENTO CROCIATO ANTERIORE:
CAUSE E STRATEGIE RIABILITATIVE

Relatore. Dott. Davide B. Albertoni

Dott. Pietro Scolari

Matricola n.2991672

Anno Accademico 2005/2006

INTRODUZIONE

La lesione del legamento crociato anteriore può colpire individui di ogni classe sociale, di ogni fascia d'età e si può verificare in diverse tipologie di attività lavorative, sportive e quotidiane. Gli studi compiuti hanno confermato che il 59% delle lesioni acute del LCA è in relazione alla partecipazione ad attività sportive. Noyes e al. hanno riferito, nel 1981, che nelle lesioni acute del ginocchio che hanno evidenziato un immediato emartro, era presente una lesione del crociato anteriore nel 72% dei casi.

Il legamento crociato anteriore è stato negli ultimi anni oggetto di attenti studi, resi necessari dal numero sempre più frequente di casi di lesione.

I primi studi hanno portato a conclusioni contrastanti circa il progresso ed il ruolo del trattamento conservativo rispetto a quello chirurgico. Le tecniche chirurgiche sempre più affinate, tuttavia, hanno determinato una continua crescita nel numero di interventi risolutivi , riducendo l'entità del trauma e l'ansia di pazienti e clinici. Ugualmente importante è il trattamento post-operatorio che ha come obiettivo finale la ripresa della funzione articolare.

Mayr et al (2004) sostengono che nel 26% dei casi si possano presentare delle complicanze post intervento, la limitazione di range of motion post operativa è la complicanza più frequente.

Il processo infiammatorio seguente l'intervento chirurgico determina uno schema capsulare che riduce temporaneamente il Range of Motion. Se questa limitazione supera certi limiti (temporali e di ampiezza), risultando quindi anormale, viene considerata complicanza, che è molto comune e che può causare una riduzione della funzionalità del ginocchio. Questa rigidità articolare consiste in un deficit a carico dell'estensione e/o della flessione che si accompagna a zoppia in caso di deficit estensorio, anche modesto, ad ipotrofia muscolare e spesso a sindromi dolorose anteriori del ginocchio. Queste disfunzioni, specialmente negli sportivi, possono determinare notevoli difficoltà nel raggiungere le stesse performance precedenti il trauma anche nel caso di deficit lievi.

Inoltre, ci possono essere dei fattori predisponenti all'instaurarsi di rigidità articolare. Ad esempio, in caso di lesioni associate a carico del ginocchio (lesione LCM, resezione parziale del menisco, sutura del menisco...), è più probabile che si verifichi questa complicanza..; così come se il ginocchio viene operato nelle prime 4 settimane dopo evento lesivo e se viene operato con un ginocchio irritato.

Lo scopo di questa tesi è verificare in letteratura le conoscenze riguardanti i fattori di rischio che portano ad un deficit della mobilità articolare post intervento LCA e le possibili strategie per prevenire e risolvere queste complicanze.

MATERIALI E METODI

La ricerca è stata effettuata utilizzando banche dati quali PUBMED, E-MEDICINE, PEDro.

Sono state inserite le seguenti Key Words:

- loss of range;
- arthrofibrosis;
- cyclops syndrome;
- decreased range of motion, extension loss, loss of knee extension;
- graft placement;
- graft impingement;
- extensor mechanism;
- technical pitfalls, Failures;
- rehabilitation, treatment, ACL.

Sono stati esaminati articoli in lingua italiana e inglese.

Non sono stati posti limiti alla tipologia di articolo.

CAPITOLO 1

COMPLICANZE GENERALI POST INTERVENTO

Le complicate vengono classificate (Puddu et al, 1994) in

- intra-operatorie (durante l'intervento),
- immediate (fino alla rimozione dei punti, 15° giorno),
- precoci (entro il 5° mese)
- tardive (dal 5° mese in poi).

Complicate intra-operatorie.

Durante il prelievo del tendine rotuleo si può verificare la frattura di rotula, in genere verticale che necessita sinterizzazione con vite.

Una condizione anatomica sfavorevole al prelievo del tendine rotuleo è una rotula bassa, che può determinare complicità per la scarsa lunghezza del tendine prelevato.

Altra condizione anatomica sfavorevole è avere un tendine rotuleo "a rischio", cioè che potrebbe avere una minor resistenza dovuta a esiti di morbo di Osgood-Schlatter o a precedente artroscopia con accesso transtendineo.

Durante il prelievo dei tendini del gracile e del semitendinoso possono esserci complicate come il mancato riconoscimento degli stessi o i tendini possono essere troppo corti da incompleta liberazione. Inoltre i tendini potrebbero essere sclerotici e sottili a causa di precedenti interventi chirurgici sulla zampa d'oca.

Durante il passaggio del trapianto ci può essere la rottura dello stesso attraverso i tunnel femorale e tibiale, e in questo caso l'indicazione è quella di prelevare il trapianto autologo non utilizzato in precedenza. In questa fase dell'intervento si potrebbe inoltre avere la rottura dei prelievi ossei del trapianto rotuleo e in questo caso si dovrebbe potenziare l'ancoraggio fissando i fili con cui è stato preparato il trapianto con una cambra.

Può esserci un'inadeguata fissazione del trapianto a causa dei terminali ossei troppo piccoli, o al metodo di fissazione inadeguato, o ad entrambi gli inconvenienti. In una

situazione simile va potenziato l'ancoraggio annodando i fili di preparazione del trapianto ad una cambra (lato tibiale) o alla fascia lata (lato femorale).

Si possono riscontrare anche lesioni vascolari gravi, come la lesione dell'arteria poplitea durante la preparazione della gola intercondiloidea e nel corso del prelievo dei tendini della zampa d'oca. Per una complicanza simile gli autori consigliano emostasi e sutura o esclusione del difetto e reanastomosi usando un trapianto autologo di vena safena..

Altra complicanza è la possibile lesione di legamenti come il crociato posteriore durante la preparazione della gola intercondiloidea e del collaterale laterale nell'esecuzione dei fori transossei.

Durante l'intervento la fascia ischemica non deve essere maggiore di 400 mmHg e non deve essere tenuta più di un'ora e 15 minuti per evitare lesioni neurologiche.

Complicanze immediate

Subito dopo l'intervento si può verificare una febbre persistente, sintomo di un ematoma e/o emartro, ma in alcuni casi senza causa apparente. È per questo prassi prolungare l'antibiotico profilassi ed eseguire esami clinici necessari.

Durante l'intervento va fatta una accurata emostasi facendo attenzione all'arteria genicolata supero-laterale. Va messo un dranaggio nella ferita anteriore anche per 48 ore. Se nel post operatorio si verificasse un ematoma e/o emartro va eseguita un'artrocentesi, svuotamento dell'ematoma e successivo esame citochimico ed esame colturale del liquido aspirato. L'antibiotico profilassi va continuata modificandola in base alle indicazioni fornite dall'antibiogramma, somministrando FANS e non sospendendo il trattamento riabilitativo.

L'artoscopia riduce il rischio di infezione in quanto c'è minor esposizione di tessuto e lavaggio continuo del campo operatorio da parte del liquido di distensione.

Può verificarsi a causa delle piccole incisioni cutanee e dell'ampio scollamento dei tessuti con possibilità di dare luogo a necrosi cutanea che necessita di revisione chirurgica della ferita.

Un'altra complicanza, questa volta dovuta a lesioni neurologiche, può verificarsi immediatamente dopo l'intervento. Consiste in una anestesia periorbitale dovuta all'incisione cutanea antero-mediale o anteriore che interrompe la rete sensitiva delle branche infrapatellari nel nervo safeno, rendendo dolorosa l'attività del genuflettersi. A volte ci può essere addirittura la lesione del nervo safeno nel corso del prelievo.

La sindrome compartimentale della loggia anteriore della gamba viene provocata dall'eccessivo stravaso di liquido di lavaggio durante l'intervento in artroscopia nei casi in cui ci siano gravi lesioni capsulari. È preferibile eseguire intervento a cielo aperto o rimandare l'intervento in questi casi.

complicanza molto grave che va prevenuta è la tromboflebite ed embolia polmonare.

La profilassi con calciparina fino alla rimozione dei punti.

Complicanze precoci

La limitazione articolare da schema capsulare può persistere per lungo tempo e determinare rigidità articolare, complicanza piuttosto frequente di questo intervento chirurgico dovuta a ???????.

Altra complicanza possibile è il dolore sui mezzi di fissazione, che spesso è saltuario e incostante. Raramente è necessario rimuovere le viti e/o le cambre, ma se il dolore persiste si possono rimuovere dal terzo mese postoperatorio in anestesia locale.

Anche il dolore sul difetto rotuleo e tibiale in genere è saltuario e transitorio, e scompare man mano che i difetti vengono riempiti.

Possono essere presenti scosci e dolori rotulei, che possono portare a deficit estensorio.

Una complicanza che andrebbe individuata prima dell'intervento è l'algodistrofia. se il paziente mostra deficit di particolarità, osteoporosi e variazioni di colore della cute è preferibile rimandare l'intervento chirurgico dopo ciclo di fisioterapia, FANS e calcitonina.

Possono infine comparire delle calcificazioni laterali nella regione sovracondilea laterale in prossimità del tunnel femorale al di sotto del tratto di fascia lata sezionato

Complicanze tardive

Nei 5 mesi successivi all'intervento si possono verificare complicanze quali versamenti ricorrenti dovuti a infezione, corpi mobili o estranei, lesioni meniscali o condrali, problemi patello femorali, deficit d'estensione, instabilità, legamenti artificiali e ipotonotrofia muscolare. L'artrocentesi con esame citochimica e culturale è sempre consigliata in presenza di versamento ricorrente. Il trattamento consigliato è fisioterapia con contrazioni isometriche, ghiaccio e FANS. È importante individuare velocemente la causa scatenante. Se l'episodio si verifica con la ripresa della corsa, la causa potrebbe essere un'ipotonotrofia muscolare da incompleta riabilitazione.

Alla ripresa dello sport praticato e con l'esecuzione di esercizi di estensione attiva contro resistenza si può verificare una tendinite rotulea. Il trattamento consiste in fisioterapia, FANS, ghiaccio, contrazioni eccentriche, stretching e riposo attivo.

Nelle complicanze bisogna ricordare il fallimento dell'intervento con rottura del tendine rotuleo per necrosi da eccessiva tensione di chiusura del difetto o da perdita di massa tendinea o da interruzione della vascolarizzazione. Il trattamento è chirurgico con sutura con plastica di rinforzo con tendine quadricipitale o con tendine della zampa d'oca.

Ulteriore complicanza, dovuta probabilmente a potente contrazione del quadricipite è la frattura da stress di rotula (Thy et al 2006) .

CAPITOLO 2

RIGIDITÀ ARTICOLARE: CAUSE

Una riduzione persistente dell'escursione articolare in seguito a ricostruzione di ACL è una severa complicanza che può causare una diminuzione della funzionalità del ginocchio; in particolare, è frequente la limitazione dell'estensione, la quale può portare ad anomalie della deambulazione e problemi nel meccanismo di reclutamento dei muscoli estensori (Aglietti et al, 1995).

Secondo Delcogliano et al (1996) la perdita di alcuni gradi flessione può essere tollerata dal paziente mentre una limitazione in estensione superiore a 5° è assolutamente inaccettabile; una perdita di estensione di circa 10° infatti modifica la cinematica articolare (rotazione e rotolamento).

Eziologia

Alcuni autori (Aglietti et al 1995, Cerullo et al 1994) hanno identificato numerosi fattori predisponenti che possono portare a rigidità articolare:

- intervento chirurgico effettuato ancora nella fase infiammatoria del trauma
- range articolare limitato prima dell'intervento
- intervento associato al Legamento Collaterale Laterale
- immobilizzazione post-intervento.
- errori chirurgici
- artrofibrosi
- artrosi
- dolore
- disfunzione degli estensori

Tra queste la più frequente è la **prolungata immobilizzazione post-chirurgica**, che viene ancora effettuata frequentemente, nonostante le indicazioni contrarie presenti in letteratura. L'utilizzo di un tutore bloccato a 35°-40° di flessione, porta a un deficit

combinato di flesso-estensione, dovuto verosimilmente ad una fibrosi in risposta alla necrosi tissutale dovuta all'intervento stesso o al trauma se questo è stato recente.

La prevenzione si basa sull'adozione di un programma riabilitativo precoce da introdurre nell'immediato post-operatorio.

Wang et al (2007) sostengono che per risolvere questa complicanza associata spesso a necrosi cutanea, lesione tissutale e limitazione dell'estensione, può essere fatta una piccola incisione (quadricipite-plastica mini-invasiva seguita da lisi del ginocchio artrofibrotico) per evitare l'instaurarsi di questi fenomeni. Questa metodica è utilizzata per incrementare il ROM e per restituire funzionalità al ginocchio stesso.

Associato al fenomeno dell'immobilizzazione post chirurgica, Moretti et al (2002), in uno studio sperimentale su ratti, hanno riscontrato un significativo e precoce processo di atrofia muscolare del quadricipite. Questa interessa selettivamente in tempi più precoci il vasto mediale e, in epoca successiva, il vasto laterale, in misura più evidente rispetto al retto femorale.

Tra gli **errori chirurgici** che causano una limitazione articolare si annoverano un'insufficiente plastica di ampliamento della gola, e il posizionamento troppo anteriore del foro tibiale che porta ad una limitazione in estensione. Un posizionamento troppo posteriore del foro tibiale, invece, altera il normale meccanismo di rotolamento-scivolamento dei condili sulla tibia con conseguente riduzione in lunghezza del neo-LCA. Il risultato è la perdita degli ultimi gradi sia della flessione che dell'estensione. Questo accade anche quando il neo legamento viene posizionato con un'eccessiva tensione, soprattutto quando non possiede proprietà di biomodellabilità (legamento artificiale) (Puddu e Cerullo 1994).

La ricostruzione di ACL lesionato non può avere successo senza un appropriato posizionamento del tunnel tibiale. Complicanze preventivabili come dolore anteriore del ginocchio, effusione, perdita di estensione e ricorrente instabilità possono presentarsi quando il tunnel tibiale è impropriamente posizionato e il tetto e la plastica della gola sono insufficienti. Vari fattori contribuiscono all'impingement superiore tra cui grandezza e spessore del legamento e dell'innesto, la variabilità dell'estensione di ginocchio, l'angolo superiore tra i vari pazienti, l'incapacità di vedere un impingement tra gola intercondiloidea e innesto, l'accentuazione dell'**impingement superiore** causato dalla traslazione tibiale anteriore causato a sua volta da contrazione quadricipitale. L'impingement superiore si verifica quando

l'innesto di ACL viene a contatto prematuramente con il tetto intercondiloidale prima che il ginocchio raggiunga la massima estensione. La lacerazione dell'innesto è causata da una elevata pressione tra tetto intercondiloidale e innesto sotto tensione. La lesione inizia sulla faccia anteriore dell'innesto e si può estendere posteriormente (Howell, 1998).

La gola intercondiloidea è un compartimento a forma di U che ospita i legamenti crociati. Questa zona deve essere accuratamente ampliata e misurata per assicurare un adeguato spazio libero durante l'estensione. Un insufficiente procedura di plastica della gola intercondiloidea può portare all'inspessimento del trapianto nel tetto della gola durante il movimento di estensione. Al momento dell'intervento chirurgico, si deve fare attenzione ad accertare l'estensione della porzione laterale antero-superiore della gola. Una correzione può eventualmente essere necessaria anche dopo l'intervento, così da poter compiere una completa estensione senza resistenza da parte del trapianto (Noyes et al, Butler et al).

Strobel et al (2001) studiarono artroscopicamente il ginocchio di un atleta con deficit estensorio persistente e doloroso di 20° e notarono che il deficit si risolveva con la sola narcosi. Infatti, esaurito l'effetto dell'anestesia, il deficit tornava a – 20°. La causa di questo fenomeno era un mal posizionamento a livello femorale dell'innesto del neo legamento che portava a un **deficit di riflesso estensorio** e della propriocezione.

Un'altra causa è **l'artrofibrosi**, complicanza che influenza severamente gli obiettivi clinici dopo ricostruzione di ACL.

Ci sono numerose definizioni di artrofibrosi: Paulos et al (1987) hanno coniato il termine di "sindrome della contrattura infrapatellare" per pazienti che hanno evidenziato una perdita sia del movimento di flessione che di estensione, in presenza di una eccessiva risposta fibrosclerotica del tessuto associato ad intrappolamento patellare. Harner et al (1992) e Cosgarea et al (1995) hanno definito l'artrofibrosi come una perdita di estensione di almeno 10° ed una flessione inferiore ai 125°. Shelbourne et al (1996) hanno definito questa complicanza come una sintomatica perdita di flessione o di estensione comparata con il ginocchio controlaterale. (Shelbourne et al, 2002).

Questa complicanza si instaura a causa di una eccessiva risposta tissutale fibrotica con diffusa cicatrizzazione intraarticolare (Bosh et al 2001). È stata riscontrata

un'iperplasia sinoviale con formazione fibrotica a livello della tonaca intima e infiltrazione di cellule infiammatorie (cellule T e CD4+T helper) che mediano la risposta immunitaria e giocano un meccanismo cruciale nel meccanismo dell'artrofibrosi. Il trattamento consiste nella prevenzione, riducendo i fattori di rischio, mentre se è conclamata l'unica soluzione è un intervento chirurgico di artrolisi.

In seguito all'intervento, la complicanza più comune post-operatoria è la diminuzione dell'escurzione articolare del ginocchio causata dall'instaurarsi di distrofia simpatica riflessa, infezione e tromboflebite. A queste complicanze si sommano quelle dovute a lesioni associate come la sutura dell'LCL, resezione parziale o sutura del menisco... (Hermann et al, 2004).

La chirurgia di ACL non restituisce la vera meccanica del ginocchio perché non vengono ripristinate le normali rotazioni che accompagnano la flesso-estensione. L'incidenza di **artrosi** aumenta negli individui attivi, nonostante chirurgia. A lungo termine, questo porta a dolore e limitazione funzionale. Puddu et al (1994) avrebbero suggerito che il modo migliore per proteggere e avere risultati migliori a lungo termine, con riduzione dell'artrosi e riduzione al minimo del dolore, sia solamente condurre una vita sedentaria. Sfortunatamente, pochi pazienti seguono questo programma. Inoltre, si deve essere consapevoli che si possono avere possibili fallimenti di questo intervento nonostante le tecniche chirurgiche siano all'avanguardia. Dopo ricostruzione di ACL, la sclerosi ossea si presenta in oltre il 70% dei casi. Questo fenomeno si è notato solo con l'avvento della Risonanza Magnetica e gli effetti a lungo termine sono ancora sconosciuti. Il dolore ingravescente post intervento e la concomitanza di una lesione meniscale sono fattori prognostici negativi perché conducono con maggiore probabilità allo sviluppo dell'artrosi (Souryal 2006).

Un'ulteriore causa di rigidità articolare è la **sindrome ciclopica**. Jackson nel 1990 studiò artroscopicamente un ginocchio con perdita di estensione dopo ricostruzione di ACL e notò la formazione di aderenze all'innesto di natura fibrovascolare che chiamò "syndrome ciclopica".

La genesi della formazione di questa sindrome sembrerebbe essere di natura microtraumatica. L'esposizione dell'innesto a microtraumi ripetuti causerebbe un processo infiammatorio e la formazione di un nodulo ciclopico (Delcogliano et al, 1996).

Nel 1996 Hiroshi et al definirono questa sindrome come una causa specifica di perdita di estensione del ginocchio dopo ricostruzione di ACL. Questa sindrome si manifesta appunto attraverso una perdita progressiva di estensione associata a dolore ed a scroscio articolare udibile a fine escursione; all'origine di questi fenomeni ci sono noduli peduncolati di tessuto proliferativo fibrovascolare solitamente riconducibile all'innesto. La sindrome si può sviluppare anche in seguito a lesione parziale dell'ACL senza ricostruzione chirurgica. In molti casi essa si manifesta nei primi 2 mesi successivi a ricostruzione chirurgica o a rottura.

CAPITOLO 3

RIGIDITA' ARTICOLARE: STRATEGIE RIABILITATIVE

Molti medici prescrivono esercizi terapeutici, mobilizzazione rotulea, doccia gessata in estensione, mobilizzazione passiva continua e FANS per restituire al ginocchio la massima articularità possibile al ginocchio prima dell'intervento chirurgico.

L'intervento durante la fase infiammatoria è controindicato. Nel 1987, Paulos et al., descrivono l'importanza della risoluzione della fase infiammatoria e del recupero della forza del quadricep prima dell'intervento chirurgico per risolvere l'artrofibrosi.

In letteratura sono descritti numerosi metodi chirurgici per il trattamento dell'artrofibrosi, tra questi la risoluzione di aderenze a cielo aperto, in artroscopia con o senza release postero mediale e/o postero laterale, risoluzione a cielo aperto associato ad artroscopia e resezione della cicatrice artroscopicamente.

La metodica a cielo aperto prevede una prolungata riabilitazione, l'utilizzo di macchine di mobilizzazione passiva continua e cateteri epidurali per il controllo della sintomatologia dolorosa (Shelbourne et al, 2002).

Nonostante il relativo successo del trattamento chirurgico dell'artrofibrosi, si pensa sia molto meglio prevenire questa complicanza piuttosto che trattarla, con i seguenti metodi:

- valutazione dei fattori di rischio in fase pre-operatoria, con adeguata preparazione del paziente e corretto timing di intervento;
- buona tecnica chirurgica, con accurato posizionamento del graft e libero da conflitti;
- precoce mobilizzazione post-operatoria con recupero della massima estensione e della forza muscolare (Aglietti et al, 1995).

Shelbourne et al sostengono di rinviare l'intervento di almeno 3 settimane dalla lesione diminuisca sensibilmente l'incidenza della fibrosi articolare. La ricostruzione dell'LCA deve essere rinviata fino a quando il paziente non ha recuperato una completa e quasi indolente articularità di ginocchio. Il trattamento riabilitativo post-

operatorio in ginocchio dolente con una sinovia molto infiammata aumenta il rischio di rigidità.

Altri autori (Frenk et al, 2000) hanno stilato un programma riabilitativo che prevede il recupero della massima estensione immediatamente dopo l'intervento, con obiettivo di raggiungere 0° di estensione il primo giorno post-chirurgico ed i 135° dalla quarta settimana. Viene effettuato un trattamento precoce sia in caso di limitazione di estensione che flessione. Nel primo caso viene applicato un peso di 5-9 kg distalmente all'arto inferiore, posizionato all'interno di un tutore cilindrico, a paziente prono. Questa posizione viene mantenuta 10-15 minuti e ripetuta 6-8 volte al giorno fino al raggiungimento della massima estensione.

In caso invece di limitazione nel movimento di flessione (meno di 90° alla prima settimana post-chirurgica) viene portato in flessione il ginocchio del paziente fino ad una sensazione di leggero fastidio. La posizione viene mantenuta 1-2 minuti. L'obiettivo è mantenere la posizione 10-12 minuti. Ripetuta 6-8 volte al giorno. A volte l'ipertrofia fibrosa si localizza esclusivamente in corrispondenza del legamento ricostruito, o come ispessimento diffuso o raccolto in una massa sferoidale che ricorda l'occhio del Ciclope se visto in artroscopia. In entrambi i casi il deficit che ne consegue sarà esclusivamente di tipo estensorio, a causa del conflitto che si determina con la volta intercondiloidea e il neo-legamento con il ginocchio in estensione.

Nel 2003, Feller et al, studiarono gli effetti di un trattamento riabilitativo intensivo rispetto ad uno saltuario dopo ricostruzione di ACL per il ripristino del ROM articolare, della forza muscolare, della coordinazione neuromuscolare e al ritorno all'attività sportiva. Non si notarono significative differenze tra i 2 gruppi in tutti gli obiettivi prefissati.

CAPITOLO 4

INTERVENTO CHIRURGICO E TRATTAMENTO CONSERVATIVO

TRATTAMENTO CONSERVATIVO

Il corretto trattamento del LCA lesionato presenta differenti punti di vista in letteratura circa la percentuale di successo. È stato mostrato che la riabilitazione è in grado di aiutare i pazienti con deficit del LCA a migliorare le loro prestazioni generali nel 36% dei casi secondo Noyes et al.. I follow up a lungo termine mostrano tuttavia che la maggioranza dei pazienti ottiene scarsi risultati dovuti alle alterazioni, osservate radiologicamente, che indicano ad un'artrosi dell'articolazione. Molti pazienti riferiscono un secondo evento traumatico entro 6-9 mesi (51%), che generalmente aumenta i loro sintomi (Noyes et al, 1983).

Se durante l'approccio conservativo si manifestano sintomi continui come dolore, gonfiore articolare e instabilità funzionale, è d'obbligo l'intervento chirurgico.

INTERVENTO CHIRURGICO E RIABILITAZIONE

I risultati dell'intervento chirurgico di ricostruzione del LCA sono considerevolmente migliorati negli ultimi anni grazie alla ricerca sulle tecniche chirurgiche e riabilitative. La percentuale di riuscita secondo Noyes et al. è attualmente del 90% circa.

Data l'altra percentuale di successi è quindi discutibile trattare conservativamente un paziente con lesione totale di LCA, esponendolo ai traumatismi dell'instabilità. Studi nel campo della biomeccanica articolare, della selezione dei tessuti, delle procedure artroscopiche, delle tecniche di fissazione, dell'influenza degli esercizi sulle strutture intrarticolari e sui metodi di valutazione, si integrano affinché possa essere formulato un protocollo riabilitativo sempre migliore per conseguire un numero sempre maggiore di successi.

Molti articoli in letteratura propongono protocolli aggressivi, senza un controllo a lungo termine del paziente mediante procedure prestabilite (Shelbourne et al, 1990).

La tecnica chirurgica e la riabilitazione sono 2 trattamenti distinti ma pienamente integrati affinché si realizzi il massimo successo.

L'influenza della tecnica chirurgica sulla riuscita degli interventi sul LCA è ben delineata nella letteratura. Il chirurgo deve considerare diversi fattori essenziali:

- Metodo di esecuzione del trapianto chirurgico, in artroscopia o in artrotomia.
- Proprietà meccaniche del tessuto ricostruito.
- Collocamento isometrico del trapianto in una corretta posizione anatomica.
- Fornire al trapianto uno spazio adeguato nella gola intercondiloidea per ristabilire la completa escursione articolare.
- Adeguata fissazione della bratta ossea ricavata dal trapianto biologico.
- L'accurata valutazione dopo l'impianto al fine di garantire la sicurezza del trapianto e la tensione dello stesso per tutto l'arco del movimento.

I suddetti fattori possono influire sull'esito delle prime sedute di riabilitazione. Il recupero dell'ampiezza del movimento (ROM) è l'unico e più importante obiettivo in questa prima fase.

Nel 1987, Noyes et al., sostengono che le tecniche artroscopiche avevano il vantaggio di produrre minori complicazioni secondarie, riducendo il dolore postoperatorio, l'emartro e il grado di atrofia muscolare. Sempre gli stessi autori descrissero che influenza aveva la ristrettezza della gola, il posizionamento del trapianto e il suo rimodellamento nella gola sulla riduzione del ROM.

Questi risultati concordano con altri sempre degli stessi autori (1992) nel riscontrare problemi di movimento nel 2-9% circa dei pazienti mobilizzati subito dopo l'intervento.

Altri studi (Dodds et al. 1991, Graf et Uhr 1988, Sachs et al. 1988, Harner et al. 1991) hanno evidenziato un'incidenza di riduzioni dell'articolarietà addirittura del 74%.

La selezione biologica del trapianto per ottenere delle proprietà meccaniche più idonee a sostituire il legamento crociato anteriore ha una grande influenza sugli odierni programmi di riabilitazione. Gli studi che per anni hanno confrontato i tessuti biologici hanno rilevato l'importanza fondamentale della selezione di un tessuto che possa sopportare la tensione associata alle forze a cui è sottoposto il LCA durante le attività giornaliere (Noyes et al, Brackett e Lambert).

A tutt'oggi non esiste un sostituto ideale del ACL, né una tecnica di ricostruzione ottimale che garantisca il recupero totale della funzionalità articolare del ginocchio

dopo la rottura del suddetto legamento perché non viene ripristinata la cinematica articolare in modo completo (Johnson 1998).

Ci sono numerosi tipi di trapianto: trapianti biologici autologhi, trapianti da cadavere e legamenti artificiali.

I legamenti autologhi hanno il vantaggio di subire un processo di "ligamentizzazione" nel quale subiscono modificazioni strutturali che lo rendono con caratteristiche più simili al LCA originario.

Il tendine rotuleo è il trapianto più resistente (1,4 volte rispetto all'ACL) ma poco elastico. I tendini di gracile e semitendinoso hanno una elasticità simile all'ACL ma una minor resistenza (rispettivamente 49% e 70%).

I trapianti da cadavere o allotriplanti hanno il vantaggio di ridurre la morbilità post-operatoria della sede dell'espianto, ma hanno anche lo svantaggio di essere possibili veicoli di infezione (HIV e epatite) e che il trapianto ha caratteristiche biomeccaniche diverse in base all'età del donatore (si deteriorano con l'età).

I legamenti artificiali (protesi permanenti, scaffold, stent) hanno il vantaggio di disponibilità illimitata, risparmio di tessuto biologico autologo con ridotta morbilità post-operatoria, assenza del processo di ligamentizzazione. Purtroppo gli svantaggi sono inaccettabili complicanze come la rottura del neo-legamento o infezioni che condizionano la prognosi del paziente. Questo sembra dovuto alla mancanza di processo di adattamento funzionale, che invece nei casi di trapianto biologico avviene, e che obbliga il chirurgo a collocare isometricamente e in modo perfetto il legamento.

Vari tipi di trapianti autologhi possono essere utilizzati per sostituire l'ACL: tendine rotuleo, tendine del gracile e del semitendinoso, fascia lata, tendine quadricipitale. Generalmente vengono utilizzati il tendine rotuleo e in subordine i tendini del gracile e del semitendinoso in associazione. In casi straordinari può essere utilizzata una plastica periferica, mentre i legamenti artificiali sono oramai accantonati.

Il tendine rotuleo si è dimostrato, secondo Lambert et al e Clancy et al, il trapianto più affidabile, grazie alla sua notevole resistenza meccanica a fronte di una certa minore elasticità. Viene utilizzato tutte le volte che non ci sono specifiche controindicazioni o speciali indicazioni per un diverso trapianto. I vantaggi dell'utilizzo del tendine rotuleo sono una notevole resistenza meccanica e un valido ancoraggio "osso su osso" sia sulla tibia che sul femore. Gli svantaggi sono dovuti alla più

elevata morbosità specifica, relativa alle dimensioni notevoli dei fori transossei, al pericolo incombente di una artrofibrosi con rotula bassa, e ai dolori che possono insorgere in sede rotulea. Le controindicazioni al prelievo sono: esiti di osteocondrosi della tuberosità tibiale anteriore (morbo di Osgood-Schlatter) o della rotula (morbo di Sinding-Larsen-Johansson), rotula bassa costituzionale o acquisita, esiti di lesione importante dell'apparato estensore. Controindicazioni relative sono: stenosi della gola femorale costituzionale o acquisita su base artrosica, danni minori del tendine rotuleo dovuti a precedenti accessi artroscopici.

La seconda scelta nella ricostruzione di ACL è rappresentata dai tendini del semitendinoso e del gracile.

L'intervento consiste nell'utilizzazione dei 2 tendini prelevati alla loro inserzione distale con una sottile lamella ossea. Il vantaggio di questo intervento è che presenta minor rischi e una minor morbosità specifica rispetto al tendine rotuleo. I tendini della zampa d'oca hanno però una resistenza meccanica inferiore ma un'elasticità maggiore.

Indicazioni specifiche all'intervento è la lesione associata a lesione di LCM e nei casi di lesioni periferiche associate in cui sia più difficoltosa la ricostruzione artroscopica o in lesioni isolate ma di individui con richiesta funzionale minore. Indicato quando c'è una controindicazione specifica all'uso del tendine rotuleo. Indicazioni particolari sono per atleti a fine carriera che necessitano di tempi di recupero più brevi, o in adolescenti ancora in accrescimento (anche se in individui non maturi scheletricamente è preferibile il trattamento conservativo).

Il trapianto utilizzando i tendini semitendinoso e gracile presentano una ridotta stabilità iniziale, un tempo di integrazione più lungo, e una percentuale di integrazione ossea variabile rispetto al trapianto con terzo medio del tendine rotuleo. Il trapianto con tendine del semitendinoso o del gracile ha lo svantaggio della guarigione dell'interfaccia osso-tendine meno stabile e veloce della guarigione dell'interfaccia osso-osso. Per tali motivi, il trapianto con tendine del semitendinoso o gracile non è consigliato per la ricostruzione di LCA, a meno di una controindicazione assoluta al trapianto con tendine rotuleo. Recentemente la ricostruzione del LCA con gracile o semitendinoso è andata diffondendosi, a causa di un aumento significativo di pazienti che lamentano dolore femororotuleo in sede di prelievo del tendine rotuleo.

Sono controindicazioni assolute le infezioni articolari o sistemiche, le patologie reumatiche e le collagenopatie.

Butler et al considerano il tendine rotuleo il più appropriato dei tessuti nella sostituzione del LCA sia in rapporto alla resistenza, che per la stabilità a lungo termine.

In uno studio a lungo termine del 1990, Noyes et al., riferiscono che l'uso di tessuto allogenico ha una percentuale di successo del 78%. Sembra che a questo punto che il tessuto da preferire sia il tendine rotuleo autologo, dato che la sua forza iniziale al momento dell'impianto è approssimativamente del 166% rispetto a quella dell'originario LCA. Questo consente una riabilitazione precoce più aggressiva, purché il chirurgo abbia eseguito un accurato posizionamento del trapianto. Il trapianto ideale deve avere una resistenza uguale o superiore a quella del LCA originale. Il tessuto ideale per fornire questo effetto è la porzione di tendine rotuleo larga 10 mm con bratte ossee. Il semitendinoso ed il gracile hanno rispettivamente solo il 70 e il 49% della forza dell'LCA, ed avrebbero bisogno di essere raddoppiati o usati in combinazione per fornire la necessaria forza di stabilizzazione.

Gobbi et al (2004) sostengono che l'intervento di ricostruzione di ACL che utilizza il solo tendine del semitendinoso, triplicato o quadruplicato, distaccato con un prelievo osseo e collegato a endobutton, può essere considerato un impianto con una forza di fissazione simile a quella ottenuta con il trapianto osso-tendine-osso ma con una minore incidenza di disturbi legati al prelievo dell'innesto. Il vantaggio ulteriore di questa tecnica sembrerebbe una minor morbilità in sede di prelievo.

Il concetto di corretto posizionamento del trapianto è stato studiato da Hefzy et al. nel 1989 ed è chiamato posizionamento isometrico (Hefzy et al.). Con il termine isometrico si intende che la distanza che intercorre tra la sua inserzione femorale e quella tibiale si mantiene costante durante l'intero arco di movimento articolare di ginocchio. Questo però non è vero secondo Arms et al, Arnoczky et al, Bardley et al, Burks et al, Muller, O'Brien et al. infatti quest'ultimi sostengono che l'LCA è costituito da diversi fasci di fibre che a seconda dei movimenti di flesso-estensione si tendono a seconda della loro posizione. Si hanno così fibre tese in estensione e rilasciate in flessione e viceversa per altre.

Secondo Grood (1994), "il concetto di posizionamento isometrico è importante; a tutt'oggi non è possibile avere un trapianto teso perfettamente fino al momento della ristrutturazione".

Se dopo la ricostruzione si sviluppano limitazioni precoci dell'articolarità, può essere utile valutare la posizione del trapianto mediante esame radiografico. Noyes et al., 1992, sostengono che il posizionamento è una delle cause iniziali o persistenti della limitazione articolare.

Terminata la collocazione, la fissazione del trapianto è di importanza fondamentale. La riabilitazione negli ultimi anni è progredita verso un programma più aggressivo e la corretta fissazione delle bratte osse assume quindi una maggiore importanza. L'adeguata fissazione può essere ottenuta con l'uso di una vite da corticale che incasca saldamente la bratta ossea dentro i rispettivi fori (Mangine et al 1992). Lo scopo è di sopportare l'azione di forze elastiche, che si generano durante l'esercizio di carico, su questi siti, minimizzando il rischio di danneggiamento dei muscoli e dell'articolazione. Recentemente, con le tecniche endoscopiche, l'importanza di un'adeguata fissazione ha ottenuto ovunque un ampio riconoscimento. Uno dei primi intoppi per la tecnica endoscopica è stato l'adeguato posizionamento della vite femorale, poiché doveva essere eseguito con una tecnica interna-esterna.

L'incapacità di collocare correttamente la vite nelle varie posizioni era una possibile causa di impingement del trapianto contro il mezzo di fissazione.

Al completamento dell'approccio operatorio, è importante che il chirurgo individui gli eventuali fattori tecnici che potrebbero portare a complicazioni. Va prestata particolare attenzione alla corretta visualizzazione artroscopica del trapianto per tutto l'arco di movimento anche al fine di dimostrare, attraverso test sia meccanici che manuali, che è stata ottenuta un'adeguata stabilità articolare. L'incapacità di riconoscere adeguatamente i suddetti fattori al momento dell'intervento influenzerà fortemente la riuscita della procedura.

RISULTATI

Esistono in letteratura numerosi studi riguardo alle complicanze successive ad un intervento di ricostruzione di ACL.

Numerosi autori studiarono la gestione dell'artrofibrosi, complicanza molto comune in seguito all'intervento che porta a rigidità articolare.

In caso di artrofibrosi grave Wang et al (2007) propongono un intervento mini-invasivo di quadricipite-plastica, seguita da lisi in artroscopia, per recuperare gli ultimi gradi di flessione di ginocchio. 22 pazienti affetti da artrofibrosi grave furono sottoposti a questo duplice intervento. Il grado di flessione media passò da 27° prima dell'intervento, a 115° post-intervento. I miglioramenti furono eccellenti per 16 pazienti, buoni per 5 e negativi per 1. Solo un paziente accusò una riduzione di estensione di 15° che già aveva prima dell'intervento.

Mayr et al (2004) presero in esame 223 pazienti sottoposti a ricostruzione di ACL: il 24,2% di essi sviluppò una limitazione di escursione articolare. La complicanza più frequente (70%) fu lo sviluppo di artrofibrosi. Questa complicanza era risolvibile attraverso un intervento di artrolisi. Prima dell'intervento il 12,1% dei pazienti aveva una deficit di estensione inferiore a 3°, il 25,5% compreso tra 3° e 5°, il 26,1% tra 6° e 10°, il 35,7% superiore ai 10°. Dopo l'intervento di artrolisi il range articolare migliorò significativamente: il deficit di estensione era inferiore a 3° nel 63,7% dei pazienti, tra 3° e 5° nel 26,8%, tra 6° e 10° nel 5,1%. Una perdita di estensione superiore a 10° si presentò nel 3,2% dei casi.

Aglietti et al (1995) presero in esame 31 persone che avevano sviluppato artrofibrosi in seguito a ricostruzione di ACL e che erano stati sottoposti ad artrolisi. Prima dell'intervento tutti i pazienti avevano un deficit estensorio di almeno 5°.

Studiarono la correlazione tra il tempo trascorso dall'intervento di ricostruzione di ACL e l'intervento di artrolisi (maggiore o minore di 8 mesi), ROM prima dell'intervento (maggiore o minore di 90°) e possibili processi degenerativi dell'articolazione femorotibiale e femoro-rotulea. La sola correlazione significativa risultò essere quella tra il

tempo trascorso dalla ricostruzione di ACL ed artrolisi. 10 pazienti furono operati entro 8 mesi dalla ricostruzione.

Si ottennero risultati soddisfacenti in termini di ROM recuperato in 6 casi (60%).

Nei pazienti operati invece dopo 8 mesi dalla ricostruzione, solo 3 su 14 (21%) videro un miglioramento.

Altri autori (Noyes et al, 2000) valutarono a 12 mesi dall'intervento di ricostruzione di ACL il range articolare del ginocchio operato. Notarono che il 93% dei pazienti riacquistarono il normale range articolare (0° - 135°) e che in 7 casi si presentò un piccolo deficit di estensione (5°).

30 pazienti svilupparono una limitazione articolare subito dopo l'intervento. Fu raccomandato un trattamento precoce a tutti i pazienti, solo 23 aderirono. I restanti 7 ottennero una normale flessione di ginocchio ma svilupparono una lieve limitazione in estensione al follow-up (3° - 5°).

A 9 fu applicato una doccia gessata in estensione per 13 settimane dopo l'intervento e 3 di essi necessitarono di ripetere il trattamento poiché svilupparono difficoltà a mantenere la massima estensione. Tutti e 9 arrivarono a 0° di estensione in media dopo 26 settimane dall'intervento.

A 9 fu fatta una manipolazione sotto anestesia a circa 6 settimane dall'intervento e tutti raggiunsero 135° di flessione alla 14° settimana post-operatoria. 3 furono sottoposti a pulizia artroscopica dalla 7° alla 14° settimana post-intervento e tutti recuperarono la normale escursione articolare.

Sono presenti inoltre in letteratura diversi studi riguardo un'altra frequente complicanza dopo ricostruzione di ACL: la sindrome ciclopica.

Kim et al nel 2003 studiarono 33 pazienti che avevano sviluppato gonfiore e contratture in flessione al ginocchio proprio in seguito a questo intervento; notarono la formazione di due noduli, uno posizionato sulla parete laterale della gola intercondiloidea, in prossimità del neo-legamento, a l'altro anteriormente a quest'ultimo, in prossimità del tunnel tibiale.

I noduli vennero rimossi chirurgicamente e, dopo l'intervento, l'escursione del ginocchio in flessione migliorò di almeno 5°rispetto alla situazione pre-chirurgica.

Delcogliano et al (1996) presero in esame pazienti sottoposti ad intervento non in fase acuta (prime due settimane dopo il trauma) ed operati in artroscopia. Il protocollo riabilitativo fu lo stesso per tutti: precoce mobilizzazione in carico parziale

dal 7° giorno post-intervento ed in carico totale dal 25° giorno. I 4 pazienti affetti da sindrome ciclopica furono operati in artroscopia in media 11 mesi dopo la ricostruzione di ACL.

Per tutti i pazienti la rimozione del nodulo risolse la limitazione articolare.

Irisawa et al (2007) invece notarono che la sindrome ciclopica si presentava anche in seguito a rottura cronica parziale di ACL senza intervento chirurgico. Anche in questo caso la rimozione del nodulo fibroso ripristinava la normale funzionalità del ginocchio.

Nel 1990 anche Jackson e Schaefer (Irisawa et al 2007) identificarono un nodulo fibro-vascolare attaccato al neo-legamento come causa specifica di riduzione dell'estensione di ginocchio dopo ricostruzione di ACL. Durante il movimento articolare il nodulo veniva a contatto con la gola intercondiloidea ed impediva gli ultimi 20° di estensione.

Il deficit articolare aumentava nonostante trattamenti riabilitativi ma poteva essere completamente eliminato attraverso la rimozione del nodulo. Una volta diagnosticata la sindrome ciclopica l'unico trattamento veramente efficace si è dimostrato la resezione del nodulo in artroscopia.

DISCUSSIONE

In letteratura numerosi studi prendono in considerazione la rigidità articolare che può instaurarsi in seguito ad intervento di ricostruzione di ACL; vengono valutate le cause, la strategie per prevenire questa complicanza e per trattarla.

Una delle cause più frequenti di rigidità post-intervento è l'instaurarsi dell'artrofibrosi. Si è studiata la possibile correlazione tra tempo trascorso dall'intervento ed incidenza di artrofibrosi. Mayr et al (2004) notarono che quest'ultima aumentava nelle prime 4 settimane post-intervento non tanto per il tempo trascorso quanto piuttosto per il fatto che i pazienti affrontavano l'intervento con il ginocchio irritato. Inoltre, aumentava l'incidenza anche in caso di limitazione articolare preoperatoria.

Per prevenire invece la formazione di questa complicanza e restituire il normale range articolare, è necessario eliminare i fattori di rischio in fase preoperatoria attraverso un'adeguata preparazione del paziente ed un corretto timing di intervento, utilizzare una buona tecnica chirurgica attraverso un accurato posizionamento dell'innesto lontano da possibili conflitti e applicare una precoce mobilizzazione post-intervento con recupero della massima estensione e rinforzo muscolare (Aglietti et al, 1995).

Un immediato programma di intervento di mobilizzazione precoce di ginocchio è risultato efficace nella prevenzione della rigidità nelle prime settimane post-intervento; a distanza di 1-3 mesi dall'intervento invece, l'artrofibrosi si è ormai stabilizzata e l'unico mezzo per combattere la limitazione articolare è un adeguato intervento chirurgico (Noyes et al, 2000 - Aglietti et al, 1995).

Causa di rigidità articolare è anche la sindrome ciclopica, altra complicanza post-intervento ma anche in caso di rottura parziale cronica di ACL (Irisawa et al, 2007).

Tutti gli autori (Kim et al, 2003 - Irisawa et al, 2007 - Delcogliano et al, 1996) sono concordi che, una volta riconosciuta la sindrome ciclopica, l'unico mezzo per trattarla e per restituire il normale ROM all'articolazione è l'intervento chirurgico di resezione del nodulo.

Si è provato a somministrare una precoce mobilizzazione post-chirurgica ma, tutti i pazienti affetti da sindrome ciclopica, furono operati in artroscopia in media 11 mesi dopo ricostruzione di ACL (Delcoglisno et al 1996).

La rottura parziale di ACL senza ricostruzione chirurgica può portare alla formazione della sindrome ciclopica. Molto spesso essa si presentava a distanza di anni dalla lesione. Addirittura lesioni procurate durante l'infanzia potevano causare la formazione di noduli fibrosi tipici della sindrome ciclopica, in età adulta.

L'attuazione di un programma di esercizi per il recupero dell'articolarità paradossalmente sembrerebbe favorire lo sviluppo della sindrome stessa.

Anche un errore chirurgico durante ricostruzione di ACL può causare limitazione articolare: il malposizionamento del tunnel tibiale può portare a dolore anteriore di ginocchio, effusione e perdita di estensione.

Per prevenire questa complicanza è indispensabile, da parte del chirurgo, prendere in considerazione la variabilità anatomica dell'estensione di ginocchio e dell'angolo della gola intercondiloidea di ogni singolo paziente (Howell 1998).

CONCLUSIONI

Alla conclusione della revisione bibliografica si evidenzia l'importanza di individuare le possibili complicanze preoperatorie, intraoperatorie e postoperatorie dopo ricostruzione di ACL, possibili cause di rigidità articolare.

Risulta quindi indispensabile non solo saper trattare questa complicanza ma anche prevenirne la comparsa.

Per prevenire la limitazione articolare post-chirurgica tutti gli autori concordano sull'attuazione di un precoce programma di mobilizzazione articolare.

Una volta invece che la rigidità è conclamata è risultato necessario un intervento chirurgico di lisì in artroscopia sia caso di artrofibrosi che di sindrome ciclopica, ed un nuovo intervento in caso di errore della tecnica chirurgica (es. malposizionamento del tunnel tibiale).

Dalla revisione emerge che numerose modalità terapeutiche e chirurgiche utilizzate nella prevenzione e gestione della rigidità articolare necessitano di ulteriori studi per raggiungere un livello di evidenza più alto.

BIBLIOGRAFIA

- Aglietti P, Buzzi R, De Felice R, Paolini G, Zaccherotti G
Result of surgical treatment of artrofibrosis after ACL reconstruction
Knee Surg, Sport Traumatol, Arthroscopy (1995) 3:83-88
- Brophy RH, Selby RM, Altchek DW
Anterior cruciate ligament revision: double-bundle augmentation of primary vertical graft
Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 22, No 6 (2006)
683: e1-e5
- Brotzman SB
Riabilitazione in ortopedia e traumatologia
UTET (1998)
- Bosh U, Zeichen J, Skutek M, van Grivesen M
Arthrofibrosis is the result of a T cell mediated immune response
Knee Surg, Sport Traumatol, Arthroscopy (2001) 9:282-289
- Decoglano A, Franzese S, Branca A, Magi M, Fabbriciani C
Light and scan electron microscopic analysis of cyclops sindrome: etiopathogenetic hypothesis and technical solutions
Knee Surg, Sport Traumatol, Arthroscopy (1996) 4:194-199
- Feller JA, Webster KE, Taylor NF, Payne R, Pizzarri T
Effect of physiotherapy attendance on outcome after anterior cruciate ligament reconstruction: a pilot study
Br J Sports Med (2004) 38:74-77

- Gobbi A, Zanazzo M
Ricostruzione del legamento crociato anteriore con semitendinoso quadruplicate e “bone blocks”
G.I.O.T. (2004) 30:29-36
- Howell SM
Principles for placing the tibial tunnel and avoiding roof impingement during reconstruction of anterior cruciate ligament
Knee Surg, Sport Traumatol, Arthroscopy (1998) S49-S55
- Ibrahim SAR, Al-Kussary IM, Al-Misfer ARK, Al-Mutairi HQ, Ghafar SA, El Noor TA
Clinical evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus gracilis and semitendinosus autograft
Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 21, No 4 (2005)
pp412-417
- Irisawa H, Takahashi M, Hosokawa T, Nagano A
Cyclops syndrome occurring after chronic partial rupture of the anterior cruciate ligament without surgical reconstruction
Knee Surg, Sport Traumatol, Arthroscopy (2007) 15:144-146
- Kim SJ, Jeong JH, Ko YG
Synovitic Cyclops syndrome caused by a Kennedy ligament augmentation device
Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 19, No 4 (2003):E38
- Mangine RE
Terapia fisica del ginocchio
UTET (1999)

- Mayr HO, Weig TG, Plitz W
Arthrofibrosis following ACL reconstruction – reasons and outcome
Arch Orthop Trauma Surg (2004) 124:518-522

- Moretti B, Patella V, Bernardi S, Pesce V, Genco S, Simone C, La Volpe V
L'atrofia muscolare sperimentale del quadricipite dopo immobilizzazione o lesione
legamentosa del ginocchio
G.I.O.T. (2002) 28:191-98

- Noyes FR, Berrios-Torres S, Barber-Westin SD, Heckmann TP
Prevention of permanent arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction
alone or combined with associated procedures: a prospective study in 443 knees
Knee Surg, Sport Traumatol, Arthroscopy (2000) 8:196-206

- Puddu G, Cerullo G
La patologia del legamento crociato anteriore: diagnosi e trattamento
Il pensiero scientifico editore (1994)

- Shelbourne KD, Patel DV
Treatment of limited motion after anterior cruciate ligament reconstruction
Knee Surg, Sport Traumatol, Arthroscopy (1999) 7:85-92

- Strobel MJ, Castillo RJ, Weiler A
Reflex extension loss after anterior cruciate ligament reconstruction due to femoral
“high noon” graft placement
Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 17, No 4 (2001)
pp408-411

- Thy GH, Warrier SK, Marquis G
Indirect patella fractures following ACL reconstruction – a review
Acta Orthopaedica (2006) 77 (3): 494-500

➤ Wang JH, Zhao JZ, He YH

A new treatment strategy for severe arthrofibrosis of the knee. Surgical technique

J Bone Joint Surg Am (2007) 89:93-102