

RICOSTRUZIONE DEL L.C.A.: TECNICHE E SISTEMI DI FISSAZIONE

THE A.C.L. RECONSTRUCTION: TECHNIQUES AND SYSTEMS OF  
FIXATION

PAROLE CHIAVE: ginocchio, ricostruzione e fissazione L.C.A., artroscopia  
di ginocchio.

KEYWORDS: knee, A.C.L. reconstruction and fixation, knee arthroscopy.

AUTORI: G.C. Coari – A. Tripodo – A. Russo – M. Ferdani – F. Raffelini

GIANCARLO COARI – E-mail: [gccoari@cdh.it](mailto:gccoari@cdh.it) - Cell. 335/6279876

SERVIZIO DI CHIRURGIA ARTROSCOPICA – U.F. ORTOPEDIA

CASA DI CURA SAN CAMILLO – VIA P. IGNAZIO DA CARRARA, 37

55042 - FORTE DEI MARMI (LU) – Tel. 0584/739280 - Fax 0584/881545

## RIASSUNTO

La ricostruzione del LCA oggi, tecnica ormai del tutto assistita dall'artroscopia, rappresenta uno degli interventi chirurgici ortopedici eseguiti più frequentemente. Ciò è dovuto a vari fattori, quali: la crescente percentuale di soggetti che praticano attività sportiva sia agonistica che non, la crescente percentuale di soggetti che, dopo lesione del LCA, desiderano tornare a praticare l'attività che svolgevano prima della lesione, il successo delle ricostruzioni nel 85-90 % dei casi.

Al raggiungimento di tale traguardo ha sicuramente svolto un ruolo importante l'approfondimento delle nostre conoscenze riguardo alla fisiopatologia del LCA e una vasta gamma di nuove tecniche di fissazione.

Vi è ancora un 10-15 % di risultati non completamente soddisfacenti, e ciò ci spinge ad incrementare la ricerca così da ottenere risultati migliori sia sotto l'aspetto soggettivo che oggettivo.

Ad oggi vi sono parecchi studi: sulla ricostruzione a doppio fascio (AM e PL) e doppi tunnels femorali e tibiali, sui fattori di crescita, sul trasferimento genico, sulla neuro-fisiopatologia post rottura e ricostruzione del LCA.

## SUMMARY

Today the ACL reconstruction, a technique, by now completely helped by arthroscopy, is one of the most frequently practised orthopaedic operations.

This is due to a lot of factors:

- A rising percentage of people who practise agonistic and non-agonistic sports;
- A rising percentage of people who, after an ACL lesion, wish to start again practising the activity as they did before the lesion;
- The breakthrough of excellent ACL reconstructions in 85-90 % of Cases.

The mastering of our knowledge about the ACL physio-pathology and an enlarged choice of new techniques of fixation have played a fundamental role in reaching this goal. There is still a 10-15 % of results not completely satisfying, and this makes us to strive for improving research so as to obtain better results both in an objective and subjective aspect.

At present there are a lot of studies: on ACL reconstruction with double bundle (AM and PL) and double femoral and tibial sockets, on the growth factors, on the genic transfer, on the neuro-physio-pathology after ACL rupture and reconstruction.

## INTRODUZIONE

Storicamente le lesioni del LCA sono state trattate sia in modo conservativo che chirurgico. Mentre il trattamento conservativo può essere accettabile per alcuni punti, è molto più comune la ricostruzione chirurgica, tanto che nella “top ten” degli interventi chirurgici ortopedici, negli USA, occupa il 5° posto.

Sono riportati molti studi sui risultati a medio – lungo termine del trattamento conservativo; anche modificando l’attività sono numerosi gli episodi di cedimento, aumenta la frequenza del trattamento delle lesioni meniscali e compaiono rapidamente lesioni artrosiche radiograficamente visibili. <sup>1-5</sup>

Solo il 25-35 % dei pazienti sono in grado di mantenere lo stesso livello di attività. Anche il proposto trattamento conservativo per la popolazione più anziana e meno attiva fornisce identici scarsi risultati, sebbene in modo meno evidente.<sup>6</sup> L’alternativa, è quindi quella chirurgica che si è molto sviluppata negli ultimi decenni, passando dalle plastiche extra-articolari alla ricostruzione del LCA con tecniche aperte e successivamente con tecniche assistite dall’artroscopia.

Nell’ultimo decennio la ricostruzione del LCA ha rivestito un ruolo sempre più preminente nella chirurgia ortopedica a causa di vari fattori, quali: l’incremento di pazienti di ogni età desiderosi di poter continuare a praticare attività sportiva sia agonistica che amatoriale, la migliore accuratezza diagnostica e soprattutto l’utilizzo di nuove tecniche e strumentari che hanno permesso al chirurgo di ottenere una elevata percentuale di risultati eccellenti.

Cerchiamo quindi di esporre le tecniche di ricostruzione del LCA ed i sistemi di fissazione utilizzati, analizzando i diversi fattori che rappresentano la chiave del successo di una ricostruzione:

- La scelta dell'innesto
- La tecnica chirurgica
- La fissazione
- Il tensionamento
- La riabilitazione

#### LA SCELTA DELL'INNESTO

Attualmente le alternative sono i legamenti artificiali, gli allograft e gli autograft.

Negli anni '80, sotto la spinta di molte aziende commerciali, hanno avuto un grande successo i legamenti artificiali e sono stati utilizzati da numerosi chirurghi. Oggi il loro utilizzo è pressoché nullo, data l'elevatissima percentuale di fallimenti e di complicanze (sinoviti).

Il loro utilizzo ha spesso "mascherato" le nostre scarse conoscenze biomeccaniche di quegli anni, ma ha sicuramente contribuito ad elevare la nostra crescita chirurgica soprattutto nella ricostruzione artroscopica.

L'uso di innesti prelevati da cadavere ha i vantaggi di una minore morbilità chirurgica, della mancanza di patologia del sito donatore e della possibilità di poter disporre di trapianti di forma e dimensioni diverse a seconda delle esigenze del caso.

Ma il loro utilizzo rimane estremamente controverso, soprattutto per il rischio di trasmissione di malattie infettive, per un problema di immunogenicità, con possibile persistenza di fenomeni flogistici a lungo termine con rischio di deterioramento del trapianto, e per una risposta biologica più lenta nella fase di rimodellamento dell'innesto.

Le uniche situazioni nelle quali l'utilizzo degli allograft appare consigliabile sono: i pazienti con fallimenti di una precedente ricostruzione con trapianto autologo ed i casi di lussazione di ginocchio e/o di instabilità complessa in cui sia necessario effettuare una ricostruzione multipla.

Oggi, anche per le suddette ragioni, nella ricostruzione del LCA si prediligono gli autograft utilizzando soprattutto il tendine rotuleo, il semitendinoso e gracile duplicati ed il tendine quadricipitale (anche se in minor percentuale rispetto ai primi). FOTO 1 e 2

Ma quali sono i fattori importanti da considerare nella scelta dell'innesto autologo?

- Le proprietà biomeccaniche
- La resistenza alla fissazione
- La guarigione nei siti di fissazione
- La morbilità del sito donatore
- I risultati clinici

*PROPRIETA' BIOMECCANICHE* FOTO 12 e 13

Numerosi studi hanno dimostrato che le caratteristiche di resistenza e rigidità del semitendinoso e gracile duplicati sono notevolmente superiori a quelle del

LCA e del tendine rotuleo, tanto da far accettare il concetto che oggi il DSTG, se equamente tensionato nei suoi quattro fasci, è il miglior trapianto autologo disponibile per la ricostruzione del LCA. <sup>7-11</sup>

#### *RESISTENZA ALLA FISSAZIONE*

Da sempre considerato l'anello debole soprattutto per il DSTG, ma oggi, grazie alla esplosiva produzione di numerosi mezzi di fissazione, possiamo affermare che sembrerebbe essere un problema risolto. Approfondiremo più avanti questo argomento.

#### *GUARIGIONE NEI SITI DI FISSAZIONE*

Grazie alla fissazione diretta osso – osso, la integrazione dell'innesto nei tunnel nel caso di utilizzo del TR varia da 4 a 8 settimane, mentre per il DSTG avviene in un tempo più lungo: 8-12 settimane, attraverso la progressiva formazione di fibre collagene fra tendine e osso, simili alle fibre di Sharpey. <sup>12-</sup>

<sup>15</sup>

Numerosi studi confermano queste ipotesi. La sostanziale differenza tra i due innesti è proprio nella particolare tipo di giunzione che si viene a creare: una inserzione diretta condrale per il TR (tendine-fibrocartilagine-fibrocartilagine mineralizzata-osso lamellare) ed una indiretta fibrosa per il DSTG (tendine-osso compatto e fibre collagene-osso lamellare).<sup>16</sup>

In sostanza ambedue i tipi di innesto guariscono bene nei tunnel, ma solo la struttura istologica del TR assomiglia alla entesi del LCA normale. Nel DSTG vi è la mancanza di quella inserzione legamentosa condrale che serve a compensare il diverso modulo elastico fra legamento ed osso.

## *DOLORE ANTERIORE E MORBIDITA' DEL SITO DONATORE*

Maggiori critiche sono da sempre state rivolte al TR anche se la valutazione del dolore anteriore è sempre difficile per le diverse definizioni che ne vengono date, per i diversi metodi di analisi e per la frequente assenza di dati pre-operatori. Dalla revisione della letteratura si evince che tale percentuale varia per il tendine rotuleo dal 6 % al 50 %, mentre per il ST-G dal 8 % al 26 %.<sup>17,18</sup> Ma recentemente Yunes e Richmond, attraverso un metodo di analisi statistica su ampie casistiche di diversi autori, non hanno dimostrato alcune differenze significative. Numerose, infatti, possono essere le cause del dolore anteriore di ginocchio: un danno alla branca infrapatellare del nervo safeno, i mezzi di sintesi, la pre-esistente condropatia femoro-rotulea, l'immobilizzazione, il difetto di estensione, la ritardata riabilitazione (catena aperta – isocinetica).

I suddetti fattori sono riscontrabili in tutti i tipi di innesto.

Riteniamo quindi che l'incidenza del dolore anteriore di ginocchio sia influenzata soprattutto dalla riabilitazione e che l'utilizzo del TR possa causare solamente un netto aumento dello "kneeling pain", cioè del dolore all'inginocchiamento.<sup>19</sup>

## *RISULTATI CLINICI*

Diversi autori hanno dimostrato, con studi prospettici randomizzati a medio - lungo follow-up, che non esiste alcuna differenza statisticamente significativa tra i due tipi di innesto.<sup>20-23</sup>

In conclusione, quindi, potremmo usare entrambi gli innesti con risultati sovrapponibili, ripetendo che al momento l'innesto ideale non esiste; dovremmo attenerci, quindi, a scelte personali da un lato legate ad eventuali



problematiche che sconsiglino l'uso di un tipo di innesto (ad es. per il TR la patologia femoro-rotulea pre-esistente o per coloro i quali svolgano attività che richiedano l'inginocchiamento), dall'altro legate alle preferenze soggettive del chirurgo.

## LA TECNICA CHIRURGICA

Negli ultimi venticinque anni si è passati dalla ricostruzione del LCA per via artrotomica (inizio anni '80) a quella assistita dall'artroscopia. Infatti, nel 1989, veniva ideata da T. Rosemberg la tecnica dell'half-tunnel femorale che consentiva una ricostruzione completamente assistita dall'artroscopia. FOTO 3 Tale tecnica, utilizzata, come vedremo, sia per il TR che per il ST-G, si è enormemente sviluppata tanto da essere oggi il Golden Standard.<sup>24,25</sup>

L'artroscopia viene eseguita con le tre solite vie di accesso (supero-mediale, antero-mediale e antero-laterale) dopo aver eseguito il prelievo dell'innesto secondo le metodiche ben conosciute.

L'intervento incomincia con la valutazione ed il trattamento delle lesioni associate (condrale, meniscali). Grande importanza deve essere data alla esecuzione della notchplasty e dei tunnels ossei.

## *NOTCHPLASTY*

La gola intercondilica deve essere adeguatamente preparata ad accogliere il neo LCA ed una sua non corretta esecuzione potrebbe portare ad un impingement gola-trapianto con rischio di fallimento dell'intervento. I motivi principali che inducono alla esecuzione della notchplasty sono essenzialmente due: ottenere una adeguata esposizione del muro laterale del condilo femorale fino all'over

the top ed evitare l'impingement o l'abrasione del trapianto contro il tetto o il muro laterale durante la flessione-estensione del ginocchio. Quindi, soprattutto nei casi cronici, è obbligatorio ripristinare una normale larghezza della gola intercondilica, a forma di U rovesciata più larga nella parte anteriore, in particolare nel margine supero-laterale dove il trapianto arriva in massima estensione.

Tutto ciò viene ottenuto con curette, piccoli osteotomi e strumenti motorizzati. La quantità di osso da rimuovere è variabile e dipende da molti fattori che vanno dalla morfologia della gola, alla presenza di osteofiti, al diametro dell'innesto e, cosa più importante, al posizionamento del tunnel tibiale.

Quindi il nostro orientamento consiste nell'eseguire una modesta plastica dalla gola, poi, dopo aver eseguito il tunnel tibiale, introdurre un impingement-rod valutando, nell'arco di movimento completo del ginocchio, l'eventuale conflitto con il tetto.

Solo allora, se sarà necessario, verrà completata la notchplasty, finché non vi saranno 3-5 mm di spazio fra l'impingement-rod, il tetto intercondilico ed il muro laterale.

### *TUNNEL TIBIALE*

Un errore nell'esecuzione del tunnel tibiale è certamente la causa della maggior parte dei fallimenti. Bisogna innanzitutto conoscere bene l'area di inserzione anatomica del LCA con i suoi limiti ed i punti di riferimento (LCP, ME, spina tibiale) e pensare che la nostra chirurgia sarà sempre un compromesso, poiché non potremo mai riprodurre l'ampia inserzione anatomica del LCA (tunnel da

8-10 mm in un'area da 20 mm<sup>2</sup>) e tantomeno la sua complessa anatomia funzionale.

Nei primi anni '80 si eseguiva un tunnel piuttosto anteriore rispetto al centro anatomico di inserzione del LCA, seguendo gli studi di Clancy il quale raccomandava la posizione antero-mediale (terzo anteriore e mediale della inserzione del LCA), poiché questa era la zona ove le fibre erano più isometriche e subivano una minore elongazione in estensione. Ma ciò comportava un'ampia notchplasty e più spesso un impingement tetto - trapianto tale da creare numerosi fallimenti.

Riteniamo che oggi si debbano seguire le seguenti indicazioni: l'emergenza intra-articolare del filo di Kirschner dovrebbe trovarsi entro i confini della inserzione anatomica del LCA, al centro della metà posteriore ed angolato sul piano coronale di circa 60°. <sup>26,27</sup> I punti di riferimento intra-articolari sono: circa 4-7 mm davanti al LCP, sulla continuazione di una linea condotta lungo il margine interno del corno anteriore del menisco esterno e medialmente alla spina tibiale laterale. FOTO 4 e 5

Riteniamo però che il riferimento più preciso sia rappresentato dal tetto della gola intercondilica a ginocchio esteso, perché vi può essere una certa variabilità dei tessuti molli (ME e LCP), una variabilità dell'angolo tetto-femore (23°-60°) ed una variabilità del grado di estensione del ginocchio (da 30° di iperestensione a -3° di flessione). Nella pratica, quindi, dopo aver posizionato la guida secondo i reperi sopra descritti, eseguiamo sempre un check del ginocchio con Kirschner inserito in completa estensione. Dopo la conferma dell'esatto posizionamento del Kirschner eseguiamo la tunnellazione tibiale con fresa piena, di calibro identico alle dimensioni del trapianto ed eseguiamo

un ulteriore check con un impingement-rod per valutare definitivamente la mancanza di un conflitto tetto-trapianto.<sup>28</sup>

### *TUNNEL FEMORALE*

Anche il tunnel femorale rappresenta un punto critico per il successo dell'intervento.

L'inserzione femorale ha un effetto maggiore sui cambiamenti di lunghezza delle fibre del LCA di quanto lo abbia il suo sito tibiale durante la flessione-estensione del ginocchio. Le tecniche chirurgiche attuali sono insufficienti a riprodurre la complessa geometria o il modello di tensione delle fibre del LCA. L'obiettivo del chirurgo è quindi limitato a riprodurre la funzione globale del LCA.

Il LCA non è totalmente isometrico e solo poche fibre lo sono durante il completo arco di movimento.<sup>29</sup>

Riteniamo accettabile una relativa isometricità dell'innesto con un massimo di 2-3 mm di allungamento del trapianto in estensione. Infatti se l'innesto non è posizionato correttamente, la distanza fra la sede di inserzione femorale e tibiale varia durante la flessione-estensione in modo da creare una eccessiva tensione in flessione ed un rilasciamento in estensione. Quindi l'isometria è gradualmente influenzata dalla posizione del tunnel femorale e molti studi hanno dimostrato che la posizione del tunnel vicino alla inserzione delle fibre antero-mediali (profondo e alto nella gola con il ginocchio in flessione) è quella più desiderabile per ottenere un comportamento simil isometrico.

Dopo l'introduzione della tecnica ricostruttiva assistita dall'artroscopia, tre sono le tecniche chirurgiche sviluppate per riprodurre il tunnel femorale: la

doppia incisione con tecnica rear-entry, la singola incisione trans-tibiale e la singola incisione con tunnellizzazione attraverso la porta antero-mediale.

La posizione del tunnel femorale è determinata dalla corretta angolazione di quello tibiale. Attraverso il tunnel tibiale si introduce una guida dotata di una linguetta che, posizionata over the top, mira a standardizzare la posizione.<sup>30</sup>

Infatti l'aimer è disponibile in varie misure, a seconda del diametro dell'innesto, in modo tale che dalla parete posteriore del tunnel femorale rimangano circa 2 mm di muro posteriore. Il filo di Kirschner introdotto nella guida femorale dovrebbe essere posizionato alle ore 11,00 ed alle ore 13,00, rispettivamente per il ginocchio destro e quello sinistro, allo scopo di replicare l'origine del fascio antero-mediale del LCA.<sup>31</sup> FOTO 6

Alcuni studi hanno dimostrato che questa posizione femorale è piuttosto sufficiente a limitare una traslazione tibiale anteriore in risposta a carichi applicati come quelli usati nei test di Lachman o il cassetto anteriore.<sup>32</sup>

Recenti studi di laboratorio hanno però dimostrato che vi è una ineguale distribuzione delle forze tra fascio antero-mediale ed il postero-laterale, in risposta a carichi rotatori.<sup>33</sup>

Quando il ginocchio viene sottoposto ad un carico anteriore tibiale due terzi della forza totale sul LCA è a carico del fascio PL, se il ginocchio si trova vicino alla estensione totale. Inoltre, quando ad un ginocchio con LCA ricostruito viene applicata un complesso carico rotatorio come il Pivot Shift, la posizione alle ore 11,00 diventa insufficiente a limitare la traslazione tibiale anteriore.<sup>34,35</sup>

E' stato quindi ipotizzato e verificato da alcuni chirurghi come la posizione femorale più laterale, verso le ore 10,00 o 14,00 (dx o sx), sia anatomicamente

più vicina alla inserzione femorale della banda PL e che possa essere in grado di aumentare la stabilità rotatoria del ginocchio ricostruito.<sup>36</sup>

E' però anche vero che ricostruendo solo il fascio AM o il PL non sia possibile ripristinare la complessa funzione del LCA.

Infatti recentemente studi su cadavere e clinici hanno dimostrato che una ricostruzione anatomica del LCA, composta sia dal fascio AM che da quello PL, può riprodurre più fedelmente la cinematica del ginocchio e portare le forze applicate all'innesto al livello di un ginocchio sano.<sup>37,38</sup>

Una volta posizionato il filo di K., attraverso l'aimer femorale con ginocchio flesso a 70°-80°, si realizza con una fresa cannulata atraumatica la tasca femorale con diversità di profondità e di tecnica che dipende dal tipo d'innesto e di fissazione utilizzato dal chirurgo.

## FISSAZIONE

E' sempre stata considerata l'anello debole della catena, soprattutto per il ST-G, in particolare da quando la riabilitazione si è fatta sempre più "aggressiva", il carico precoce e viene raggiunto un completo arco di movimento in tempi brevi.

Steiner ha dimostrato come il carico di rottura di ogni innesto sia determinato soprattutto dalla qualità della fissazione e che quindi si debba parlare di complesso "innesto - sistema di fissazione" nello studio di questo argomento.<sup>39</sup>

La fissazione deve rispondere a questi requisiti principali:<sup>40</sup>

- *alta resistenza al carico:* sappiamo che il carico sul LCA durante le normali attività quotidiane varia da 60 a 450 N (camminare 169, salire le scale 67, scendere le scale 445).<sup>41</sup> E' quindi ovvia la necessità di

conoscere i dati di resistenza del complesso innesto-sistema di fissazione che deve essere almeno superiore a 500 N;

- *alta resistenza al carico ciclico*: l'efficacia di un sistema non dipende solo dalla resistenza e rigidità, ma soprattutto dallo scivolamento al carico ciclico che deve essere conosciuta; infatti la risposta al carico ciclico dimostra cosa accade durante le prime fasi della riabilitazione e cioè prima della guarigione nei siti di fissazione;<sup>40,10</sup>
- *elevata rigidità*: la fissazione deve essere abbastanza rigida da attribuire le caratteristiche di elongazione all'innesto stesso e non al sistema di fissazione.

### *FISSAZIONE FEMORALE*

#### TR

I sistemi più utilizzati sono: la fissazione endoscopica con viti ad interferenza metalliche o riassorbibili, la fissazione traversa trans-condilica, i pins trasversi riassorbibili.<sup>42</sup> FOTO 8

I valori meccanici di resistenza sono più che accettabili (500-700 N) e quindi riteniamo che la scelta del sistema ricada sul chirurgo, in base alla propria esperienza.

#### DSTG

I sistemi vengono classificati in: FOTO 10

- sistemi a compressione: viti ad interferenza, soprattutto riassorbibili;
- sistemi ad espansione: sfruttano la dilatazione dell'innesto provocata da pins riassorbibili che penetrano trasversalmente nel tunnel femorale;

- sistemi a sospensione, ulteriormente divisi in: *sospensione corticale* (Endobutton CL – Ancora Mitek – Swing Bridge, Endoflip) che mantengono il trapianto sospeso nel tunnel mediante un sistema che appoggia sulla corticale del femore; *sospensione intraspongiosi* (Linx-ht); *sospensione cortico-spongiosa* (Trans-Fix, Bone Mulch, Bilok ST, Cross Pin): è una fissazione transcondilica determinata da un sistema ortogonale al tunnel sopra al quale passano i tendini.

Studi recenti hanno comparato questi diversi sistemi di fissazione, dimostrando che molti di essi sono più che accettabili, raggiungendo valori di resistenza al carico che variano da 500 a 1345 N.; i migliori sembrerebbero essere quelli a sospensione corticale e cortico-spongiosa.<sup>43-45</sup>

Vi è poi una certa controversia fra i sostenitori della fissazione anatomica a compressione “in apertura” e quella corticale o cortico-spongiosa: i primi sostengono che realizzando un trapianto “più corto” si verifichi un aumento della rigidità dell’innesto, mentre i secondi che non serve “accorciare” l’innesto, ma utilizzare un sistema di fissazione più rigido.

Noi riteniamo che la fissazione a compressione con viti ad interferenza possa non essere sufficiente per la scarsa resistenza, l’alta possibilità di “slippage” delle viti e sembrerebbe troppo legata alla qualità dell’osso spongioso. E’ stato dimostrato almeno il doppio dei casi di “slippage” ed un alto indice di fallimento dopo carico ciclico.

Sembrerebbe inoltre che l’allargamento dei tunnel non possa essere eliminato fissando l’innesto vicino alla articolazione.<sup>46</sup>

Riteniamo quindi che la soluzione meccanicamente più vantaggiosa sia quella di utilizzare sistemi di fissazione più rigidi (corticali o cortico-spongiosi) per



diminuire il fenomeno dello “slippage”, realizzando tunnels più lunghi e ben adattati (fit) all’innesto stesso.

### *FISSAZIONE TIBIALE*

TR FOTO 9

Sistemi utilizzati: viti ad interferenza metalliche e riassorbibili, cambre, fili su vite e rondella.

Il sistema meccanicamente più idoneo (ca. 500 N) sono le viti ad interferenza.

DSTG FOTO 11

È attualmente l’anello più debole dei siti di fissazione.

Si dividono in:

- sistemi a compressione: viti ad interferenza riassorbibili e non;
- sistemi ad ancoraggio corticale: cambre, washer, washer-loc, tandem washer.

Diversi studi hanno comparato i sistemi di fissazione tibiale dimostrando che i sistemi ad ancoraggio bicorticale sono quelli meccanicamente più idonei e con minor slippage.<sup>47,48</sup>

Anche qui vi è controversia tra i sostenitori della fissazione “ad apertura” (anatomica) e quella corticale.<sup>49</sup> I primi sostengono sempre che la fissazione debba essere anatomica, poiché determina un trapianto più corto e quindi una maggiore rigidità dell’innesto; i secondi che non serve accorciare l’innesto ma utilizzare un sistema intrinsecamente più rigido. Secondo noi la fissazione anatomica a compressione può non essere sufficiente poiché possiede scarsa resistenza meccanica, è troppo legata alla qualità dell’osso spongioso e determina alti valori di scivolamento.

Certamente i sistemi ad ancoraggio corticale o meglio bicorticale sono meccanicamente più idonei e determinano meno slippage; crediamo, infatti, che debbano essere considerati, al momento, come la scelta più corretta.

Ricordiamo, però, che esistono alcuni studi che dimostrano la possibilità di migliorare la guarigione nei siti di fissazione delle viti ad interferenza riassorbibili, ora anche disponibili con l'associazione del PLLA con il Trifosfato Calcico o Idrossiapatite con un aumento delle loro capacità osteoinducente.<sup>50</sup> E' per questi motivi, meccanici e biologici, che attualmente preferiamo una fissazione bicorticale combinata con quella a compressione in posizione anatomica con viti composte anche di HA o TFC (doppia fissazione).

#### IL TENSIONAMENTO

Dopo l'esecuzione dei tunnels, posizionato e fissato l'innesto da una parte, è evidente che una certa tensione deve essere applicata all'innesto, ma non esiste uniformità di vedute su quanta tensione sia auspicabile.

Il grado di tensione iniziale applicata all'innesto è uno dei fattori che influenzano maggiormente l'esito di una ottimale ricostruzione del LCA, poiché lo stimolo meccanico è fondamentale per l'orientamento delle fibre collagene neo-formate durante la fase di rimodellamento dell'innesto. Però se un adeguato tensionamento è necessario per ottenere una valida stabilità articolare, l'eccessiva tensione può portare all'allungamento o alla rottura dell'innesto, mentre una tensione insufficiente conduce nuovamente ad una lassità anteriore.

Sono molti i fattori che possono influenzare il tensionamento: la posizione dei tunnels, la loro dimensione e press-fit, l'angolo di flessione del ginocchio, la direzione della forza applicata ed il chirurgo.

Sono anche numerosi i pareri in letteratura su quanto debba essere tensionato l'innesto: i valori oscillano fra i 20 N ed i 70 N, con possibili variazioni di tensioni tessuto specifiche (meno per il TR, più alte per il ST-G).<sup>51</sup>

Tutto ciò porta ad affermare che il tensionamento è ancora "il grande sconosciuto", anche se dai dati di letteratura sembrerebbero più adeguate basse tensioni (ca 30-40 N).

Un recente lavoro di Pederzini su modulo animale ci è parso interessante; i dati raccolti suggeriscono che il differente tensionamento può influenzare la progressiva evoluzione del rimodellamento tissutale che sembrerebbe avvenire più facilmente quando si applica una bassa tensione all'innesto.<sup>52</sup>

## LA RIABILITAZIONE

Utilizziamo un protocollo postoperatorio standard sia per il TR che per il DSTG. La medicazione ed il drenaggio vengono rimossi entro 24 ore, ed in genere quello è il momento più adatto per dare inizio agli esercizi fisioterapici.

Utilizziamo un tutore post-operatorio, più per supporto psicologico al paziente, che per l'effetto protezione.

Gli obiettivi da raggiungere nella prima settimana sono:

- arco di movimento dalla piena estensione a 90° di flessione;
- elevazione dell'arto a ginocchio esteso;
- carico assistito con due bastoni e parziale (50%), come tollerato dal paziente;

- contrazioni isometriche del quadricipite a 0° e cocontrazioni a 50°-60° di flessione.<sup>53</sup>

La dimissione dal reparto avviene quasi sempre in terza giornata ed il programma terapeutico viene proseguito a domicilio.

Il paziente deve mantenere la completa estensione e aumentare gradualmente la flessione fino a 120° alla fine della 3<sup>a</sup> - 4<sup>a</sup> settimana.

In 3 – 4 settimane vengono introdotti esercizi progressivi a bassa resistenza quali l'estensione attiva del ginocchio in posizione seduta da 90° a 45° senza pesi, minisquat, esercizi per i flessori del ginocchio e dell'anca, per gli adduttori e gli abduttori.

La resistenza è progressivamente aumentata nei vari esercizi, ad esclusione dell'estensione soprattutto negli ultimi gradi, almeno fino al 4° mese.

Durante il primo mese è consigliabile camminare in piscina. Il carico completo sull'arto operato viene concesso tra la 3<sup>a</sup> e la 5<sup>a</sup> settimana post-operatoria.

Raccomandiamo l'uso di cyclette per 10 minuti circa al giorno dalla seconda settimana e la bicicletta dal 2° mese.

La corsa in linea retta è concessa gradualmente al 3° mese. La corsa in salita e quella in discesa, lo stop and go, sono permessi a partire dal 4° - 5° mese, a condizione che il paziente abbia raggiunto una piena coordinazione e forza muscolare. Il ritorno allo sport dipende dal livello della pratica sportiva: il ritorno a competizioni di alto livello per gli sports di contatto può richiedere anche 6 – 7 mesi, ma anche a coloro che praticano sports solo occasionalmente può occorrere un periodo considerevolmente lungo per la ripresa dell'attività sportiva.

## CONCLUSIONI

La ricostruzione del LCA ha oggi raggiunto, grazie ai progressi nel campo dell'anatomia, della biomeccanica e delle tecniche chirurgiche, percentuali di successo sempre maggiori tali da rendere ragione del sempre più elevato numero di casi trattati, ampliando anche le fasce di età operabili.

I dati di letteratura confermano che vi è stato, negli ultimi anni, un sempre crescente aumento di risultati soddisfacenti ed una diminuzione della incidenza dei fenomeni artrosici degenerativi. FOTO 7

L'introduzione di nuove tecniche di ricostruzione e di fissazione dell'innesto, in particolare per i tendini flessori, hanno permesso di ottenere risultati a distanza comparabili sia utilizzando il TR che con il ST-G, nell'ordine del 85-90%. Risultati così confortanti non consentono però di affermare che questo tipo di chirurgia abbia ormai raggiunto il suo apice e che non si possa far niente per migliorarla.

La percentuale di pazienti ancora insoddisfatti è alta, 10-15%. Come potremmo migliorarla?

Pensiamo che i margini di miglioramento siano così schematizzabili:

- miglioramento della tecnica chirurgica rivolta ad una ricostruzione più anatomica del LCA, mirando a riprodurre entrambi i fasci (AM e PL) dello stesso.<sup>54,55</sup> Recenti studi hanno dimostrato come le attuali tecniche di ricostruzione siano efficaci nel limitare la traslazione anteriore, ma meno efficaci quando vengano applicati stress rotatori combinati come il valgo e la rotazione interna. Da qui l'idea di una ricostruzione con due fasci e doppio tunnel tibiale e femorale che dovrebbe ricreare, anche se non perfettamente, il modello dei due fasci

del LCA normale conferendo una maggiore stabilità al ginocchio nei confronti di una carico sia rotatorio che lineare;<sup>37,38</sup>

- l'integrazione sempre più stretta tra diverse discipline (tecnica chirurgica, biochimica, biomeccanica, biologia molecolare attraverso l'utilizzo dei fattori di crescita e del trasferimento genico) potrà certamente portare ad ulteriori traguardi;<sup>56,57</sup>
- infine, crediamo nello sviluppo della scienza di base della fisiopatologia della lesione, cioè sull'alterazione dell'ambiente articolare e sulle alterazioni neuro-fisiologiche in seguito a lesioni del LCA per comprendere meglio i rapporti fra lesione del LCA e innesco di alterazioni articolari.

Quindi speriamo in una più ampia comprensione della fisiopatologia della ricostruzione (le dinamiche di rimodellamento del neo-legamento) in modo da definire meglio il razionale del post-operatorio.

## BIBLIOGRAFIA

1. **Bonamo JJ, Fay C, Fireston T.** The conservative treatment of the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 1990; 18: 618-623.
2. **Fowler PJ, Regan WD.** The patient with symptomatic chronic anterior cruciate ligament insufficiency: Results of minimal arthroscopic surgery and rehabilitation. *Am J Sports Med* 1987; 15: 321-325.
3. **Hawkins R, Misamore GW, Merritt TR.** Follow-up of the acute nonoperated isolated anterior cruciate ligament tear. *Am J Sports Med* 1986; 14: 205-210.
4. **Noyes FR, Mooar PA, Matthews DS, Butler DL.** The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part I: The long-term functional disability in athletically active individuals. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65: 154-162
5. **Satku K, Kumar VP, Ngoi SS.** Anterior cruciate ligament injuries: To counsel or to operate? *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68: 458-461.
6. **Ciccotti MG, Lombardo SJ, Nonweiler B, Pink M.** Non-operative treatment of ruptures of the anterior cruciate ligament in middle-aged patients: Results after long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76 : 1315-1321.
7. **Brown CH.** ACL surgery: graft options – patellar tendon, hamstring tendons, quadriceps tendon and allografts. *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000, 71-82.*

8. **Brown CH Jr and Sklar JH.** Endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction using quadrupled hamstring tendons and endobutton femoral fixation. *Techniques in Orthopaedics, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 1998; 13(3): 281-298.*
9. **Brown CH, Hamner D, Hecker AT, et al.** Biomechanics of semitendinosus and gracilis tendon graft. *Book of Abstracts Sports Medicine 2000, 1995, Stockholm, p 39.*
10. **Brown CH, Wilson DR, Hecker AT, Ferragamo.** Comparison of hamstring and patellar tendon femoral fixation: cyclic load. *Book of Abstract 25<sup>th</sup> Annual Meeting American Orthopaedic Society of Sports Medicine, Traverse City, Michigan 1999, p 413-414.*
11. **Johnson RJ.** ACL reconstruction: which graft should be used? Hamstring Vs B-PT-B. *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000, 98-103.*
12. **Grana WA, Egle DM, Mahnken R et al.** An analysis of autograft fixation after anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model. *Am J Sports Med 1994; 22: 344-351.*
13. **Liu SH, Panossian V, Al-Shaihk R et al.** Morphology and matrix composition during early tendon to bone healing. *Clin Orthop 1997; 339: 253-260.*
14. **Pinczewski LA, Clingeffer AJ, Otto DD, Bonar SF and Corry IS.** Integration of hamstring tendon graft with bone in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy 1997; 13(5): 641-643.*



15. **Rodeo SA, Amoczky SP, Torzilli PA et al.** Tendon-healing in a bone tunnel: a biomechanic and histological study in a dog. *J Bone Joint Surg* 1993; 75A: 1795-1803.
16. **Petersen W and Laprell H.** Insertion of autologous tendon grafts to the bone: a histological and immunohistochemical study of hamstring and patellar tendon grafts. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthros* 2000; 8: 26-31.
17. **Bach BR.** Complications of ACL surgery. *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000, 110-117.*
18. **Kartus J, Magnusson L, Stener S, Brandson S, et al.** Complications following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. A 2-5 year follow-up of 604 patients with special emphasis on anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthros* 1999; 7: 2-8.
19. **Aglietti P, Giron F, Puddu GF and Biddau F.** Early postoperative results after ACL reconstruction. BPTB Vs D-STG. *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000, 104-105.*
20. **Aglietti P, Giron F, Biddau F, Ciardullo A.** Confronto tra TR e DSTG nella ricostruzione del LCA. *Atti XVI e XVII corso teorico-pratico di chirurgia artroscopica, Bologna 2001-2, p 283-4.*
21. **Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA.** Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. *Am J. Sports Med* 1999; 27: 444-454.

22. **O'Neil DB.** Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective randomised analysis of three techniques. *J Bone Joint Surg* 1996; 78A : 803-813.
23. **Yunes M, Richmond JC, Engels EA and Pinczewski LA.** Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction : a meta-analysis. *Arthroscopy* 2001; 17(3): 248-257.
24. **Fu FH.** Lecture: how I do an ACL reconstruction. *Book of Abstracts Isakos Congress, Auckland, New Zealand 2003, p 2.39-2.42.*
25. **Fu FH, Bennett CH, Ma CB et al.** Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II: operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med* 2000; 28: 124-130.
26. **Gittens M, Gottlieb J, Howell S, Traina S, Zoellner T.** Effect of coronal angle of tibial tunnel on knee flexion and stability in anterior cruciate ligament reconstruction using double-looped hamstring tendon. *Poster presentation AAOS Annual Meeting, Orlando, Fl, 2000.*
27. **Scopp JM, Jasper LD and Moorman CT.** Coronal plane obliquity of the femoral tunnel in anterior cruciate ligament reconstruction: a new concept. *Presented at the meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, San Francisco, 2001.*
28. **Howell SM, Taylor MA.** Failure of reconstruction of the anterior cruciate ligament due to impingement by the intercondylar roof. *J Bone Joint Surg* 1993; 75A : 1044-1055.
29. **Girgis FG, Marshall JL and Monajem A.** The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clinic Orthop* 1975; 106: 216-231.

30. **Howell SM.** Principles for placing ACL graft tunnels endoscopically using transtibial technique and avoiding complication. *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000, 189-198.*
31. **Sapega AA, Moyer RA, Schneck C and Komalahiranya N.** Testing for isometry during reconstruction of the anterior cruciate ligament. Anatomical and biomechanical considerations. *J Bone Joint Surg Am 1990; 72: 259-267.*
32. **Kanamori A, Woo SL-Y, Ma CB et al.** The forces in the anterior cruciate ligament and knee kinematics during a simulated pivot shift test: a human cadaveric study using robotic technology. *Arthroscopy 2000; 16: 633-639.*
33. **Sakane M, Fox RJ, Woo SL-Y, Ma CB, Livesay GA, Li G and Fu FH.** In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res 1997; 15: 285-293.*
34. **Woo SL-Y, Kanamori A, Zeminski J, Yagi M, Papageorgiou C and Fu FH.** The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. *J Bone Joint Surg Am 2002; 84: 907-914.*
35. **Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debski RE, Fu FH and Woo SL-Y.** The biomechanical analysis of anatomical ACL reconstruction. *Am J Sports Med 2002; 30: 660-666.*

36. **Loh, Fukuda, Tsuda, Steadman, Fu, Woo.** Knee stability and graft function following ACL reconstruction: comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy* 2003; 19(4): 297-304.
37. **Yasuda K.** A novel procedure for anatomical posterolateral and anterolateral bundle reconstruction for the ACL. *Book of Abstracts Isakos Congress, Auckland, New Zealand 2003*, p 2.36-2.38.
38. **Mae T, Shino K, Miyama T et al.** Single Vs two-femoral socket anterior cruciate ligament reconstruction technique: biomechanical analysis using a robotic simulator. *Arthroscopy* 2001; 17: 708-716.
39. **Steiner ME, Hecker AT, Brown CH, Hayes WC.** Anterior cruciate ligament graft fixation: comparison of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med* 1994; 22: 240-246.
40. **Amis AA.** Biomechanical factors relating to ACL graft choice and fixation methods. *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000*, 207-209.
41. **Larson RV. Fixation options for hamstring tendon ACL grafts.** *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000*, 221-224.
42. **Mariani PP, Camilleri G and Margheritini F.** Transcondylar screw fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2001; 17(7): 717-723.

43. **Fabbriciani C, Milano G, Fadda S, Demontis A and Mulas PD.** Comparison of different fixation devices for ACL reconstruction with free tendon grafts. A biomechanical study on sheep. *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000, 234-235.*
44. **Hamner DL, Brown CH, Steiner ME, Hecker AT, et al.** Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: Biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint Surg 1999 ; 81A: 549-557.*
45. **Petteri Koussa et al.** The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction. Part I: femoral site. *Am J Sports Med 2003; 31(2): 174-181.*
46. **Clatworthy MG, Annear P, Bulow JU, et al.** Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective evaluation of hamstring and patellar tendon grafts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthro 1999; 7: 138-145.*
47. **Magen HE, Howell SM, Hull M.** Structural propriertes of six tibial fixation methods for anterior cruciate ligament soft tissue grafts. *Am J Sports Med 1999; 27: 35-43.*
48. **Petteri Koussa et al.** The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II: tibial site. *Am J Sports Med 2003; 31(2): 182-188.*
49. **Howell SM.** Deleterious effects of aperture fixation with an interference screw of a soft tissue ACL graft. *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000, 57-62.*

50. **Weiler A, Hoffman RFG, Stahelin AC, Bail HJ, Siepe CJ and Sudkamp NP.** Hamstring tendon fixation using interference screw: a biomechanical study in calf tibial bone. *Arthroscopy* 1998; 14: 29-37.
51. **Yasuda K.** Significance of graft tension in ligament reconstruction. *Book of Abstracts Isakos Congress, Montreux, Switzerland 2001, p 3.23-3.26.*
52. **Pederzini L, Tosi M, Botticella C, Prandini M, Martini F, Borghetti P.** Tensioning in ACL surgery. *Atti 16° Congresso Nazionale S.I.A., Genova 2003, p 5-11.*
53. **Howell SM and Hull ML.** Aggressive rehabilitation using hamstring tendons: graft construct, tibial tunnel placement, fixation properties and clinical outcome. *American Journal of Knee Surgery* 1998; 11(2): 120-127.
54. **Aglietti P, Giron F, Cuomo P, Ciardullo A.** Novità sulla ricostruzione del legamento crociato anteriore. *Atti 16° Congresso Nazionale S.I.A., Genova 2003, p 1-4.*
55. **Woo SL-Y.** Biomechanics of ACL & PCL – Robotics technology. *Book of Abstracts Isakos Congress, Auckland, New Zealand 2003, p 1.1-1.9.*
56. **Fu FH.** Tissue engineering of the ACL. *Book of abstracts (ACL at the beginning of the third millennium), Montecatini Terme 2000, 67-70.*
57. **Woo SL-Y.** From molecular biology to surgical Treatments. *Book of Abstracts Isakos Congress, Montreux, Switzerland 2001, p 2.67-2.70.*

## DIDASCALIA FIGURE

1. PRELIEVO DEL TERZO MEDIO DEL TENDINE ROTULEO
2. PRELIEVO DEI TENDINI SEMITENDINOSO E GRACILE
3. FASE ARTROSCOPICA DELLA RICOSTRUZIONE DEL LCA
4. POSIZIONAMENTO DELLA GUIDA TIBIALE PER  
L'ESECUZIONE DEL TUNNEL
5. IMMAGINE INTRA-ARTICOLARE DELLA GUIDA TIBIALE
6. TUNNEL FEMORALE ESEGUITO IN POSIZIONE CORRETTA
7. SECOND-LOOK ARTROSCOPICO DI INNESTO A 3 aa
8. SISTEMI DI FISSAZIONE FEMORALE PER T.R.
9. SISTEMI DI FISSAZIONE TIBIALE PER T.R.
10. SISTEMI DI FISSAZIONE FEMORALE PER ST-G
11. DOPPIA FISSAZIONE TIBIALE PER ST-G
12. TABELLA I (SENZA COMMENTO)
13. TABELLA II (SENZA COMMENTO)