

TRAPIANTO ARTROSCOPICO DI CELLULE MESENCHIMALI AUTOLOGHE NELLA CAVIGLIA

Indicazioni, Tecnica chirurgica e Protocollo riabilitativo

S. Giannini, R. Buda, I. Fusaro, F. Vannini, A. Ruffilli, M. Cavallo, A. Timoncini



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituti Ortopedici Rizzoli di Bologna

istituto di ricerca e cura a carattere scientifico



Azienda Ospedaliera I.R.C.C.S.

Indice

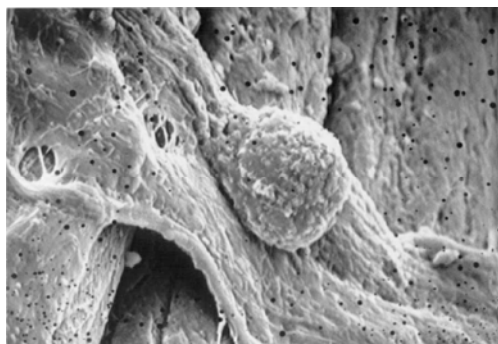
INTRODUZIONE	Pag. 2
LA CARTILAGINE ARTICOLARE	
Anatomia e funzione	Pag. 5
Anatomia della Tibio-tarsica	Pag. 6
Biomeccanica della Tibio-tarsica	Pag. 8
Capacità rigenerative della cartilagine	Pag. 11
Il danno cartilagineo	Pag. 12
Le metodiche di trattamento del danno cartilagineo	Pag. 14
IL TRAPIANTO DI CELLULE MESENCHIMALI AUTOLOGHE	
Indicazioni	Pag. 17
Intervento chirurgico	Pag. 18
ALCUNI CONSIGLI...	Pag. 22
IL TRATTAMENTO RIABILITATIVO	
Fase postoperatoria precoce	Pag. 24
Fase postoperatoria tardiva	Pag. 27
Fase di ripresa dell'attività fisica e sportiva	Pag. 31
La Rieducazione in acqua	Pag. 32
NUMERI TELEFONICI UTILI - IOR	Pag. 33
BIBLIOGRAFIA	Pag. 34

INTRODUZIONE

La pratica di attività sportiva a carattere amatoriale e' sempre piu' diffusa tra la popolazione e di conseguenza e' aumentata la patologia traumatica e degenerativa della cartilagine articolare delle articolazioni maggiormente sottoposte a sollecitazione ed in particolare della caviglia.

L'integrità della cartilagine articolare, in tutte le sue componenti (cellule e matrice), rappresenta il principale fattore di salvaguardia da processi degenerativi e artrosici.

La caviglia è un'articolazione fortemente a rischio di lesioni cartilaginee in quanto sottoposta a carico e facilmente soggetta a traumi distorsivi e da impatto. E' pertanto necessario escludere una patologia cartilaginea post-traumatica in caso di problematiche quali dolore articolare resistente alle cure, difficoltà a camminare, deficit funzionale che si acuisce dopo sforzo o stazione eretta prolungata.



La cartilagine ialina danneggiata viene sostituita con un tessuto di riparazione diverso. Tale evoluzione sfavorevole si osserva anche dopo i tradizionali trattamenti chirurgici. Anche in questi casi non si osserva il ripristino della cartilagine, normalmente rappresentata, ma il tessuto di nuova formazione appare costituito da fibrocartilagine, cioè da un

tessuto riparativo che presenta caratteristiche biomeccaniche inferiori rispetto alla cartilagine ialina. Il trapianto di condrociti autologhi si è dimostrato in grado di ricostituire un rigenerato ialino ma rimane comunque una procedura che prevede due interventi chirurgici e una fase di espansione cellulare in laboratorio della durata di circa 30 giorni. I recenti progressi nel campo della bioingegneria tissutale hanno consentito lo sviluppo di una procedura chirurgica innovativa che permette la rigenerazione della cartilagine ialina in un unico tempo chirurgico mediante il reimpianto di cellule mesenchimali autologhe veicolate su biomateriale con aggiunta di fattori di crescita autologhi. Le cellule mesenchimali da aspirato midollare hanno dimostrato ottime proprietà di replicazione e differenziazione in senso osteocartilagineo; ciò consente di evitare la fase di espansione cellulare, indispensabile utilizzando condrociti autologhi. L'aspirato midollare contenente le cellule mesenchimali viene prelevato, concentrato, arricchito di fattori di crescita ed impiantato sul biomateriale. Il composto così ottenuto viene quindi inserito in articolazione per via artroscopia.

La parola artroscopia deriva dal greco e significa "guardare dentro alle articolazioni". Oggigiorno l'artroscopia di caviglia è una metodica abitualmente praticata ed è divenuta tecnica indispensabile nel bagaglio di esperienza di ogni chirurgo ortopedico; essa consente di visualizzare, diagnosticare e trattare le patologie all'interno delle articolazioni con un minimo trauma all'articolazione e quindi un recupero velocissimo rispetto alle tecniche di chirurgia tradizionali.

Questo opuscolo ha lo scopo di dare informazioni adeguate al paziente che deve affrontare un intervento di trapianto di cellule mesenchimali autologhe in artroscopia.

Esempio di consenso informato per il paziente, l'opuscolo rappresenta anche una fonte di utili nozioni per quanti sono direttamente o indirettamente coinvolti nel raggiungimento del risultato ottimale dell'intervento: familiari, medico di base, terapisti.

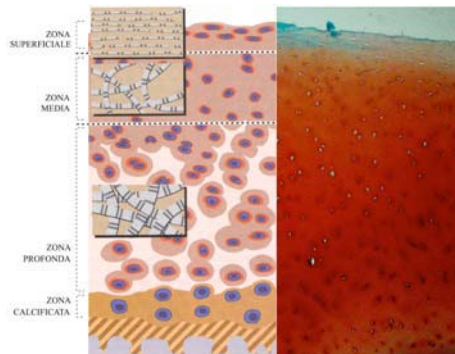
Dopo brevi cenni sull'anatomia e la funzionalità dell'articolazione della caviglia vengono descritti i vari gradi di lesione della cartilagine, una descrizione del danno alla cartilagine e le varie tecniche di riparazione oggi utilizzate. Infine verrà descritto l'intervento di trapianto di cellule mesenchimali autologhe ed il protocollo rieducativo da adottare.

CARTILAGINE ARTICOLARE: ANATOMIA E FUNZIONE

La cartilagine è un tessuto di colore bianco perlaceo che avvolge i capi ossei articolari. Essa contribuisce a ridurre al minimo l'attrito trasferendo il carico tra i due capi articolari da un capo all'altro dell'articolazione. Essa rappresenta una forma specializzata di tessuto ed è costituita da cellule denominate condrociti e da un'abbondante sostanza intercellulare, a sua volta costituita da fibre extracellulari immerse in una sostanza amorfa.

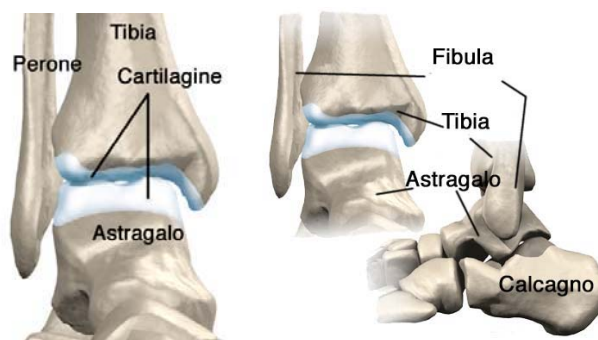


La struttura della cartilagine articolare può essere divisa in quattro maggiori zone: superficiale, media, profonda e calcificata. Queste zone sono caratterizzate da una distinta organizzazione delle cellule e della matrice extracellulare.



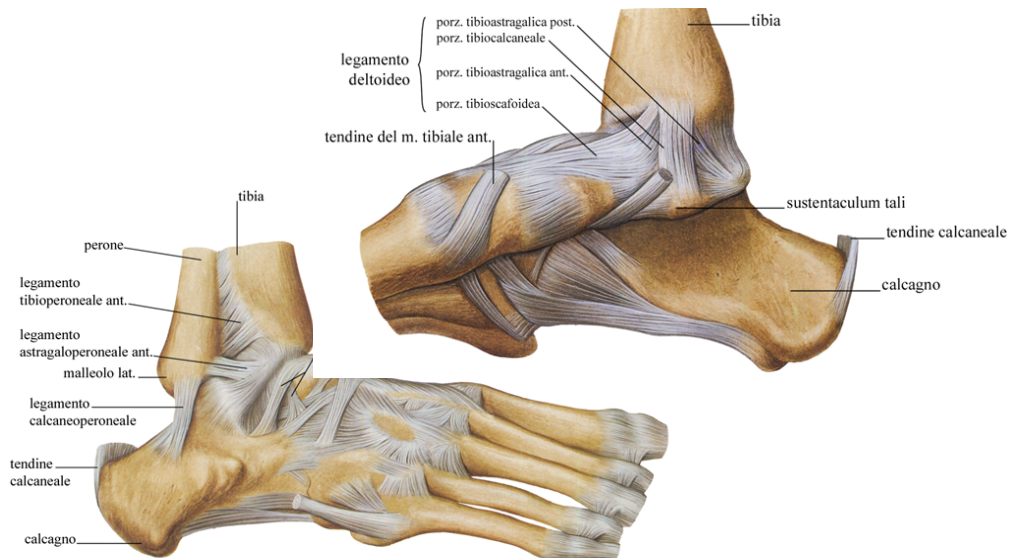
La principale funzione della cartilagine è quella di supporto e protezione dell'osso sottostante. Una sua erosione, più o meno profonda, viene chiamata condropatia e provoca un alterato scorrimento dei capi articolari che si traduce in dolore, gonfiore e difficoltà di movimento.

ANATOMIA DELLA TIBIO-TARSICA



L'articolazione tibio-tarsica collega, consentendone lo spostamento reciproco, la tibia ed il perone nel versante superiore, e l'astragalo nel versante inferiore. Nel versante superiore le superfici articolari delle ossa della gamba formano un incastro a mortaio per la troclea astragalica del versante inferiore. I rapporti tra le strutture ossee sono mantenute dalla capsula articolare rinforzata da legamenti. La capsula articolare si inserisce sui bordi del mortaio tibio-peroneale e della superficie articolare dell'astragalo.

I legamenti invece sono robuste corde fibrose che rinforzano la capsula articolare inserendosi sulle superfici ossee.



- all'esterno il malleolo peroneale è unito all'astragalo ed al calcagno dai legamenti Peroneo Astragalico Anteriore (PAA) e Posteriore (PCP), Peroneo Calcaneare (PC).

- all'interno il malleolo tibiale è unito all'astragalo ed al calcagno dal Legamento Deltoideo.

La stabilità dinamica è inoltre garantita dall'azione forte e coordinata dei muscoli peronieri, tibiali e flessori.

La coordinazione dei vari elementi porta alla corretta distribuzione dei carichi durante il cammino, la corsa o il salto.

BIOMECCANICA FUNZIONALE DELLA TIBIO-TARSICA

L'articolazione tibio-tarsica permette la distribuzione dei carichi e la trasmissione delle forze (gravitazionale, muscolare) dalla gamba al piede.

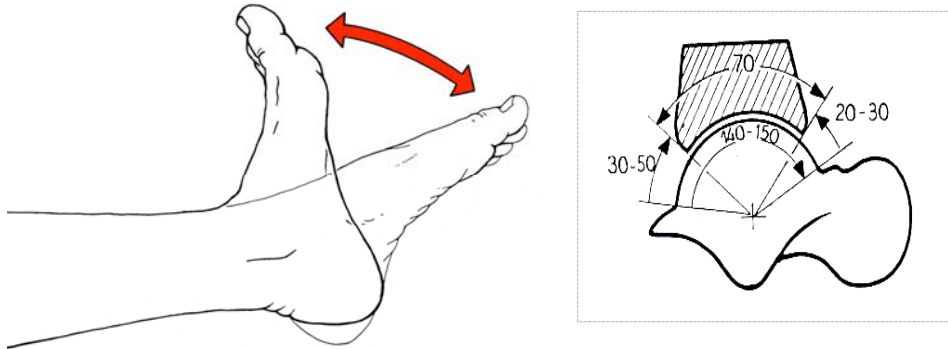
Il piede, segmento distale dell'arto inferiore, rappresenta l'espressione di un processo evolutivo che lo ha reso sempre più adatto allo svolgimento delle sue funzioni fondamentali di sostegno e di spostamento del corpo.

E' l'unica struttura del corpo umano a contatto con il suolo, e si comporta alternativamente come struttura rigida o flessibile in funzione delle diverse fasi del ciclo del passo.

In questa sua funzione di collegamento tra gamba e piede l'articolazione tibio-tarsica necessita di una libertà di movimento sui tre assi principali: l'asse trasversale, l'asse longitudinale della gamba e l'asse longitudinale del piede.

Durante il movimento sui vari assi vengono coinvolte le articolazioni limitrofe.

**1) Movimenti che si svolgono sull'asse trasversale,
normale al piano sagittale:**



La rotazione definita attorno a questo asse è detta flessione dorsale/flessione plantare.

E' il settore di movimento principale per la conformazione anatomica dell'articolazione tibio-tarsica.

L'ampiezza dei movimenti di flesso-estensione variano da 70° a 80°.

In particolare prevale il movimento di flessione dorsale (30°-50°) rispetto alla flessione plantare (20°-30°).

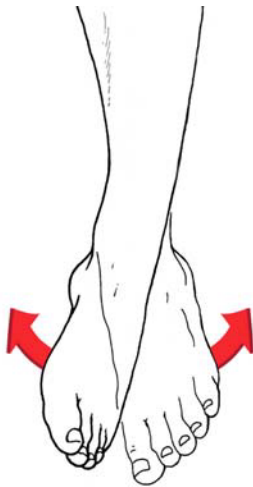
2) Movimenti che si svolgono sull'asse longitudinale della gamba, normale al piano trasversale:



La rotazione definita attorno a questo asse è detta abduzione- adduzione.

L'ampiezza del movimento di abduzione è di circa 10° mentre per l'adduzione è di circa 20° .

3) Movimenti che si svolgono sull'asse longitudinale del piede, normale al piano frontale:



La rotazione definita attorno a questo asse è detta supinazione-pronazione.

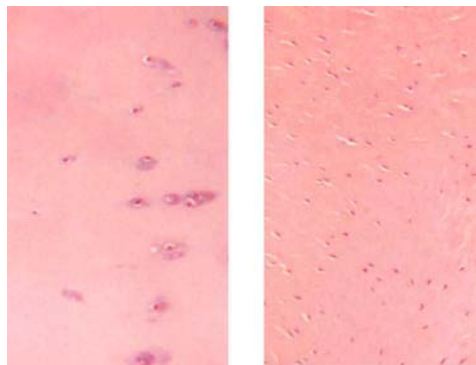
Per entrambi i movimenti l'escursione è di circa 5° a carico dell' articolazione tibio-tarsica.

Il movimento di pronosupinazione del mediopiede è carico della articolazione sottoastragalica. (Hoppenfeld)

CAPACITA' RIGENERATIVE DELLA CARTILAGINE

La cartilagine articolare è avascolare e relativamente ipocellulare. Quando si verifica un trauma cartilagineo i condrociti ai margini dell'insulto traumatico non si moltiplicano sufficientemente producendo nuova matrice in quantità non idonea a riparare il danno. La risposta riproduttiva varia a seconda dell'età del soggetto colpito. Può essere completa nel bambino in fase di crescita ma non nell'adulto. Nel bambino il rimodellamento ed il turnover della matrice è molto più pronunciato e parte integrante dei processi di accrescimento dello stesso. Entrano così in gioco piccole molecole che hanno lo scopo di regolare i processi proliferativi chiamate citochine. Nell'adulto tali molecole regolatrici sono presenti a livelli minimi e ciò determina una capacità rigenerativa ridotta.

Il tessuto viene quindi sostituito da un tessuto fibrocartilagineo che non ha le stesse caratteristiche biomeccaniche della cartilagine ialina nativa.



IL DANNO CARTILAGINEO

Si riconoscono 4 stadi di danno cartilagineo a gravità crescente:

- **1° grado** in cui il mantello cartilagineo si presenta continuo ma di consistenza molle, talvolta rigonfio.
- **2° e 3° grado** in cui le fissurazioni interessano quasi o tutto lo spessore del mantello cartilagineo.
- **4° grado** in cui la cartilagine è completamente erosa e lascia scoperto l'osso sottostante.

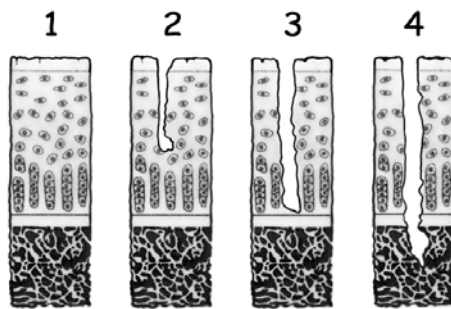


Immagine diagrammatica dei quattro gradi di lesione cartilaginea.

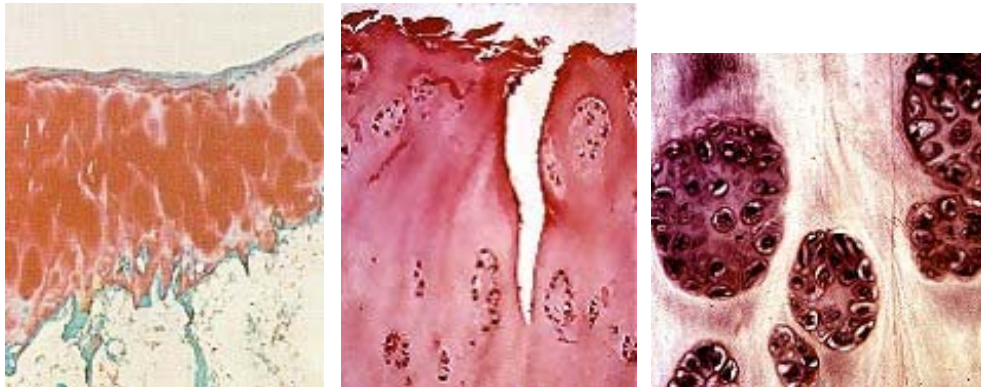
Classificazione I.C.R.S

La prima alterazione che si verifica a carico della cartilagine è un eccesso di idratazione ed una riduzione selettiva di alcuni componenti fondamentali per la struttura della stessa: i proteoglicani ed i glicosamminoglicani. Con l'aggravarsi del danno cartilagineo, queste molecole, subiscono una progressiva degradazione. Questo determina un indebolimento della matrice con progressiva perdita di sostanza. A questo punto si innesca un meccanismo infiammatorio provocato da piccoli frammenti di cartilagine che si riversano nell'articolazione.

In un secondo momento la cartilagine tenta la riparazione della lesione attraverso la moltiplicazione dei condrociti. Come già accennato, tale rigenerazione è insufficiente a riparare il danno cartilagineo per cui nei casi più gravi si assiste alla penetrazione di gettoni di tessuto connettivo provenienti dagli spazi midollari dell'osso subcondrale.

Riconosciamo pertanto quattro momenti patogenetici:

- Modificazioni biochimiche della cartilagine.
- Codrolisi enzimatica o mediata da altre sostanze.
- Infiammazione con attivazione del sistema immunitario.
- Rimodellamento della cartilagine e dell'osso subcondrale.



Cartilagine articolare vista al microscopio che raffigurano il tentativo di compenso proliferativo della cartilagine dopo una lesione

LE METODICHE DI TRATTAMENTO DEL DANNO CARTILAGINEO NELLA CAVIGLIA

Allo scopo di indirizzare il trattamento del danno cartilagineo sono state sviluppate numerose tecniche:

SHAVING CARTILAGINEO (o DEBRIDEMENT):



Consiste nella pulizia del focolaio di lesione della cartilagine articolare. Può essere eseguita per via artrotomica "a cielo aperto" oppure per via artroscopica. Il tessuto rigenerato, non avendo l'idrofilia e l'elasticità necessaria, non risponde appieno alle esigenze meccaniche dell'articolazione. Questa tecnica

trova indicazione nelle lesioni di piccole dimensioni e non a tutto spessore (grado 1-2 e 3 solo in casi selezionati).

COURETTAGE:



Consiste nella pulizia del focolaio di lesione con asportazione completa del tessuto osteocondrale patologico. E' una tecnica che si esegue per via artrotomica o artroscopica. Ha lo scopo di alleviare per un certo periodo il dolore, diminuire il gonfiore ed eliminare le possibilità di blocco articolare. Anche in questo caso il tessuto cartilagineo rigenerato e' fibrocartilagineo.

Questa tecnica trova indicazione nelle lesioni di piccole dimensioni, a tutto spessore

MICROFRATTURE: Questa tecnica associa al courettage l'esecuzione di perforazioni dell'osso subcondrale eseguito con appositi puntali. In questo modo si ottiene un sanguinamento del letto del focolaio osteocondritico. Le cellule del midollo osseo entrano in contatto con il difetto cartilagineo. Le cellule midollari totipotenti occupano così la zona del danno promuovendo la formazione di un coagulo che in seguito matura in una compatta cicatrice cartilaginea. Studi hanno mostrato come questa sia una struttura fibrocartilaginea. Come già detto sebbene questa nuova cartilagine sia duratura e possa resistere per alcuni anni, non può avere la stessa resistenza e la stessa efficacia della cartilagine



ialina originale esistente prima dell'insulto. Trova indicazione nelle lesioni a tutto spessore di dimensioni fino a 1,5 - 2 cm.

MOSAICOPLASTICA: Questa tecnica consiste nell'utilizzo della cartilagine del paziente stesso per riparare la zona danneggiata. Tale procedura implica l'utilizzo di cilindri di cartilagine da prelevare da zone non di carico del ginocchio in sostituzione di aree di lesione cartilaginee della caviglia. La mosaicoplastica è indicata per le



lesioni della cartilagine a tutto spessore ma di piccola e media grandezza (idealmente per difetti compresi tra 1 e 4 cm²). L'area di cartilagine donatrice, infatti, va incontro ad una riparazione spontanea con fibrocartilagine. Questa tecnica, sebbene in grado di ricostruire cartilagine almeno nella sede riparata, può provocare la comparsa di una patologia del sito donatore.

TRAPIANTO ARTROSCOPICO DI CONDROCITI

AUTOLOGHI: Il trapianto di condrociti autologhi prevede una prima fase durante la quale viene prelevato un frammento di cartilagine sana, in artroscopia, da una zona di non carico articolare del ginocchio oppure dal focolaio stesso di lesione della caviglia. I condrociti prelevati sono espansi in laboratorio per circa 30 giorni. A circa 30 giorni dal prelievo di cartilagine si procede alla seconda fase dell'intervento con l'impianto delle cellule cartilaginee coltivate, in artroscopia, rimuovendo la



cartilagine danneggiata per rendere l'area adatta a ricevere le cellule. Su questa area appositamente ripulita viene posizionata la membrana infarcita di condrociti che andranno a colonizzare la zona di lesione.

TRAPIANTO DI CELLULE MESENCHIMALI AUTOLOGHE

INDICAZIONI

Per la selezione dei pazienti sono validi i seguenti criteri di inclusione:

- Presenza di lesioni osteocondrali croniche focali del dome talare di tipo III o IV della classificazione ICRS
- Dimensioni della lesione $> 1.5 \text{ cm}^2$
- Età dei pazienti < 50 anni

CONTROINDICAZIONI

Sono invece considerati criteri di esclusione:

- Presenza di artrosi o lesioni a specchio
- Maleallineamento assiale o instabilità legamentosa (se presenti devono essere corrette precedentemente)
- Artrite settica
- Patologia reumatica

INTERVENTO CHIRURGICO

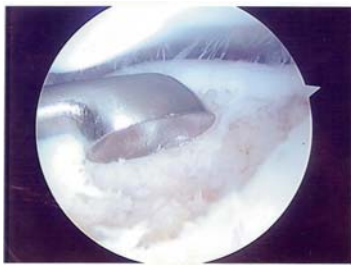
Il midollo osseo viene aspirato dalla cresta iliaca postero-superiore dopo allestimento di un campo operatorio sterile con il paziente in decubito prono e già in anestesia generale o spinale. Direttamente in sala operatoria il materiale aspirato viene processato tramite un'apposito strumento in grado di concentrare e separare le cellule con lo scopo di aumentare la percentuale di cellule mesenchimali.

Il paziente viene posizionato in decubito supino e si procede all'impianto delle cellule mesenchimali, in artroscopia, dopo aver rimosso la cartilagine danneggiata dal focolaio di lesione per rendere l'area adatta a ricevere le cellule. Su questa area appositamente ripulita viene posizionato il biomateriale a base di collagene bovino liofilizzato o di acido ialuronico esterificato. Il biomateriale è arricchito di fattori di crescita autologhi ed infarcito di cellule mesenchimali che andranno a colonizzare la zona di lesione. La peculiarità del collagene bovino liofilizzato è rappresentata dalla possibilità di unirlo ad un mezzo fluido per creare una pasta malleabile ed omogenea con la quale colmare la lesione in maniera precisa. L'estere benzilico dell'acido ialuronico invece, grazie alle sue intrinseche proprietà di solidità ed adesività, viene sagomato ed impiantato in modo stabile per riempire il difetto in modo appropriato. I fattori di crescita principalmente implicati nella differenziazione in senso cartilagineo delle cellule mesenchimali sono il Transforming Growth Factor^{beta} (TGF^{beta}) e l' Insulin-like Growth Factor (IGF-1).

Entrambi sono facilmente reperibili nel gel piastrinico, prodotto con metodo automatizzato a partire da sangue venoso ottenuto dal paziente tramite un semplice prelievo effettuato al momento del ricovero. La selezione dei pazienti per questo tipo di metodiche è fondamentale per ottenere dei buoni risultati, infatti le indicazioni devono essere rigorose come altrettanto i criteri di esclusione.



1- Prelievo di aspirato midollare per ottenere cellule mesenchimali



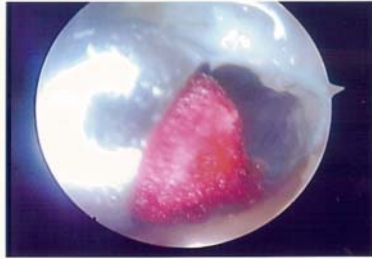
2- Si crea l'area che ospiterà le cellule mesenchimali concentrate



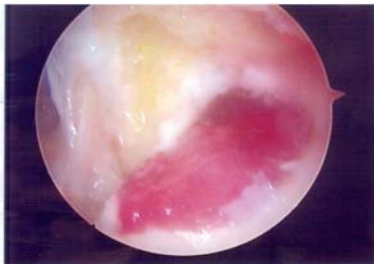
3- La cartilagine viene misurata



4- Biomateriale infarcito di cellule mesenchimali e fattori di crescita



5- Attraverso una cannula il biomateriale che contiene le cellule mesenchimali viene posizionato nell'area di lesione



6- Impianto posizionato stabilmente nel sito di lesione



7- sutura sugli accessi
artroscopici



8- medicazione post chirurgica

I RISULTATI

I **risultati** di questa metodica appaiono sia dal punto di vista morfostrutturale che dal punto di vista clinico, superiori a quelli ottenuti dai trattamenti chirurgici tradizionali ed in linea con quelli raggiunti con il trapianto di condrociti autologhi. Rispetto a quest'ultima metodica appare tuttavia evidente il vantaggio di un unico tempo chirurgico.

ALCUNI CONSIGLI PER IL PAZIENTE CHE DEVE SOTTOPORSI A TRAPIANTO DI CELLULE MESENCHIMALI AUTOLOGHE IN ARTROSCOPIA NELLA CAVIGLIA

Prima del ricovero

Nel periodo precedente al ricovero, il paziente dovrebbe adottare alcuni comportamenti per giungere all'intervento nelle migliori condizioni possibili. Eliminare l'eventuale eccesso ponderale, con una dieta ipocalorica adeguata. Il paziente deve effettuare esercizi di mobilizzazione della caviglia e di rinforzo muscolare con movimenti attivi del piede e senza stressare l'articolazione. Se c'è dolore, questo va controllato con fisioterapia antalgica, esercizi decontratturanti ed eventuale terapia farmacologia.

La degenza preoperatoria

Durante la degenza preoperatoria, il paziente è sottoposto ad un esame clinico dell'articolazione tibio-tarsica da operare, a esami di laboratorio, ad un esame radiografico del torace (se ha più di 40 anni e/o è un fumatore), ad elettrocardiogramma, infine a visita anestesiologicala e internistica.

Verrà inoltre eseguito un prelievo di sangue venoso per la produzione del gel piastrinico con metodo automatizzato.

Il paziente verrà informato sul percorso rieducativo postoperatorio, sarà istruito su come usare le stampelle e sui vari tipi di contrazione muscolare e sui movimenti pericolosi per la articolazione.

Il giorno che precede l'intervento, il paziente è preparato secondo il consueto schema "igienico" (pulizia intestinale, doccia

con sapone antisettico monouso...), a cena può assumere soltanto thè e, dalla mezzanotte, deve rimanere a digiuno.

La degenza postoperatoria

Il paziente esce dalla sala operatoria con un bendaggio elastico compressivo alla caviglia. Nell'immediato postoperatorio comincerà la profilassi antitromboembolica. Libertà di movimento a letto, le prime dodici ore senza alzarsi. Dimissione prevista il giorno seguente l'intervento. Dal mattino seguente l'intervento il paziente può alzarsi con stampelle senza caricare sull'arto operato.

Quando consultare il chirurgo

- Improvviso gonfiore od instabilità al piede,
- Forte dolore, senso di tensione o pulsazione della caviglia e del piede,
- Se compare febbre oltre 38 °,
- In caso di sanguinamento delle ferite con imbibitura della medicazione (una piccola quantità di sangue sulle garze è normale).

IL TRATTAMENTO RIABILITATIVO

Il trattamento riabilitativo viene personalizzato dopo avere valutato il paziente in equipe (ortopedico, fisiatra e fisioterapista).

Possiamo distinguere tre fasi riabilitative con tempi che possono variare in base alle condizioni cliniche del paziente.

FASE POST-OPERATORIA PRECOCE "Da 0 alla 6° settimana dall'intervento"

Nell' immediato post-operatorio il paziente esegue:

- **mobilizzazione passiva continua (CPM) su apparecchio**



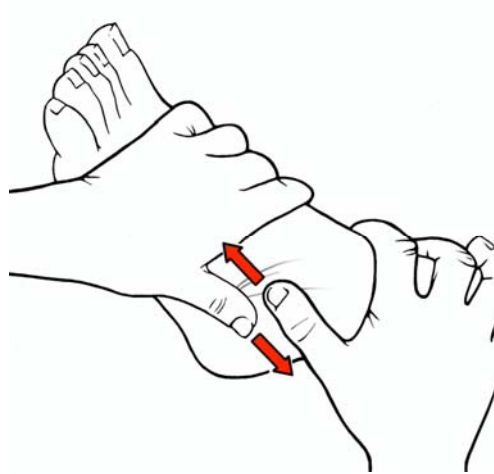
motorizzato: questo movimento, attraverso la compressione e la decompressione articolare, facilita la proliferazione delle cellule mesenchimali e la loro differenziazione in senso condrocitario, stimola la sintesi delle molecole della matrice cartilaginea e riduce il rischio di aderenze all'interno dell'articolazione. Inizialmente la CPM si effettua a velocità lenta

(1 ciclo al minuto) in 2-3 giorni si

raggiungono le 6-8 ore di trattamento quotidiano. L'articolari  va regolata in base alla soglia del dolore, ricercando sia il movimento di flesso-estensione che di prono-supinazione.

mobilizzazioni effettuate passivamente dal terapeuta: su tutte le articolazioni del piede, sulla caviglia e sulla tibio peroneale allo scopo di recuperare il movimento completo di tutte le componenti del piede. Si inizia dalle articolazioni distali, non coinvolte nel traumatismo chirurgico per arrivare progressivamente a quelle interessate.

- **massaggio connettivale della cicatrice**, per evitare retrazioni fibrose.



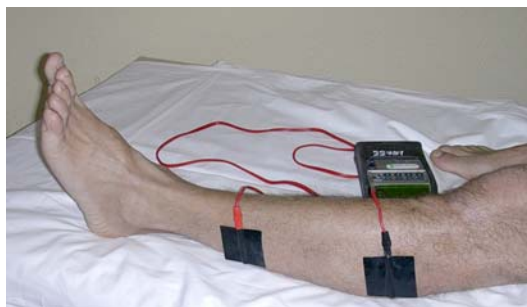
- **esercizi di stretching** per i muscoli posteriori che tendono ad essere accorciati.



Esercizi di allungamento dei muscoli posteriori: "...chinatevi lentamente verso la gamba fino a raggiungere la posizione di tensione e mantenetela per circa 20 secondi. Quando la sensazione di tensione diminuisce allungatevi ancora di più e mantenetela per circa 25 secondi. Poi cambiate lato ed allungatevi allo stesso modo". Utilizzate un asciugamano se avete difficoltà a raggiungere il piede come nella figura sopra. (Bob Anderson).

- **rinforzo muscolare** per tutti i muscoli del piede con particolare riguardo per gli stabilizzatori della caviglia: peronei, estensore comune delle dita, tibiale posteriore, flessore lungo delle dita, flessore lungo dell'alluce. Si effettua con esercizi attivi non contrastati.

- **elettroterapia**, utile soprattutto nei pazienti con deficit muscolari,



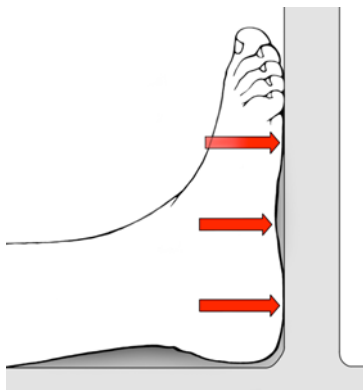
- **massaggio linfatico e la ginnastica vascolare** utili per il riassorbimento dell'edema.

Per le prime sei settimane dopo l'intervento il paziente cammina con carico sfiorante (20- 30%) del peso corporeo.

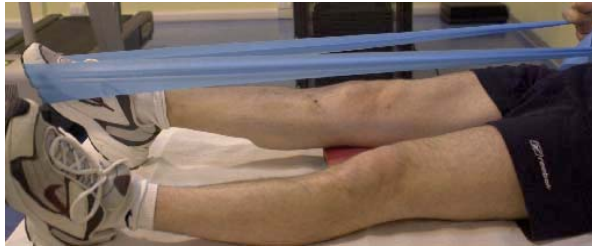


FASE POSTOPERATORIA TARDIVA "dalla 6° settimana a 4 mesi dall'intervento"

In questa fase gli **esercizi** vengono effettuati con contrasto manuale o con pesi di 1-2 kg.

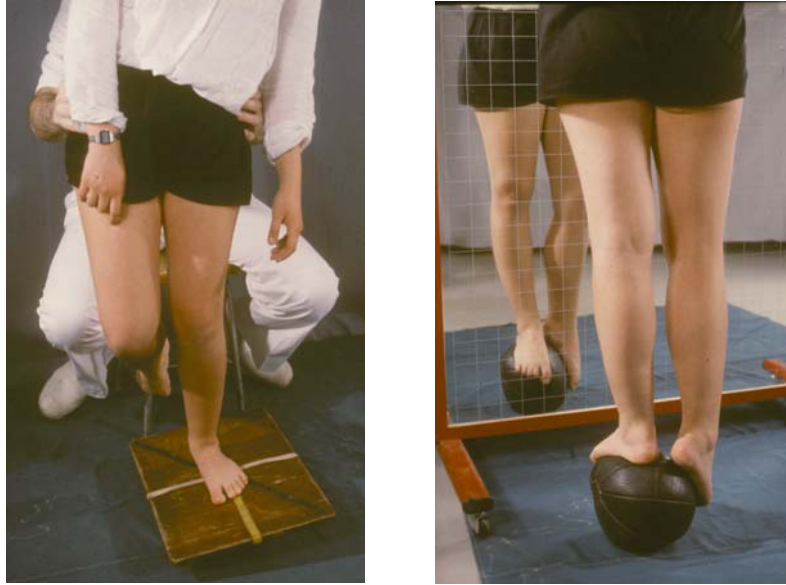


A questi associamo esercizi con **elastici** ed esercizi che coinvolgono la muscolatura di tutto l'arto inferiore come la **cyclette**, eseguita aumentando progressivamente la durata e la resistenza.



Dalla sesta settimana il paziente può caricare progressivamente sul piede operato sino a raggiungere il carico completo e l'abbandono di un bastone (quello dal lato operato). Occorre controllare che il passo avvenga con la corretta sequenza: tallone, pianta, punta e che la lunghezza del passo sia uguale per entrambi i lati.

A otto settimane se il cammino è corretto anche il secondo bastone può essere abbandonato.



ginnastica propriocettiva svolta con la tavoletta di Freeman e con una palla poco gonfia.

A partire dalla ottava settimana se l'articolari  ed il trofismo sono stati recuperati ed in assenza di dolore si esegue la **ginnastica propriocettiva** che consiste in esercizi destabilizzanti effettuati sulla tibio-tarsica operata. La rieducazione propriocettiva viene inizialmente effettuata senza carico e dalla decima settimana con carico bipodalico, monopodalico e su mezzi instabili di difficolt  crescente.

Il paziente si esercita con le **scale**, **leg press** e **tapis roulant** o con la **bicicletta all'aperto**.

Quindi il programma riabilitativo procede con **esercizi personalizzati** per intensità e difficoltà in base al quadro clinico e alla tipologia del paziente.

A tre mesi dall'intervento gli **esercizi isocinetici** possono essere introdotti nel trattamento riabilitativo



FASE DI RIPRESA DELL'ATTIVITA' FISICA E SPORTIVA "dopo 4 mesi dall'intervento"

Intorno al quarto mese si riprende l'attività lavorativa intensa e nei pazienti sportivi si pratica l'allenamento aerobico per il

recupero di una adeguata forma fisica.

Dal sesto mese è concessa la corsa sul campo con figure a otto e rapidi cambi di direzione e la rieducazione sport-specifica progressiva così come il ritorno ad uno sport a basso impatto (sci di fondo).

A dodici mesi dall'intervento si possono praticare sport ad alto impatto come il calcio e il tennis.



LA RIEDUCAZIONE IN ACQUA

La rieducazione in acqua può essere eseguita già 15 giorni dopo l'intervento ed è indicata in tutte le fasi del trattamento per migliorare l'articolazione ed il trofismo e per sopperire al lungo



periodo in cui il paziente può appoggiare solo parzialmente il peso del corpo sul piede operato.

Infatti l'immersione di un arto dentro l'acqua determina una spinta verso l'alto con conseguente diminuzione del peso dell'arto sino ad $1/8$ del suo peso effettivo. Ciò comporta una minore tensione tissutale e articolare e quindi un lavoro in decoaptazione. Ne deriva un maggior movimento con minor sforzo muscolare e minor dolore. L'acqua rappresenta pertanto un ambiente protetto in cui recuperare il movimento. Inoltre la terapia in acqua permette una intensa stimolazione dei recettori non solo del segmento interessato ma di tutto il corpo.

NUMERI TELEFONICI UTILI DEGLI ISTITUTI ORTOPEDICI RIZZOLI

Centralino	051 - 6366111
Guardiola infermieri	051 - 6366109
Reparto VI divisione	051 - 6366175
Studio Medici VI divisione	051 - 6366212 051 - 6366878 051 - 6366368
Segreteria Reparto VI	051 - 6366251
Guardiola Infermieri	051 - 6366370
Reparto Dozzinanti	051 - 6366839
Segreteria Reparto Dozzinanti	051 - 6366628
Direzione sanitaria	051 - 6366227
Pronto soccorso	051 - 6366300

BIBLIOGRAFIA

Brittberg M; Winalski CS: *Evaluation of cartilage injuries and repair.* JBJS 2003.

Hangody L, Fules P : *Autologus Osteocondral Mosaicoplasty for the treatment of Full-thickness Defects of Weight-Bearing Joints.* JBJS 2003.

Robin Poole A : *What type of cartilage Repair are we attempting to attain?* JBJS 2003.

Galois L, Freyria AM, Herbage D, Mainard D: *Cartilage tissue engineering: state-of-the-art and future approaches.* Pathol Biol Paris 2005.

Oreffo RO, Cooper C, Mason C, Clements M: *Mesenchymal stem cells: lineage, plasticity, and skeletal therapeutic potential.* Stem Cell Rev. 2005.

I.A. Kapandji. Arto inferiore parte IV.

S.Hoppenfeld. *L'esame obbiettivo dell'apparato locomotore.* Aulo Gaggi editore, Cap 8. Esame obbiettivo del piede e della tibiotarsica 233-271.