UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

campus savona

Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2018/2019

Campus Universitario di Savona

Lesioni multilegamentose di ginocchio: classificazione e trattamento

Candidato:

Dott. MARIVO Simone

Relatore:

Dott. FRANCINI Luca

Indice:

1. Abstract **3**

2. Introduzione **4**

a. Inquadramento della patologia
b. Incidenza
c. Eziopatogenesi e meccanismi traumatici
d. Possibili lesioni associate
e. Imaging radiologico
f. Ritorno allo sport e al lavoro
g. Biomeccanica/anatomia ginocchio
h. Lesioni concomitanti ad altre strutture
i. Attuale stato della letteratura
j. Obiettivo dello studio

3. Materiali e metodi **16**

a. Criteri di eligibilità
b. Metodologia di ricerca
c. Processo di raccolta dati
d. Caratteristiche dei dati
e. Rischio BIAS dei singoli studi

4. Risultati **19**

a. Selezione degli studi
b. Caratteristiche generali degli studi
c. Rischio bias degli studi
d. Sintesi dei risultati

5. Discussione **26**

a. Classificazione delle lesioni
b. Strategie terapeutiche
c. Analisi delle variabili di progressione
d. Outcome finali

6. Conclusione **46**

7. Bibliografia **47**

Abstract

Background: La letteratura scientifica è ricca di lavori che indagano i programmi terapeutici dei singoli legamenti, valutando le progressioni degli esercizi da svolgere e dando delle tempistiche da osservare per una corretta guarigione del tessuto, tutto questo però non è stato indagato per le lesioni che coinvolgono più legamenti. Una delle motivazioni è la gran varietà di presentazioni cliniche che si sviluppano dopo il trauma a causa delle varie combinazioni di legamenti lesionati e del possibile danno alle strutture limitrofe. La difficoltà nello studiare questo genere di lesioni è dovuto in prima istanza al fatto che si utilizzino diversi metodi di classificazione che non sono sempre precisi sulla qualità e quantità delle lesioni. Questo porta ad una scarsità di studi consistenti che permettano di identificare delle linee guida per il trattamento di questi traumi. L'obiettivo di questo studio è di indagare lo stato dell'arte delle classificazioni e del trattamento nelle lesioni multilegamentose di ginocchio.

Metodi: Per perseguire l'obiettivo si sono analizzati i database MedLine, PeDRO e Cochrane alla ricerca di studi inerenti al quesito di ricerca di cui, ove possibile, è stato analizzato il rischio di bias.

Risultati: Dei 459 studi risultanti dalla ricerca, solo 12 (2 riguardanti le classificazioni e 10 riguardanti la riabilitazione) sono stati inclusi nella revisione. La valutazione del rischio di bias è stata effettuata per mezzo delle scale RoB 2.0, PRISMA e QUIPS.

Conclusioni: Analizzando gli studi ritrovati in letteratura si può affermare che in linea generale la riabilitazione deve essere quanto più precoce possibile, basata su esercizio terapeutico progressivo tarato sullo stato clinico del ginocchio, rispettando le tempistiche del legamento con più lenta guarigione ed evitando movimenti accessori che possono minare la stabilità dei siti chirurgici. Tuttavia le due classificazioni usate oggigiorno non indagano alcuni aspetti che aiuterebbero a categorizzare in maniera precisa le varie tipologie di lesione. Questa carenza si riflette nella qualità degli articoli che non permette di trarre conclusioni solide a causa della fragilità delle tipologie di studio emerse dalla letteratura.

Introduzione

Inquadramento patologia:

Le dislocazioni traumatiche di ginocchio che portano a lesioni multilegamentose non sono un evento frequente ma neanche così raro. Questo genere di traumi richiede immediata e appropriata attenzione perché rappresentano una delle poche vere emergenze ortopediche a causa della grande minaccia che costituiscono per la funzionalità della gamba, infatti, oltre al sistema legamentoso, possono coinvolgere i menischi, la cartilagine articolare, l'osso subcondrale, il sistema vascolare e il sistema nervoso.

Le lesioni multi-legamentose di ginocchio vengono definite come traumi che coinvolgono almeno due dei quattro compartimenti legamentosi principali che compongono il ginocchio.
Anteriormente troviamo il legamento crociato anteriore (LCA), mentre posteriormente abbiamo il legamento crociato posteriore (LCP). A questi si aggiungono il punto d'angolo postero-esterno (PAPE) (Figura 2), composto a sua volta dal legamento collaterale laterale (LCL), dal tendine del muscolo popliteo (PT) e dal legamento popliteofibulare (LPF) ed il punto d'angolo postero-interno (PAPI) (Figura 3) formato dal legamento collaterale mediale (LMC), dal legamento obliquo posteriore (LOP), dal tendine del muscolo semimembranoso (SM), dal legamento popliteo obliquo (OPL) e dal menisco mediale.

Questi infortuni legamentosi possono verificarsi sia per traumi ad alta velocità, come incidenti stradali o caduta da grandi altezze, sia per traumi a bassa velocità, che comprendono le lesioni sportive. Entrambi questi quadri possono minacciare la funzionalità della gamba intera perché sono spesso associati a dislocazione del ginocchio e quindi coinvolgere il nervo peroneale o l'arteria poplitea. Nonostante la dislocazione possa risolversi autonomamente prima dell'arrivo in pronto soccorso, l'esclusione tramite adeguati controlli di queste complicanze è la priorità nel trattamento acuto della patologia.

La gestione sub-acuta del trauma varia generalmente in base alle strutture coinvolte, alla gravità della lesione e alla presenza di lesioni vascolo-nervose eventualmente associate; in assenza di queste ultime si procederà alla gestione delle strutture legamentose valutando un approccio conservativo o chirurgico basato sulla capacità di guarigione del tessuto in questione e all'interazione che possono avere tra loro le varie strutture legamentose.

Incidenza:

La frequenza di queste lesioni si aggira intorno al 0,001% nella popolazione generale e tra lo 0,02% e lo 0,2% delle lesioni ortopediche[12]; così come il 5-17% di tutte le dislocazioni di ginocchio sono ferite aperte che nel 14-44% appaiono in un contesto di politrauma e nel 5% sono bilaterali[3]. Non c'è una grossa differenza tra traumi ad alta velocità o a bassa velocità, che avvengono, rispettivamente nel 53% e 47% dei casi totali.

La direzione più comune di dislocazione è quella anteriore (30%), seguita dalla posteriore (22%), dalla laterale (15%), rotatoria (4.5%) e mediale (4%) [4]. La direzione della dislocazione ci permette di capire quali strutture legamentose sono state coinvolte nel trauma.

Le lesioni delle componenti mediali del ginocchio sono la struttura che si lesiona più facilmente[5] e, nel contesto delle lesioni multilegamentose, riguardano fino al 52% delle dislocazioni di ginocchio[6]. È stato riportato che nel 78% dei casi con lesioni di grado III al compartimento mediale è presente una concomitante lesione del legamento crociato[6], generalmente l'anteriore[7].

Le lesioni del PAPE sono state riportate in una percentuale variabile tra il 16% e l'80% dei casi di lesione multilegamentose[8,9], spesso associata a lesioni dei legamenti crociati, le lesioni isolate sono solo il 28% di tutte le lesioni che coinvolgono questa struttura[8].

Eziopatogenesi e meccanismi traumatici:

Il pattern più comune di lesione è quello che interessa entrambi i crociati insieme alla lesione del PAPI o del PAPE in base alla direzione della forza.

Nello specifico delle singole lesioni abbiamo che l'iperestensione di ginocchio è la causa più comune di dislocazione anteriore, mentre i 30° di iperestensione portano lesioni alla capsula posteriore ed i 50° danneggiano LCA, LCP, nonché, essendo quest'ultimo il meccanismo con la più alta associazione ai traumi vascolari, l'arteria poplitea[4].

Generalmente una lesione LCA associata ad altri legamenti (escluso LCP) si verifica con maggiore frequenza nei contesti di pratica sportiva o in seguito a cadute; una lesione del LCP associata ad altri legamenti (compreso o meno LCA) è invece maggiormente correlata ad incidenti stradali o ad impatti di oggetti diretti contro la parte prossimale della tibia che generalmente causano una dislocazione posteriore.

Un meccanismo di lesione in varismo, diretta causa di una dislocazione laterale, risulta fortemente correlato con lesioni del nervo peroneale per la sua collocazione in sede posterolaterale. Il meccanismo in valgismo, infine, causa dislocazioni mediali che, tuttavia, generalmente determinano lesioni isolate e non legamentose.

Imaging radiologico:

La diagnostica per immagini è uno strumento molto utile che viene in aiuto del clinico per definire con più chiarezza quali strutture siano state coinvolte nel trauma subito dall'articolazione. Occorre tenere in considerazione che nei casi di lesione legamentosa l'imaging ha dei limiti intrinseci dovuti al gonfiore importante dell'articolazione che si sviluppa durante la fase acuta e alla scarsa risoluzione delle risonanze magnetiche svolte di routine, questi due fattori sono particolarmente invalidanti perché rendono difficile individuare le lesioni delle strutture secondarie rispetto gli stabilizzatori primari e possono portare a dubbi diagnostici o a valutazioni incomplete[8,10].

Tra le metodiche disponibili, la radiologia convenzionale è la tecnica principale utilizzata per la valutazione dei traumi acuti al ginocchio per la sua alta capacità di evidenziare fratture e segni indiretti di lesione legamentosa. La tomografia computerizzata (TC) può essere utilizzata per valutare le fratture scomposte o le dislocazioni che sono difficilmente evidenziabili con la radiologia convenzionale. La TC con mezzo di contrasto può essere utilizzata nei casi in cui la risonanza magnetica (RM) non sia eseguibile ma occorre tenere in considerazione che ha sensibilità e specificità inferiori rispetto alla RM nel trovare lesioni legamentose.

Tra le varie metodiche di indagine, la risonanza magnetica (RM) rimane la più affidabile se viene eseguita con una macchina capace di generare un campo magnetico di almeno 1.5 Tesla. Con questa potenza infatti la RM ha il 90% di sensibilità e specificità nell'individuare lesioni della BIT, del tendine del bicipite femorale, LCL e del tendine del popliteo; l'unico legamento per cui si hanno sensibilità e specificità inferiore, rispettivamente 68,8% e 66,7%, è il legamento popliteofibulare[11]. Diversi autori consigliano di eseguire la RM nei casi in cui si sospetti una lesione delle strutture posterolaterali, in quanto il 19,7% di pazienti con lesione LCA presentava una concomitante lesione al PAPE[8,12]. La RM dovrebbe essere eseguita in fase subacuta per permettere all'edema e all'emorragia di risolversi e rendere più evidenti le lesioni tendinee[10].

Riguardo l'imaging radiografico, per valutare se è presente una lesione della componente postero laterale del ginocchio non è sufficiente eseguire le due proiezioni standard (anteroposteriore e patello-femorale a ginocchio piegato) ma è necessario eseguire anche una proiezione bilaterale di

entrambe le ginocchia ponendo uno stress in varismo, in modo da poter misurare la differenza di apertura tra l'osso subcondrale del femore e della tibia[8]. La letteratura ha dimostrato che la radiografia con stress in varo eseguita a 20° di flessione di ginocchio è sia un metodo affidabile che riproducibile per valutare la severità delle lesioni del PAPE[13]. LaPrade et al. hanno riportato che una lesione isolata e completa del LCL può essere identificata se la differenza di spazio tra un ginocchio e l'altro è di 2,7-4.0 mm; se la differenza è superiore a 4mm allora c'è una lesione associata del PAPE[13]. McDonald et al. Nel loro studio del 2016 suggeriscono che una lesione isolata del LCL è definita da una differenza di 1,99 mm, mentre con 2,71 mm si può pensare ad una lesione concomitante del LCA[14].

Ritorno allo sport e al lavoro:

L'outcome delle lesioni multilegamentose può essere negativamente influenzato dalle lesioni concomitanti dei due crociati, da lesioni meniscali e da lesioni cartilaginee; nonostante il trattamento chirurgico porti ad un generale aumento della funzione, della quantità di ROM e della stabilità, raramente questo risulterà in un ginocchio considerato "normale" e le possibilità di complicazioni e il rischio di subire nuove operazioni chirurgiche quali protesi di ginocchio, rimozione degli inserti chirurgici, manipolazioni sotto anestesia e nuovi interventi in artroscopia, sono alti[15].

Bakshi et al. ha riportato un complessivo ritorno allo sport del 64% degli atleti coinvolti nel suo studio. Gli atleti con lesione al LCA e al LCM hanno dimostrato un ritorno allo sport del 70.8% mentre i giocatori con lesioni LCA e PAPE/LCL avevano un rateo di ritorno allo sport inferiore ma non statisticamente significativo del 55.6% (P= 0.26). Il tempo medio di ritorno allo sport è stato di 305.1 ± 58.9 giorni per le lesioni LCA/LCM e di 459.2 ± 245.1 giorni per le lesioni di LCA e PAPE/LCL. Inoltre gli atleti con lesione LCA/LCM hanno un ritorno più favorevole al livello di performance precedente alla lesione (43.5%) rispetto gli atleti con lesioni posterolaterali (18.5%) ($P<0.001$) [16].

Dall'articolo di Woodmass et al. si evince che, nonostante sia chiaro che gli outcome funzionali di un paziente in esito di politrauma che ha subito una ricostruzione dell'articolazione siano significativamente inferiori ai pazienti con traumi isolati ai vari legamenti, si dovrebbe prendere in considerazione in questa tipologia di pazienti, la componente psicosociale e la possibile presenza di disturbi post-traumatici, in quanto i minori risultati funzionali non sono accompagnati da

valutazioni oggettive inferiori, come dimostrato dai follow-up dove il ROM e la stabilità di ginocchio danno risultati comparabili[17].

Indipendentemente dal grado di severità della lesione, l'outcome funzionale e clinico dimostra che le lesioni multilegamentose hanno un notevole impatto sulla funzione del ginocchio e della vita del paziente, e che questo raramente tornerà al livello di funzione precedente all'infortunio. Il ritorno al lavoro è possibile[18].

Per concludere, la percentuale di ritorno all'attività sportiva dopo una lesione multilegamentosa è approssimativamente del 60% dei pazienti, nonostante il tasso di ritorno a sport di alti livelli sia decisamente più basso. La ripresa dell'attività lavorativa è possibile, nonostante in alcuni casi sia necessaria una modifica della mansione o della postazione di lavoro. L'obesità, il trattamento conservativo, le lesioni molto severe e le compromissioni vascolari sono associate ad outcome funzionali più bassi[16,19].

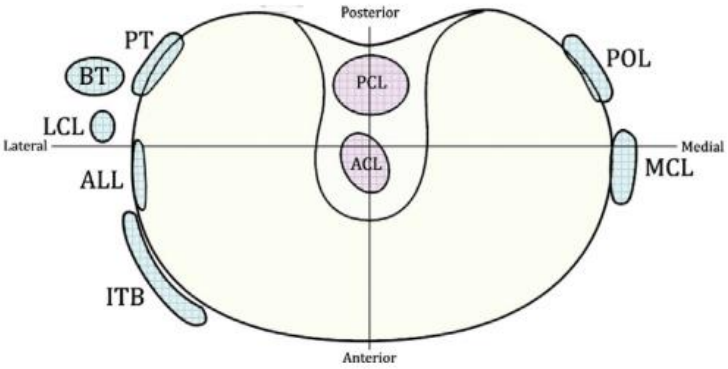


Figura 1: Mappa di Muller, illustra la posizione dei legamenti principali dell'articolazione del ginocchio. Acronimi: ACL: legamento crociato anteriore; ALL: legamento antero-laterale; ITB: bandelletta ileo-tibiale; MCL: legamento collaterale mediale; PLC: legamento crociato posteriore; POL: legamento obliquo posteriore; LCL: legamento collaterale laterale; PT: tendine del popliteo; BT: tendine del bicipite femorale

Approfondimento Biomeccanica ed Anatomia del ginocchio e dei singoli legamenti:

L'articolazione del ginocchio non è un semplice ginglimo angolare ma è un organo complesso con svariati piani di strutture orientate tridimensionalmente che gli conferiscono la stabilità biomeccanica necessaria a resistere alle alte forze che risultano dalla cinematica con sei gradi di libertà. La stabilità del ginocchio è data quindi da strutture primarie e secondarie che danno stabilità sul piano coronale, sagittale e rotatorio (Tabella1). In un contesto di lesione multilegamentosa, dove gli stabilizzatori primari vengono a mancare, il ruolo degli stabilizzatori secondari diventa sempre più importante[4].

L'articolazione del ginocchio è un ginglimo angolare la cui stabilità sia statica che dinamica sottende alle numerose strutture muscolari e legamentose che la compongono. Queste consentono che il movimento dell'articolazione avvenga in maniera controllata sia sul piano coronale, che sul piano sagittale e rotatorio. La stabilità dinamica viene controllata dalla muscolatura che si inserisce prossimalmente all'articolazione, invece la componente statica è formata dalle strutture capsulolegamentose che si sviluppano all'interno e all'esterno dell'articolazione. Queste strutture vengono generalmente suddivise in stabilizzatori primari, composti dai principali legamenti del ginocchio, coadiuvati da diverse strutture, definite stabilizzatori secondari, che vengono messe in tensione e aiutano a dissipare l'energia accumulata (Tabella 1)[4].

Tabella 1
Stabilizzatori primari e secondari nel ginocchio

Piano	**Movimento**	**Stabilizzatore primario**	**Stabilizzatori secondari**
Sagittale	Traslazione anteriore	LCA	LAL, menischi, BIT, LCM, capsula, legamenti menisco-capsulari, menisco-tibiali e menisco-femorali.
	Traslazione posteriore	LCP	LCM, PAPE, LOP/PAPI, LCL, legamenti meniscofemorali
Coronale	Varismo	LCL	LPF, muscolo popliteo
	Valgismo	LCM (Parte superficiale)	LCM (parte profonda), LOP, PAPI
Assiale	Rotazione interna	LCMs (in flessione) LOP (in estensione)	LCA, LAL, LCL, LPF, BIT (fibre Kaplan)
	Rotazione esterna	LCL/PAPE	Muscolo popliteo, LPF

Tabella 1: LCA: legamento crociato anteriore; LAL: legamento antero-laterale; BIT: bandelletta ileo-tibiale; LCM: legamento collaterale mediale; LCP: legamento crociato posteriore; PAPE: punto d'angolo postero esterno; LOP: legamento obliquo posteriore; PAPI: punto d'angolo postero-interno; LCL: legamento collaterale laterale; LPF: legamento popliteo-fibulare; LCMs: legamento collaterale mediale superficiale.

La rottura di queste strutture porta a dolore e a perdita di funzione e può predisporre il paziente a lesioni secondarie dei tessuti molli o ad artrite. Le strutture capsulo-legamentose che compongono il ginocchio vengono generalmente divise in due gruppi, ovvero le strutture intrarticolari, che includono i legamenti crociati ed i menischi, e le strutture extra-articolari che comprendono i legamenti collaterali, il punto d'angolo postero esterno, e i legamenti capsulari (legamento antero-laterale, legamento obliquo posteriore e il punto d'angolo postero interno).

Punto d'angolo postero-interno (PAPI):

Il PAPI (Figura 2-3) è un termine che si riferisce alla porzione anatomica mediale, posteriore al LCM superficiale e che si estende fino al LCP. È composto dal LOP (legamento obliquo posteriore, altresì noto come legamento di Winslow), dal tendine del muscolo semimembranoso (SM), dal legamento popliteo obliquo, dal corno posteriore del menisco mediale e dalla capsula articolare mediale[20]. La funzione di questa struttura è fornire resistenza statica e dinamica alle forze di stress in valgismo. Il LCM limita anche l'extrarotazione del femore sulla tibia e la traslazione antero-posteriore del piatto tibiale coadiuvando i legamenti crociati, mentre il LOP è uno stabilizzatore primario dei movimenti in rotazione interna del femore sulla tibia.

Punto d'angolo postero-esterno (PAPE):

Il PAPE (Figura 2) è composto dal tendine del bicipite femorale, dalla capsula postero-laterale, dal LCL, dal LPF, dal complesso del tendine del popliteo, dal legamento arcuato e dal legamento fabellofibulare. Questo complesso ha la funzione di resistere alle forze in varismo, alla rotazione esterna della tibia sul femore e alla traslazione posteriore della tibia[20]. Il LCL è lo stabilizzatore principale per l'extrarotazione di tibia tra i 0° e i 30° di flessione di ginocchio, mentre il PAPE stabilizza la rotazione esterna per angoli superiori a 60°; la sezione di queste due strutture porta l'extrarotazione di tibia a 90° di escursione in tutto il range del ginocchio. Questo è il razionale del Dial Test[20], in cui viene testata la rotazione esterna della tibia a 30° e 90° di flessione di ginocchio con paziente prono, una differenza di extrarotazione tra i due arti a 30° indica una lesione del LCL mentre una differenza a 90° di flessione indica una lesione del PAPE. Inoltre, coadiuva il LCP nel limitare la traslazione posteriore di tibia sia a ginocchio esteso che a ginocchio flesso.

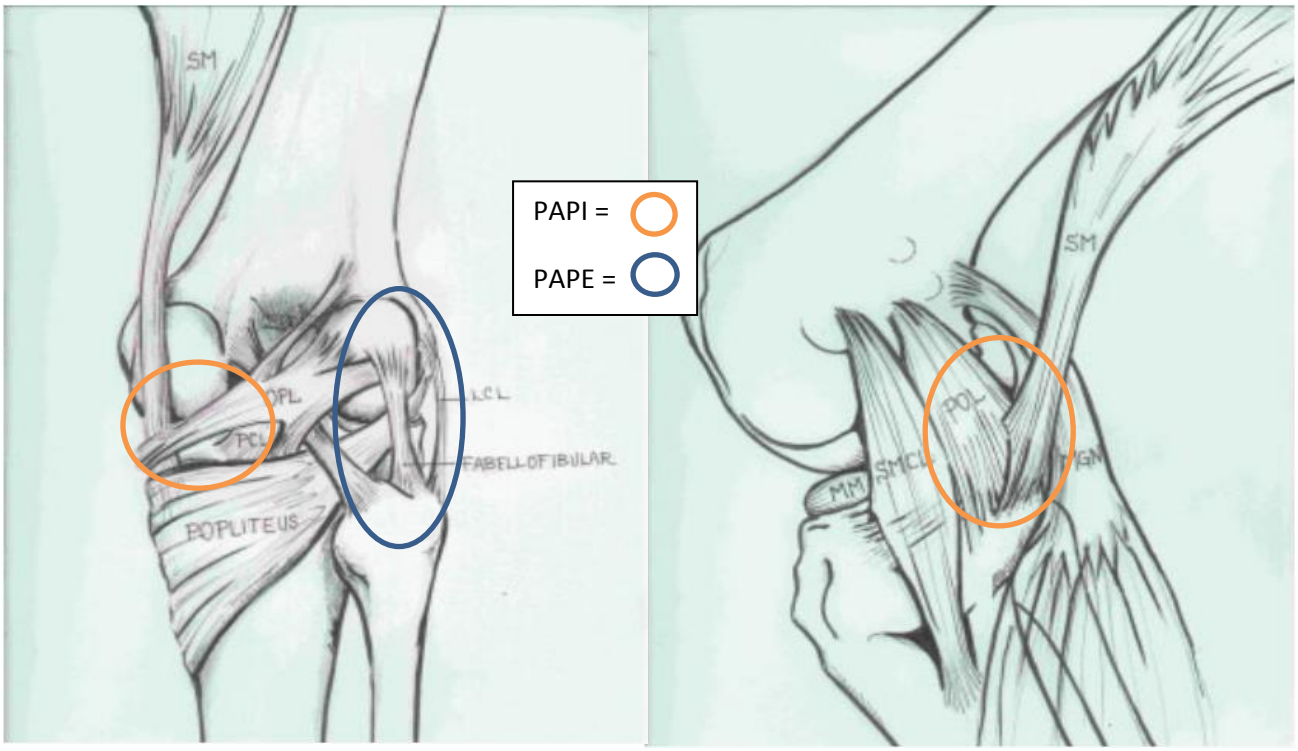


Figura 2: Anatomia dell'aspetto posteriore del ginocchio. LCL, legamento collaterale laterale; OPL, legamento popliteo obliquo; PCL, Legamento crociato posteriore; SM, semimembranoso.

Figura 3: Anatomia del compartimento mediale. MGN, Gastrocnemio mediale; MM, menisco mediale; POL, legamento obliquo posteriore; SM, semimembranoso; SMCL, legamento collaterale mediale superficiale.

Angolo antero-laterale:

L'angolo anterolaterale è definito come l'area compresa tra il bordo laterale del tendine rotuleo e la porzione anteriore di LCL. Le principali strutture che lo compongono sono la parte superficiale e profonda della bandelletta ileo-tibiale, compresa l'inserzione femorale tramite le fibre di Kaplan, e la parte anterolaterale della capsula con l'annesso legamento antero-laterale. Nonostante il ruolo e la funzione delle singole componenti siano ancora controversi, molti autori convengono che lavorino in sinergia tra loro e con LCA e che contribuiscano alla stabilità rotatoria del ginocchio[10,21].

Angolo antero-mediale:

L'angolo antero-mediale si posiziona tra il bordo mediale del tendine patellare e la porzione anteriore del LCM superficiale. Il suo stabilizzatore principale è il legamento patello-femorale mediale. Questo legamento è lo stabilizzatore primario che si oppone alla dislocazione laterale della patella[10].

Lesioni concomitanti ad altre strutture:

Strutture vascolari:

Nello studio di Neri et al.[18] la percentuale delle lesioni vascolari verificatasi in concomitanza a lesioni multilegamentose (n= 256 pazienti) è stata del 2,7%, in un altro studio più recente si parla di frequenza compresa tra il 3,3 e il 18%[10]. Meccanismi traumatici in iperestensione possono portare ad un dislocamento anteriore della tibia con conseguente stiramento e lesione dell'arteria poplitea, mentre con un impatto diretto sulla tibia prossimale con ginocchio flesso a 90° può avvenire uno spostamento posteriore con una potenziale contusione dell'arteria e danno alla parete intima del vaso. Può presentarsi anche una condizione di trombosi venosa profonda (TVP) post-traumatica.

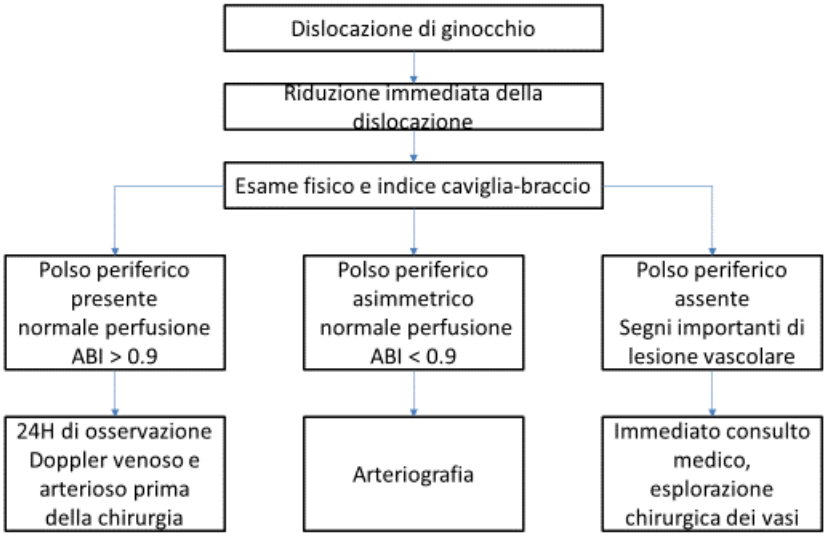


Figura 4. Algoritmo diagnostico per lesioni vascolari associate a dislocazioni di ginocchio, tratto da Nicandri et al.[42]

La valutazione in acuto delle lesioni multilegamentose di ginocchio non può quindi prescindere da una valutazione del polso arterioso a livello della caviglia che va comparato con la caviglia controlaterale e dell'indice caviglia-braccio (ABI), un rapporto tra la pressione sistolica dell'arteria tibiale (o pedidia) e la pressione dell'arteria omerale. Una rivelazione asimmetrica o anormale oppure una indice caviglia-braccio inferiore a 0.9 indicano la necessità di fare valutazioni vascolari più approfondite per scongiurare l'arteriopatia periferica o l'ischemia critica dell'arto inferiore. L'assenza di pulsazione distale al ginocchio richiede immediato consulto chirurgico per ristabilire la perfusione sanguigna[22,23].

Strutture nervose:

Tra i pazienti che hanno subito una dislocazione al ginocchio, tra il 14 e il 40% di loro ha sperimentato anche una lesione neurologica associata[10,18,24] con una percentuale tanto più alta quanto maggiore era l'energia del trauma. Forze in compressione, distrazione e dislocazione anteriore/posteriore possono portare a lesioni del nervo peroneale; queste sono da sospettare soprattutto in concomitanza di lesioni al PAPE, al LCP o associate a frattura della testa del perone (Figura 5). Nelle dislocazioni posteriori in cui c'è compromissione vascolare bisogna valutare la sofferenza del nervo tibiale[24], complicazione, quest'ultima, che, sebbene avvenga più raramente, può presentarsi con sintomi motori nel 7% dei casi[10].

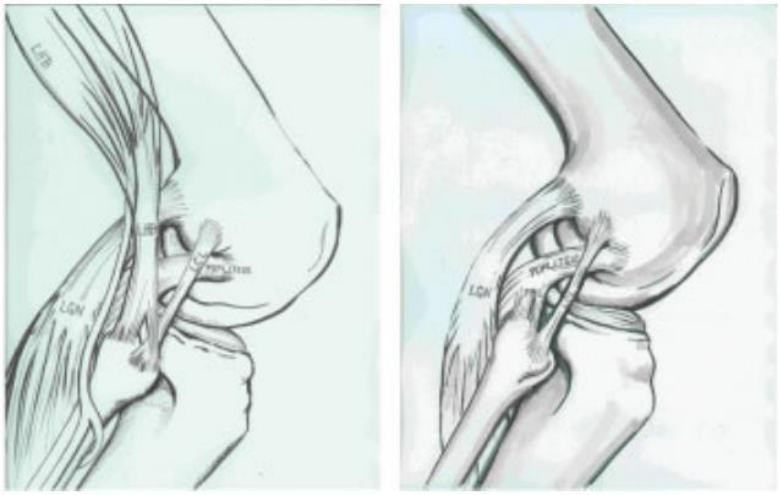


Figura 5. (A) Relazione tra il nervo peroneale comune e il capo lungo del bicipite. (B) Anatomia profonda del punto d'angolo postero-esterno. LHB, capo lungo del bicipite; LCL, legamento collaterale laterale; LGN, gastrocnemio laterale; PFL, legamento popliteo-fibulare.

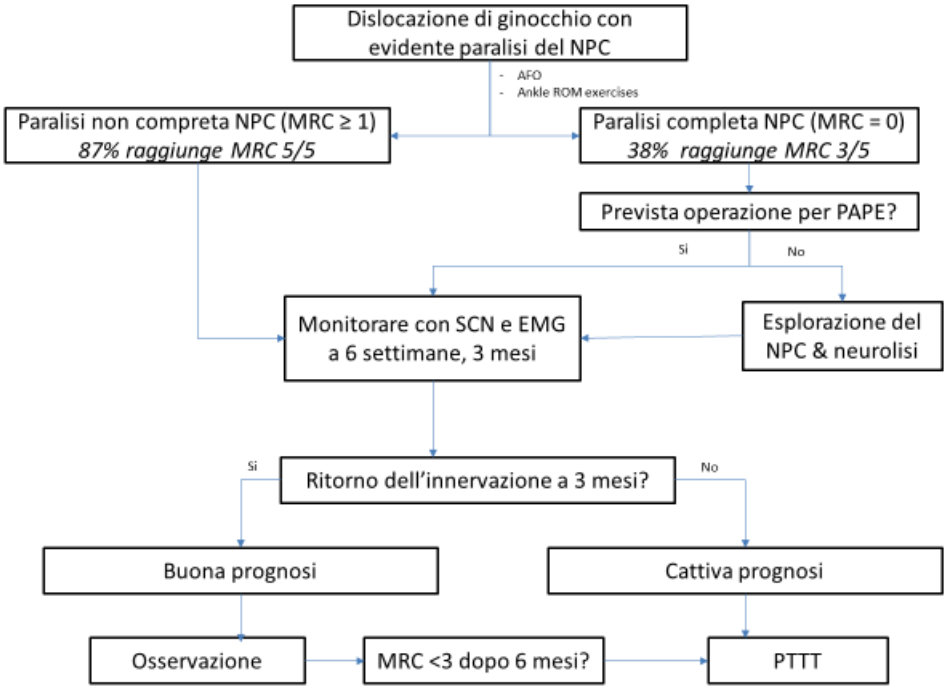


Figura 6. Algoritmo di trattamento per lesioni del nervo peroneale comune (NPC) dopo dislocazione di ginocchio tratta da Woodmass et al.25 AFO: tutore caviglia-piede, EMG: elettromiografia, MRC: test di forza muscolare, SCN: studio di conduzione del nervo, ROM: range of motion.

Fratture:

L'incidenza di fratture periarticolari concomitanti alla lesione multilegamentosa, ritrovate più comunemente a livello del piatto tibiale, è un dato di difficile valutazione perché una porzione relativamente importante degli studi più recenti tende ad escludere dal proprio campione i pazienti con fratture periarticolari, tuttavia alcuni studi definiscono un valore intorno al 61%. Nel contesto della lesione multilegamentosa di ginocchio, la presenza di frattura rende decisamente peggiore l'outcome clinico auspicabile per il paziente e va sicuramente tenuta in considerazione nel momento in cui si definisce la prognosi di un ginocchio traumatizzato[25].

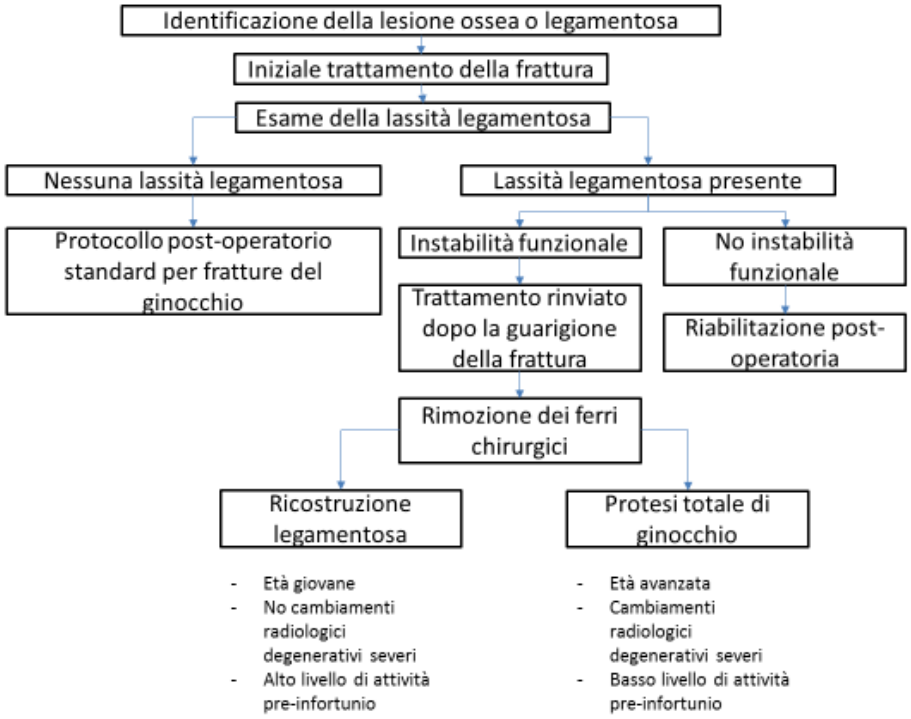


Figura 7. Algoritmo di trattamento delle fratture associate a lesioni multilegamentose di ginocchio in pazienti adulti, come esposto da Sabesan et al.[43]

Danni meniscali e cartilaginei:

Danni meniscali sono presenti nel 37-57% dei casi di dislocazione di ginocchio con uguale incidenza tra il laterale e il mediale. I danni cartilaginei sono altresì comuni, e si riscontrano in una percentuale variabile tra il 28% e il 57% delle lesioni legamentose con una maggior frequenza a livello dei condili femorali. Un trauma che coinvolge la componente legamentosa laterale sembra essere più associato a lesioni cartilaginee e meniscali mediali[10].

Attuale stato della letteratura:

In letteratura sono presenti diversi studi che indagano le lesioni multilegamentose di ginocchio. La maggior parte di essi riguarda le procedure chirurgiche effettuate per riportare quanto possibile la biomeccanica articolare ad un livello simile al lato sano. Gli studi che riguardano la riabilitazione ed il trattamento conservativo sono pochi e non permettono di estrapolare dei risultati ben definiti a causa della complessità della lesione, che la rende difficile da classificare, e alla varietà di protocolli utilizzati in riabilitazione che spesso non sono ben riportati e quindi non ripetibili. La scarsità di studi effettuati con cura metodologica rende quindi difficile estrapolare dei dati chiari su come strutturare un programma riabilitativo efficacie e coerente con la lesione del paziente[9,26].

Obiettivo dello studio:

Lo studio si propone l'obiettivo di indagare la letteratura scientifica alla ricerca delle classificazioni utilizzate per definire la moltitudine di quadri diversi che sono compresi nel termine ombrello "lesioni multilegamentose" e delle strategie terapeutiche proposte per far fronte a questo grave trauma e riportare le migliori evidenze scientifiche disponibili in ambito riabilitativo conservativo e post-chirurgico.

Materiali e metodi

La stringa di ricerca è stata impostata utilizzando il modello PICO secondo la metodologia richiesta per uno studio di revisione della letteratura (*Tabella 2*):

Popolazione in studio	Pazienti con lesione multilegamentosa di ginocchio
Intervento	Riabilitazione tipo 1
Confronto	Riabilitazione tipo 2
Outcome Endpoint	Funzione, RTS o qualità di vita
Time stamp	23/03/202020

Tabella 2: Modello PICO utilizzato per la ricerca.

Criteri di eligibilità:

- Criteri di inclusione:
  - articoli che prendono in considerazione la classificazione delle lesioni, la riabilitazione preoperatoria e post-operatoria, trattamento conservativo vs chirurgico.
- Criteri di esclusione:
  - articoli che riguardano esclusivamente procedure chirurgiche.
  - articoli che trattano esclusivamente argomenti paralleli rispetto l'argomento di interesse (fratture, danni vascolari e neurologici).
  - case report, case series, editoriali, lettere, opinione di esperti.
  - articoli di cui non è stato possibile reperire il testo completo.
  - Lingue straniere diverse dall'inglese.
  - Studi su animali.

Metodologia di ricerca:

Per la stesura dell'elaborato è stata utilizzata la linea guida PRISMA.

La ricerca è stata eseguita sulle banche dati di MedLine, Pedro e Cochrane; in aggiunta è stata fatta una ricerca manuale all'interno delle revisioni per includere ulteriori studi riguardanti protocolli di riabilitazione includendo articoli pubblicati entro il 20/03/2020.

Di prima istanza è stata costruita una stringa di ricerca utilizzando le key word risultanti dal modello PICO (*Tabella 3*):

Popolazione	**Intervento**	**Confronto**	**Outcome**
“Multi Ligament”	Rehabilitation[MeSH Terms]	Rehabilitation[MeSH Terms]	“Return to sport”
“Multiple Ligament”	“Rehabilitation”	“Rehabilitation”	“Range of motion”
“Multiligament”	“Physical Therapy”	“Physical Therapy”	“PROM”
Multiligament[MeSH Terms]			
“Multiple Ligament”[MeSH Terms]			

Tabella 3: Termini utilizzati per la costruzione della stringa di ricerca.

MeSH terms riferiti a “multiligament” or “multiple ligament” non sono stati trovati e risultavano superflui nella stringa di ricerca.

La prima stringa di ricerca utilizzata per indagare la letteratura è stata la seguente:

Stringa di ricerca 1: ((((("multiple ligament") OR "multiligament")) AND knee[MeSH Terms]) AND ((rehabilitation[MeSH Terms]) OR "physical therapy")

La stringa si è dimostrata essere troppo specifica e troppo poco sensibile e non mostrava una quantità di risultati adeguata; si è proceduto a creare una seconda stringa di ricerca in cui sono state inserite meno keyword per aumentare la quantità di studi disponibili per la revisione.

La seconda stringa di ricerca è stata la seguente:

Stringa di ricerca 2: (("multiple ligament") OR "multiligament") AND knee [MeSH Terms]

Anche questa seconda stringa di ricerca non ha dimostrato avere la sensibilità adeguata per procedere con la revisione; si è deciso di procedere con una terza stringa, ancora più sensibile, in modo da aver a disposizione abbastanza materiale per poter proseguire con lo studio.

La terza stringa di ricerca è stata la seguente:

Stringa di ricerca 3: ("multiple ligament") OR "multiligament"

Questa stringa di ricerca si è dimostrata sensibile a sufficienza da avere abbastanza materiale per proseguire lo studio dell'argomento.

Si è poi proceduto a selezionare gli articoli tramite la lettura degli abstract, la lettura del full-text e l'applicazione dei criteri di inclusione/esclusione.

Vista la scarsa specificità della stringa di ricerca, si è adottata la stessa anche per trovare informazioni riguardo la classificazione delle lesioni multilegamentose.

Processo di raccolta dati:

I dati dei singoli studi sono stati estratti manualmente dall'autore e inseriti all'interno di una tabella preformattata.

Caratteristica dei dati:

Per ogni studio incluso sono stati estratti i dati principali: autore e anno di pubblicazione, tipologia di studio, i legamenti presi in considerazione e la tipologia di trattamento utilizzata per la riabilitazione.

Rischio di bias nei singoli studi:

La valutazione della validità interna dei singoli RCT è stata effettuata con scala "Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2.0)". Per la valutazione delle revisioni sistematiche e delle metanalisi è stata invece utilizzata la scala PRISMA. Gli studi prognostici verranno valutati con la scala QUIPS (Quality in prognostic studies).

Risultati

Selezione degli studi:

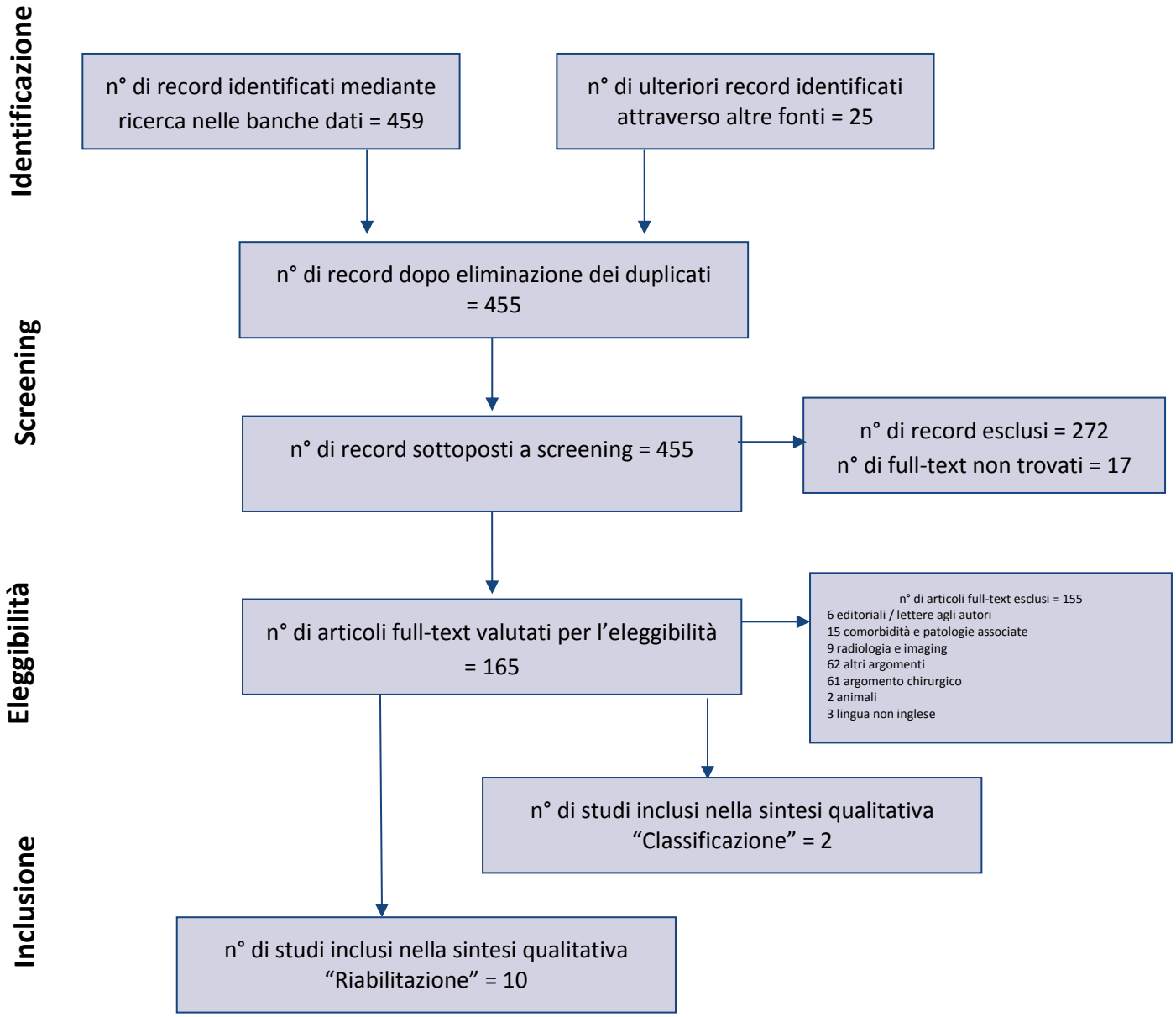
La ricerca sulle banche dati ha prodotto 459 risultati (434 Pubmed, 11 Pedro, 14 Cochrane) ai quali sono stati aggiunti 25 studi come articoli correlati alle pubblicazioni. Dopo la rimozione dei duplicati sono rimasti 455 articoli. Sono stati esclusi 272 lavori dalla lettura dei titoli perché ritenuti non pertinenti al quesito di ricerca.

Dei 182 articoli rimasti è stato letto l'abstract e successivamente il full-text per poter valutare gli argomenti toccati dall'articolo e per applicare i criteri di inclusione ed esclusione.

- Sono stati esclusi 3 lavori perché in lingua non inglese
- 17 non reperibile full-text
- 58 articoli argomento strettamente chirurgico
- 92 articoli esclusi perché riguardanti comorbidità o non era presa in considerazione la riabilitazione/classificazione:
    - 6 editoriali / lettere agli autori
    - 15 patologie associate
    - 9 radiologia e imaging
    - 62 altri argomenti
- 2 studi sugli animali

Il processo è riassunto nel *Diagramma di flusso 1*.

Diagramma di flusso 1: PRISMA Statement 2009.



Caratteristiche generali degli studi:

Di seguito sono riportati gli studi inerenti alla classificazione delle lesioni e alla riabilitazione dei soggetti con lesione multilegamentosa di ginocchio (rispettivamente (*Tabella 4*) e (*Tabella 5*)):

Autore, anno, disegno di studio	**Legamenti presi in esame**	**Argomenti discussi**
Merritt et al.[27], 2011, Revisione narrativa	LCA, LCP, LCL/PAPE, LCM, LCA + LCP, LCA + LCM, LCA + LCL/PAPE, LCP + LCL/PAPE, LCP + LCM, LCA+LCP+ LCL/PAPE, LCA + LCP+ LCM	Classificazione di Schenck modificata, screening per patologie associate
Trasolini et al.[4], 2019, Revisione narrativa		Classificazione di Schenck e di Kennedy

Tabella 4: Articoli riguardanti la classificazione delle lesioni multilegamentose di ginocchio.

Autore, anno, disegno di studio	**Legamenti presi in esame**	**Argomenti discussi**	**Tipologie di intervento**	**Intervento effettuato**
Edson et al.[28], 2011, Revisione narrativa	ACL/PCL+PLC/PMC	Rehab dopo lesione MLKI, fino a 6 mesi dopo trauma		
LaPrade et al.[29], 2019, Case Series	MLKI	Trattamento e riabilitazione precoce migliorano l'outcome del paziente	Operazione <4 settimane. Riabilitazione iniziata il giorno 1 post operazione	ROM, tutore, rinforzo, endurance.
Medvecky et al.[30], 2007, Revisione narrativa	MLKI	Stato dell'arte di chirurgia e riabilitazione	Rehab guidelines, ligament specific considerations	CCA, CCC, bracing, power, strength, ROM
Mueller et al.[31], 2018, Revisione narrativa	MLKI	RTP, postoperative restrictions, recommendations assessment of RTP	Guidelines, ROM, enhance muscle, sport specific task	
LaPrade et al.[32], 2012, Revisione narrativa	MCL	Trattamento conservativo delle lesioni grado III MCL, rehab post operazione	Appendice A e B, progressione settimanale di lavoro	

Edson C.[33], 2006, Revisione narrativa	MCL – ACL/MCL – MCL/PCL – MLKI	Trattamento conservativo delle lesioni MCL, singole e associate ad altre lesioni	Carico, tutori, rinforzo ROM, movimenti da proteggere.	
Lynch et al.[2], 2017, Revisione narrativa	MLKI	Analisi riabilitazione lesioni multilegamentose e criteri di progressione	ROM, progressione di rinforzo muscolare, carico e stampelle, restrizioni per favorire la guarigione del tessuto	
Irrgang et al.[34], 2000, Revisione narrativa	MLKI	Linee guida trattamento lesioni multilegamentose	ROM, rinforzo, propriocezione, gestione carichi, progressione carico di lavoro	
LaPrade et al.[35], 2018, RCT	LCL + LCA	Gestione del carico post-operatorio e programma di riabilitazione	ROM, rinforzo, cyclette, gestione carico, tutore	
Jenkins et al.[36], 2011, Studio prospettico	MLKI	Quantificare il deficit di forza a due anni dal trauma	ROM, rinforzo muscolare, allenamento al carico, tutore.	

Tabella 5: Articoli riguardanti la riabilitazione delle lesioni multilegamentose di ginocchio.

Livello di evidenza:

Nell'analisi dei livelli di evidenza non sono state prese in considerazione le revisioni narrative relative alla riabilitazione e alla classificazione perché contenenti protocolli proposti dai singoli autori che però non sono validati o studiati con un gruppo di controllo.

Lo studio RCT di LaPrade et al.[35] è stato valutato con la scala "Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2.0)" (*Tabella 6*), lo studio prognostico di Jenkins et al.[36] è stato valutato con la scala QUIPS (Quality in prognostic studies) (Tabella 7), non sono stati trovate revisioni sistematiche o metanalisi da valutare con la scala PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

Domain 1: Risk of bias arising from the randomization process				
Signalling questions	**Response options**		**Signalling questions**	**Response options**
1.1 Was the allocation sequence random?	**Y** / PY / PN / N / NI		1.3 Did baseline differences between intervention groups suggest a problem with the randomization process?	Y / PY / PN / **N** / NI
1.2 Was the allocation sequence concealed until participants were enrolled and assigned to interventions?	**Y** / PY / PN / N / NI		**Risk-of-bias judgement**	**Low** / High / Some concerns

Domain 2: Risk of bias due to deviations from the intended interventions (*effect of assignment to intervention*)				
Signalling questions	**Response options**		**Signalling questions**	**Response options**
2.1. Were participants aware of their assigned intervention during the trial?	Y / **PY** / PN / N / NI		2.5 If N/PN/NI to 2.4: Were these deviations likely to have affected the outcome?	**NA** / Y / PY / PN / N / NI
2.2. Were carers and people delivering the interventions aware of participants' assigned intervention during the trial?	**Y** / PY / PN / N / NI		2.6 Was an appropriate analysis used to estimate the effect of assignment to intervention?	**Y** / PY / PN / N / NI
2.3. If Y/PY/NI to 2.1 or 2.2: Were there deviations from the intended intervention that arose because of the experimental context?	NA / Y / PY / PN / **N** / NI		2.7 If N/PN/NI to 2.6: Was there potential for a substantial impact (on the result) of the failure to analyse participants in the group to which they were randomized?	**NA** / Y / PY / PN / N / NI
2.4. If Y/PY to 2.3: Were these deviations from intended intervention balanced between groups?	**NA** / Y / PY / PN / N / NI		**Risk-of-bias judgement**	Low / High / **Some concerns**

Domain 3: Missing outcome data				
Signalling questions	**Response options**		**Signalling questions**	**Response options**
3.1 Were data for this outcome available for all, or nearly all, participants randomized?	**Y** / PY / PN / N / NI		3.4 If Y/PY/NI to 3.3: Is it likely that missingness in the outcome depended on its true value?	NA / Y / PY / PN / N / NI

3.2 If N/PN/NI to 3.1: Is there evidence that the result was not biased by missing outcome data?	NA / Y / PY / PN / N		**Risk-of-bias judgement**	**Low** / High / Some concerns
3.3 If N/PN to 3.2: Could missingness in the outcome depend on its true value?	NA / Y / PY / PN / N / NI			
Domain 4: Risk of bias in measurement of the outcome				
Signalling questions	**Response options**		**Signalling questions**	**Response options**
4.1 Was the method of measuring the outcome inappropriate?	Y / PY / PN / **N** / NI		4.4 If Y/PY/NI to 4.3: Could assessment of the outcome have been influenced by knowledge of intervention received?	NA / Y / **PY** / PN / N / NI
4.2 Could measurement or ascertainment of the outcome have differed between intervention groups?	Y / PY / **PN** / N / NI		4.5 If Y/PY/NI to 4.4: Is it likely that assessment of the outcome was influenced by knowledge of intervention received?	NA / Y / PY / **PN** / N / NI
4.3 If N/PN/NI to 4.1 and 4.2: Were outcome assessors aware of the intervention received by study participants?	Y / PY / PN / N / **NI**		**Risk-of-bias judgement**	**Low** / High / Some concerns
Domain 5: Risk of bias in selection of the reported result				
Signalling questions	**Response options**		**Signalling questions**	**Response options**
5.1 Were the data that produced this result analysed in accordance with a pre-specified analysis plan that was finalized before unblinded outcome data were available for analysis?	Y / **PY** / PN / N / NI		5.3 ... multiple analyses of the data?	Y / PY / **PN** / N / NI
Is the numerical result being assessed likely to have been selected, on the basis of the results, from...			**Risk-of-bias judgement**	**Low** / High / Some concerns
5.2. ... multiple outcome measurements (e.g. scales, definitions, time points) within the outcome domain?	Y / PY / PN / **N** / NI			

Tabella 6: Scala R.o.B. 2.0 per lo studio di LaPrade et al.[35]

Dominio	Valore della scala QUIPS
Study participation	Low Bias
Study attrition	Low Bias
Prognostic factor measurement	Low Bias
Outcome measurement	Low Bias
Study confounding	Moderate Bias
Statistical analysis and reporting	Low Bias

Tabella 7: Scala QUIPS per lo studio di Jenkins et al.[36]

Sintesi dei risultati:

Eseguire studi clinici sulle lesioni multilegamentose di ginocchio con una metodologia di alto livello presenta molti ostacoli, prima di tutto la scarsa frequenza della lesione, l'ampia gamma di presentazioni cliniche e la mancanza di un chiaro strumento per classificare ogni lesione di questa tipologia con tutte le variabili che la caratterizzano[37]. Questa difficoltà si riflette in una generale scarsa qualità del livello di evidenza degli studi riguardanti le lesioni multilegamentose di ginocchio[38], debolezza che limita la validità del presente lavoro. Riguardo il primo quesito di ricerca, la classificazione della tipologia di trauma viene effettuata, negli studi raccolti, prevalentemente con due metodi, ma nessuno di questi si rivela completo né in grado di inquadrare adeguatamente la tipologia di trauma, la temporalità e quali strutture specifiche sono coinvolte nel trauma. Ad oggi non sono presenti in letteratura dei trial randomizzati controllati, revisioni sistematiche o metanalisi che confrontino i vari protocolli di trattamento proposti dagli autori dei singoli studi.

Discussione

Classificazione delle lesioni:

L'analisi della letteratura ha portato ad identificare le due scale maggiormente utilizzate per classificare la lesione legamentosa che esita da un trauma al ginocchio: queste sono la classificazione di Kennedy e la classificazione di Schenck.

- La classificazione di Kennedy descrive la dislocazione di ginocchio in cinque tipologie in base alla direzione della dislocazione della tibia (anteriore, posteriore, laterale, mediale e rotatoria)[4]. I sottotipi di dislocazione rotatoria sono anteromediale, anterolaterale, posteromediale e posterolaterale. Questa classificazione viene così definita come una classificazione posizionale ed è ampiamente utilizzata. Il grosso difetto di questo sistema è che il 50% delle dislocazioni di ginocchio si riduce spontaneamente e, una volta giunto in pronto soccorso, non è più classificabile utilizzando un sistema posizionale.
- La classificazione di Schenck, si basa invece sul numero dei legamenti rotti[4,27]. È composta da cinque macrocategorie, dalla piccola lesione legamentosa data da un trauma a bassa energia alla lesione di tutti i legamenti data da traumi ad alta energia. La classificazione attribuisce un punteggio, chiamato KD (knee dislocation - dislocazione di ginocchio) che va dal grado I al grado V in base alle strutture coinvolte (Tabella 8). Tutti i cinque gradi contengono i sottotipi C (per lesione arteriosa) e N (per lesione neurologica).

Classificazione	Sottoclasse	Strutture coinvolte
KD I		Lesione ad un singolo legamento crociato (associato con LCM e/o LCL/LCP)
KD II		Lesione di entrambi i crociati: LCA e LCP
KD III		Lesione di entrambi i crociati e di una struttura laterale o mediale
	KD IIIM	Lesione di entrambi i crociati e collaterale mediale: LCA, LCO e LCM
	KD IIIL	Lesione di entrambi i crociati e struttura laterale/posterolaterale: LCA, LCP e LCL/PAPE
KD IV		Lesione di entrambi i crociati con lesione mediale e laterale/posterolaterale: LCA, LCP, LCM e LCL/PAPE
KD V		Dislocazione con associata frattura

KD V1	LCA o LCP con frattura associata
KD V2	LCA e LCP con frattura associata
KD V3M	LCA, LCP e LCM con frattura associata
KD V3L	LCA, LCP e LCL/PAPE con frattura associata
KD V4	LCA, LCP, LCM e LCL/PAPE con frattura associata

Tabella 8: Sistema di classificazione delle dislocazioni di ginocchio (KD) descritta da Schenck e modificata da Wascher e Stannard. LCA: legamento crociato anteriore; LCM: legamento collaterale mediale; LCP: legamento crociato posteriore; PAPE: punto d'angolo postero esterno; LCL: legamento collaterale laterale; LPF: legamento popliteo-fibulare.

Guardando in maniera critica la classificazione anatomica, anche questa manca di precisione sulle strutture coinvolte, così come non prende in considerazione il tempo trascorso dall'evento traumatico e la velocità che ha causato il trauma. La conoscenza di questi fattori potrebbe portare un beneficio sia alla stesura del piano terapeutico, fornendo al fisioterapista tutti i dati di cui necessita, sia permettere una più precisa categorizzazione dei traumi e dei trattamenti, permettendo ai ricercatori di prendere in considerazione tutte le variabili del trauma, andando così ad aumentare la validità dei risultati. Dosher et al.[37] sono arrivati alle stesse conclusioni e hanno fatto un'analisi retrospettiva per estrapolare quali siano i fattori principali che regolano l'intervento e il trattamento successivo; è stato suggerito come sia necessario elaborare un nuovo sistema di classificazione capace di tenere in considerazione ogni struttura coinvolta, il grado della lesione, le possibili modalità delle fratture e delle lesioni in estensione, nonché di quelle nervose o vascolari e, per quanto possibile, specificare non solo la struttura coinvolta, ma anche la localizzazione anatomica della lesione sulla struttura; si è visto infatti come le lesioni del LCM distali abbiano una prognosi migliore rispetto la lesione della componente prossimale o centrale[27].

Strategie terapeutiche:

La gestione di una lesione multilegamentosa, terminati gli accertamenti propri della fase acuta atti a stabilire l'entità del danno e le strutture danneggiate, tendenzialmente è di tipo chirurgica, principalmente per far fronte al grave quadro di disabilità che un trauma di questo genere può portare nella vita del paziente. Esistono però delle situazioni per cui si preferisce una gestione conservativa, come nel caso in cui un paziente sia troppo anziano o abbia troppe comorbidità che controindichino l'intervento chirurgico, oppure come nel caso di altre priorità (traumi cerebrali o traumi più invalidanti, generalmente associati a questo tipo di traumatismo), che mettano a rischio la vita del paziente. Un esempio di trattamento conservativo è quello della lesione al legamento

collaterale mediale che, secondo diversi autori[33], in una lesione di grado I-III può essere trattata in maniera conservativa anche in caso ci siano altre strutture lesionate (LCA). In queste situazioni si procederebbe con la gestione conservativa del LCM con un approccio coerente al grado di lesione e, una volta che questo sia guarito, procedere con l'operazione per il crociato anteriore. Il lato positivo di questo approccio è che, nel caso in cui a sei settimane la lesione di grado III del LCM non presenti i segni di guarigione che ci si aspetta, sarà possibile riparare anche il LCM contestualmente alla ricostruzione del LCA.

Analizzando la letteratura sono emersi diversi studi che raccomandano un particolare approccio terapeutico utile a sostenere il fisiologico processo di guarigione e proliferazione di nuovo tessuto andando ad eliminare per quanto possibile tutte le forze che sarebbero risultate dannose per il tessuto appena rimarginato o per l'innesto dei neolegamenti in un contesto post-operatorio.

La variabilità delle strutture coinvolte in questo genere di traumi e delle combinazioni che ne possono derivare rende difficile la creazione di un singolo protocollo che possa essere valido per tutti i traumi, ma, nonostante le differenze specifiche che verranno trattate successivamente, si possono individuare dei principi comuni che vanno rispettati nella gestione della fase acuta post-operatoria, ovvero:

1. Proteggere la ricostruzione chirurgica e recuperare il *range of motion* (ROM) articolare;
2. Gestire la cicatrizzazione del tessuto;
3. Minimizzare l'atrofia muscolare e riportare la muscolatura ai livelli di forza precedenti all'infortunio;
4. Utilizzare dei test basati sulla funzione per guidare la progressione dell'esercizio e il piano terapeutico.

Proteggere la ricostruzione chirurgica ed incrementare il ROM:

Dopo la ricostruzione chirurgica, Mook et al.[39] hanno dimostrato che una mobilizzazione precoce è correlata ad una diminuzione del deficit di movimento del ginocchio e favorisce un ritorno alle attività e al lavoro più alto rispetto che l'immobilizzazione, diminuendo anche il rischio di artrofibrosi.

Nonostante ci siano diversi benefici nella mobilizzazione precoce, non ci sono ancora dati certi riguardo le tempistiche da tenere in considerazione e l'escursione consentita. Dalla letteratura disponibile emerge che diversi autori consiglino di mobilizzare passivamente il ginocchio tra 0° e 90° in fase acuta, sempre rispettando le diverse necessità dei vari legamenti[31,32,35,40].

Gestire la cicatrizzazione del tessuto:

La complicazione più frequente delle lesioni multilegamentose è la rigidità dell'articolazione dovuta dallo sviluppo di tessuto cicatriziale e fibrotico che, se non trattato, porta ad artrofibrosi. Questo processo può causare dolore, limitazione articolare, diminuzione della forza muscolare e un aumento dei tempi necessari per tornare al lavoro e alle attività sportive. La mobilizzazione precoce di ginocchio e patella, il rinforzo muscolare e una gestione adeguata del carico sono fattori che aiutano a prevenire questa condizione[31].

Minimizzare l'atrofia muscolare e riportare la muscolatura ai livelli di forza precedenti all'infortunio.

Agire in maniera repentina e iniziare la riabilitazione quanto prima possibile è un'ottima strategia per gestire questa problematica in quanto la combinazione trauma più operazione chirurgica determina, se non viene trattata in maniera adeguata, una condizione di inibizione artrogenica con conseguente atrofia muscolare. Per quanto non esista un protocollo standardizzato per combattere queste condizioni che possono portare al persistere di deficit muscolari fino a due anni, molti autori concordano con iniziare il prima possibile un programma di rieducazione neuromotoria[2,29,31].

Utilizzare dei test basati sulla funzione per guidare la progressione dell'esercizio e il piano terapeutico.

Siccome l'obiettivo del programma terapeutico è riportare il paziente al grado di funzionalità precedente alla lesione per concedergli di ritornare alle attività che svolgeva prima dell'infortunio, diversi autori hanno individuato misure di outcome basate sul rapporto muscolare tra la gamba sana e quella malata, simili a quelli utilizzati per le lesioni singole di LCA, in modo da limitare al massimo il rischio di recidiva[2,29–31].

Per riassumere gli approcci utilizzati in letteratura è stata creata una tabella riassuntiva che indaga la popolazione di riferimento, il carico, il ROM, e gli esercizi (Tabella 9).

Autore Anno Popolazione	*ROM*	*Carico*	*Ischiocrurali*	*Esercizio terapeutico all'arto inferiore con carico*	*Esercizio terapeutico all'arto inferiore senza carico*
Irrgang et al.[30] *2000 MLKI*	Sett 1: obiettivo estensione completa, 0° se sono coinvolti LCP o PAPE Sett 4: 90° di flessione Sett 8 - 12: ROM completo	Sett: 0: PWB con stampelle e tutore bloccato in estensione Sett 6: WBAT Dismettere le stampelle quando il paziente ha 90° di flessione, estensione completa, nessun lag e ciclo del passo normale	Da evitare se la contrazione degli ischiocrurali stressa il sito chirurgico; altrimenti a 12 settimane	Parte tra la settimana 4 e la 6	Sett 0: isometrica di quadricipite, SLR, NMES
Edson et al.[28] *2006 MLKI + LCM*	Sett 0-2: prevenire l'iperestensione Sett 0-3: tutore bloccato in estensione Sett 3+: ROM a tolleranza Sett 6: obiettivo 90°-120°	Sett 0-6: NWB Sett 6-10: aggiungere 25% di WB alla settimana Sett 10: transizione verso un tutore funzionale	Sett 16: esercizio terapeutico attivo Sett 20: esercizio contro resistenza	Sett: 10 +	Sett 0: isometriche di quadricipite e SLR, NMES
Medvecky et al.[25] *2007 MLKI*	Sett 1: 0°-70° Sett 2-4: 0°-90° Sett 5-11: 110° Sett 12-16: ROM completo	Sett 1: NWB Sett 2-4: 25% Sett 5-6: 25-50% Sett 7+: WBAT	Se coinvolto LCP o PAPE evitare flessione attiva	Dalla 5° settimana	A partire dalla seconda settimana
Edson et al.[23] *2011 MLKI*	Sett 0-5: tutore bloccato in estensione 24/7 Sett 10: obiettivo 100° Sett 24: obiettivo 120°	Sett 0-5: NWB con tutore bloccato Sett 6-10: inizio a caricare il 20% a settimana	//	//	Sett 0-5: isometriche di quadricipite, NMES Sett 6-10: Isometriche a 60° con NMES Sett 16+: rinforzo del quadricipite completo

Jenkins et al.[32] *2011 MLKI*	Sett 0-6: tutore fisso con escursione 0°-90°	Sett 0-4: NWB Sett 4-6: PWB Sett 6+: Progressione al FWB	Sett 0-6: se PCL coinvlto no contrazione attiva Sett 8: WB e isometriche Sett 12: isotoniche	Sett 6+: leg press, calf raise, mini squat	Sett 0-2: isometriche di quadricipite, SLR da prono; Sett 2-6: AAROM flessione, anca, polpacci, isometriche di quadricipite Sett 6+: esercizio NWB progressivo per quadricipite
LaPrade et al.[27] *2012 Distretto mediale*	Sett: 0-2 PROM dall'estensione alla massima flessione senza dolore Sett 2: obiettivo 90° Sett 2+: secondo tolleranza Sett 6+: Obiettivo 130°	Sett 0-6: NWB, sempre tutore tranne durante gli esercizi Sett 6+: WBAT con stampelle e tutore sbloccato	Tra la settimana 2 e 6	Sett 6: WB ET + leg press a 70° di flessione di ginocchio	Sett 0: isometrica di quadricipite, SLR
Lynch et al.[29] *2017 MLKI*	No iperestensione fino a 6 settimane, referral se limitato a 60° alla settimana 4 o a 90° alla settimana 12.	Sett 0-6: PWB Carico a tolleranza senza sintomi con tutore e stampelle. Progressione basata sulla clinica	Sett 0-12: evitare contrazioni attive degli ischiocrurali	Sett 4: (o prima se non c'è infiammazione) : esercizi in carico bilaterale (0°-45°) Sett 6: esercizi in carico più importanti di carico monolaterale	Sett 0: Rinforzo glutei e calf, SLR Sett 8: estensione fino 45°. Sett 12: estensione completa
LaPrade et al.[31] *2018 LCL + LCA*	Sett 0-2: 0°-90° Sett 2+: ROM completo	Sett 0-2: PWB 40% con tutore	Sett 0-16: no esercizi attivi agli ischiocrurali	Sett 2: cyclette Sett 8: rinforzo bipodalico Mese 6: allenamento sport-specifico	Sett 0: SLR, flesso-estensione da seduto o prono, calf raise
Mueller et al.[26] *2018*	Sett 0-2: 0°-90° Sett 2+: ROM completo (solo da prono per	Sett 0-2: PWB (LCA) Sett 0-6: NWB (LCP/LCM)	Sett 0-16: no esercizi attivi agli ischiocrurali se	Cyclette dal giorno 10/sesta settimana	Blood Flow Restriction (BFR)

MLKI	LCP)	Sett 0-6: PWB (LCL)	coinvolti LCP o LCL		
LaPrade et al.[24] *2019 MLKI*	Sett 0: 0°-90°	Sett: 0-6: NWB Sett: 6-8: PWB Sett 8+: WB	//	//	//

Tabella 9: Schema riassuntivo degli studi.

Creare un singolo protocollo di trattamento che sia valido per tutte le lesioni multilegamentose è impensabile proprio per la grande variabilità di combinazioni che possono verificarsi in base alle lesioni associate e all'insieme di legamenti coinvolti. Per questo motivo diversi autori nel corso degli anni hanno preso come punto di partenza il protocollo per la lesione del legamento crociato anteriore aggiungendo delle modifiche e delle precauzioni necessarie per promuovere la guarigione delle altre strutture coinvolte. Oggi, in base agli studi più recenti su queste problematiche del ginocchio, possiamo definire il percorso migliore di guarigione per struttura e rispettare le tempistiche del legamento con più lenta guarigione nei casi in cui ci siano più elementi coinvolti. Le indicazioni che mergono dai diversi studi consultati[2,6,31,34,35,39–41] sui singoli legamenti sono riassunti nella tabella seguente (Tabella 10):

Legamento coinvolto	*ROM*	*Carico del peso*	*Tutore*	*Cyclette*	*Accorgimenti*
LCA	ROM libero	Peso parziale per due settimane	Tutore lungo	Dieci giorni	/
LCP	0-90° per due settimane, poi ROM libero (da prono)	Nessun carico per sei settimane	Tutore specifico per LCP che limita il cassetto posteriore per 24 settimane	Sei settimane	Non effettuare esercizi attivi per gli ischiocrurali per 16 settimane
LCM	0-90° per due settimane,	Nessun carico per sei	Immobilizzazione per sei settimane	Sei settimane	/

	poi ROM libero	settimane			
LCL	0-90° per due settimane, poi ROM libero	Carico parziale per sei settimane	Immobilizzazione per due settimane poi tutore lungo	Due settimane	Non effettuare esercizi attivi per gli ischiocrurali per 16 settimane. Evitare l'extrarotazione di tibia per quattro mesi.

Tabella 10: Principali indicazioni da considerare nella riabilitazione.

Analisi delle variabili di progressione

ROM

Come già espresso da Mook et al.[39], iniziare nell'immediato post-operatorio a mobilizzare l'articolazione permette un incremento della mobilità nel lungo termine rispetto all'immobilizzazione e permette al paziente un più veloce recupero funzionale senza andare a minare la stabilità del ginocchio od aumentare la lassità dei neolegamenti. Come indicato nelle linee guida rispetto le nuove evidenze, è stato riportato come sicuro permettere un ROM 0°-90° già dalla prima giornata post-operatoria che andrà poi incrementato in base alla tipologia della lesione e dalla risposta del singolo paziente. Una particolare attenzione va posta nell'evitare di forzare troppo la flessione del ginocchio per evitare flare-up, così come è importante evitare che il ginocchio vada in iperestensione perché questo va a stressare le strutture del PAPE e del legamento crociato posteriore.

Carico

I dati che emergono dalla letteratura suggeriscono una sospensione del carico durante il cammino per circa sei settimane in seguito ad una lesione multilegamentosa, soprattutto se coinvolge il legamento crociato posteriore e il PAPE. È importante ricordare che è concesso al paziente un carico al 50% in stazione eretta, purché indossi il tutore; si può quindi autorizzare il paziente a restare in piedi fermo con il peso suddiviso tra le due gambe durante lo svolgimento di attività di vita quotidiana compatibilmente con la capacità di carico della struttura e del dolore. Rimane un'eccezione il LCA associato a lesione del LCL[35] e/o del LCM di grado I e II[33] (con guarigione spontanea) in cui viene permesso il carico a tolleranza utilizzando un tutore che aiuti ad eliminare le forze in valgo e in varo. Una volta terminate le settimane di astinenza dal carico, la letteratura propone due settimane di carico a tolleranza con l'obiettivo di eliminare le stampelle entro l'ottava settimana, purché il paziente riesca ad avere un cammino corretto senza ausili. Alcuni autori[2,30,34] invece suggeriscono un carico a sfioramento o parziale fin da subito purché questo sia gestito bene dal paziente e che non provochi dolore >3/10 NRS o non peggiori lo stato infiammatorio dei legamenti operati; questo perché il carico a tolleranza, se ben monitorato, permette una maggior attivazione della muscolatura, diminuendo l'atrofia, favorisce la produzione di liquido sinoviale e permette di dare un piccolo stimolo al substrato chirurgico per iniziare la guarigione. Una volta che sarà possibile sbloccare il tutore, il paziente dovrà essere guidato verso un carico tollerabile, con ausilio delle stampelle, che mimi il più possibile il normale pattern del cammino per iniziare a sfruttare il ROM disponibile e massimizzare le possibilità di recupero prevenendo l'artrofibrosi.

Tutore

Le indicazioni che emergono dalla letteratura suggeriscono di utilizzare in fase iniziale un tutore che immobilizzi il ginocchio in estensione durante la deambulazione e di permettere al paziente di togliere il tutore per eseguire gli esercizi domiciliari con le dovute precauzioni. Il tutore verrà poi sostituito con un altro modello più accomodante che permetta il movimento del ginocchio, garantendo comunque la protezione delle strutture più delicate; questo è il caso del LCP che necessita di un tutore apposito che eviti da traslazione posteriore della tibia per sei mesi, mentre in caso d'interessamento del LCM e del LCL è indicato il tutore per evitare i movimenti in valgismo e varismo durante le prime fasi della riabilitazione. Generalmente, per quanto riguarda le lesioni LCA combinate con LCL si passa dal tutore immobilizzante ad uno libero quando il paziente riesce ad eseguire un SLR (Straight Leg Rise, flessione d'anca con ginocchio esteso) correttamente[2,35]; ovvero con lag inferiore a 5°, oppure senza perdere più di 5° di estensione. Una volta che il paziente

sarà in possesso di questi criteri, si potrà procedere nello sbloccare il tutore da 45° a 60° per la deambulazione.

Cyclette

La cyclette viene utilizzata in molti studi come uno strumento per permettere al paziente che non ha più limiti di ROM di iniziare a fare un'attività aerobica, ciclica, che permetta di iniziare a lavorare sulla muscolatura, sull'articolazione e a mettere un po' di carico sulle suture chirurgiche. È importante per il primo periodo evitare di mettere resistenza perché produrrebbe un aumento della richiesta di attivazione degli ischiocrurali, evitare i pedali con il blocco dell'avampiede perché è stato studiato che incrementano l'attività elettromiografica della muscolatura posteriore della coscia, ed evitare che durante la pedalata il ginocchio vada in iperestensione, andando a forzare la componente legamentosa posteriore. Nei casi di lesione LCA con coinvolgimento del LCL, LaPrade et al.[35] permette lo svolgimento della cyclette dopo la seconda settimana, quando viene tolta la limitazione al ROM di ginocchio. Lynch et al.[2] riferiscono la possibilità di iniziare la cyclette senza resistenza una volta che il paziente ha raggiunto i 90° di flessione e quando sono trascorse un minimo di tre settimane dall'intervento, in quanto è stato dimostrato che l'impatto sul legamento crociato anteriore è minimo. L'obiettivo è di incrementare il ROM fino alla decima settimana post-chirurgica. È importante che il movimento sia lineare e controllato, per i pazienti che non sono ancora in grado di completare una rivoluzione completa non c'è da forzare. Dopo la decima settimana si può iniziare ad aumentare la resistenza in maniera che sia più allenante in termini di endurance. Andrà sempre monitorato lo stato flogistico dell'articolazione e i tempi di lavoro andranno gestiti in maniera graduale in modo che il tessuto abbia il tempo di imparare a gestire lo stress meccanico.

Interruzione del tutore e delle stampelle

Una volta che la fase di guarigione del tessuto operato è al termine e il paziente è in grado di eseguire un SLR con lag < 5°, si può proseguire con lo sblocco del tutore fino a 45-60° di flessione in modo che il paziente possa lavorare su uno schema del passo corretto. Le stampelle si potranno togliere una volta che il paziente avrà raggiunto l'estensione attiva completa, un minimo di 90-100° di flessione di ginocchio, assenza di lag in estensione, riuscirà ad eseguire venti minuti di cammino con minimo disconfort[29,30] e sia in grado di affrontare una rampa di scale.

Esercizio terapeutico

L'esercizio terapeutico è una parte fondamentale del percorso che il paziente deve eseguire per riacquisire le capacità che sono state perse con il trauma e prevede esercizi per l'articolarità, per la forza, per l'endurance ed esercizi che vadano a stabilire un buon controllo ed una buona propriocezione dell'arto. L'esercizio terapeutico va somministrato con modalità e quantità congrue allo stato di guarigione del tessuto e allo stato di infiammazione del tessuto stesso, in quanto mira a fornire uno stress adeguato a favorire la guarigione senza eccedere in un sovradosaggio che può bloccare o allungare il tempo fisiologico di cui l'articolazione ha bisogno per tornare a adempiere la sua funzione in maniera ottimale. In questo contesto dobbiamo anche fare attenzione alle forze di taglio che possono coinvolgere l'articolazione e che possono minare la stabilità del substrato chirurgico.

Gli studi degli ultimi anni sono concordi nel suggerire un avvio precoce del programma riabilitativo dopo la chirurgia in modo da accorciare i tempi di recupero e favorire il ripristino della normale funzionalità dell'articolazione[29,30], a tal fine sarà importantissimo anche proporre un programma di esercizi che il paziente dovrà eseguire regolarmente a domicilio perché questo sia efficace nel migliorare la sua prognosi. Nel caso accadesse qualche evento traumatico o una situazione di allerta, come una diminuzione repentina del ROM o uno stato di flogosi importante, sarà necessario riferirlo al chirurgo in modo da trovare il miglior metodo per gestire la situazione.

L'obiettivo in fase acuta è prevenire l'insorgenza di artrofibrosi, aumentare il reclutamento muscolare del quadricipite e gestire la risposta infiammatoria dei tessuti[30]. Per fare ciò il primo strumento di cui ci avvaliamo è la mobilizzazione passiva dell'articolazione, facendo attenzione a non indurre traslazioni anteriori o posteriori, nel caso di ricostruzioni ai crociati, o stress in valgo o in varo e rotazioni del piatto tibiale nel caso di ricostruzione delle componenti laterali o mediali[30]. Sarà importante iniziare un mobilizzazione della patella in tutte le direzioni per evitare lo sviluppo di artrofibrosi[30].

Il gonfiore del ginocchio è un problema che spesso ci si trova ad affrontare nel post-operatorio, questo può sostenere i processi di inibizione del quadricipite e la conseguente atrofia. I principali strumenti a disposizione del fisioterapista per prevenire e trattare questa complicanza sono l'elettrostimolazione (NMES), il ghiaccio e la posizione elevata prolungata, unita al

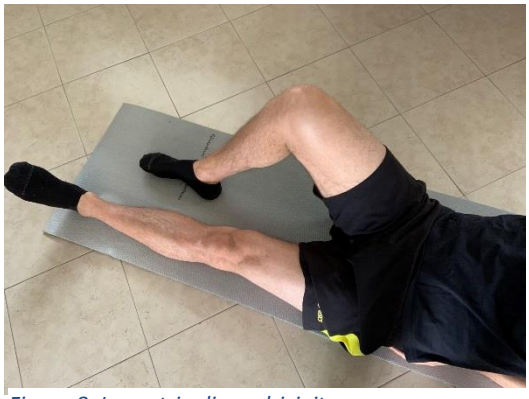


Figura 8: Isometria di quadricipite.

rinforzo del quadricipite attraverso contrazioni isometriche e l'SLR, nonché tramite l'esecuzione di esercizi per la muscolatura del polpaccio, in modo da sostenere il flusso sanguigno[28].

È importante ricordare che nel caso di lesione al LCP e/o al PAPE non bisogna eseguire esercizi di flessione attiva di ginocchio perché questi si accompagnano ad una traslazione posteriore della tibia che mina la stabilità delle ancore dei legamenti. Non vi sono attualmente in letteratura protocolli standard da adottare nella prima fase di trattamento, quando ancora non è consentito il carico completo e sono presenti restrizioni al ROM, e mancano gli studi che confrontino i vari approcci per definire il programma migliore con cui gestire questa tipologia di lesioni

Figura 9: Straight Leg Raise nelle quattro direzioni.

Gli studi disponibili suggeriscono, tuttavia, l'uso di un tutore bloccato in estensione per un tempo variabile compreso tra due e sei settimane, in base ai legamenti coinvolti e ai diversi protocolli utilizzati negli studi, e non è concesso il carico per un tempo che va tra la settimana post-operatoria e la sesta settimana dopo l'operazione. In questo periodo si insegnerà al paziente come eseguire la mobilizzazione della rotula e del ginocchio dentro il tutore bloccato tra 0° di estensione e 90° di flessione (solo flessione passiva per le lesioni LCP)[31,36], ed esercizi per favorire l'attivazione muscolare del quadricipite tra cui SLR nelle quattro direzioni (flessione, estensione abduzione ed adduzione d'anca), contrazioni isometriche del quadricipite, rinforzo della muscolatura dell'anca e del polpaccio. Alcuni studi consigliano anche di somministrare al paziente elettrostimolazione neuromuscolare ad alta intensità per combattere l'atrofia del quadricipite. In questa fase del programma terapeutico è fondamentale insegnare al paziente come eseguire gli esercizi al domicilio in maniera corretta e con la posologia adeguata.

Secondo Lynch et al.[2] il paziente dovrebbe iniziare quanto prima degli esercizi in carico bipodalico e la cyclette purché in assenza di segni di infiammazione a livello del ginocchio. Questo permetterebbe al fisioterapista e al paziente di introdurre gradualmente attività prima della quarta settimana in modo da caricare lentamente i tessuti operati monitorandone la risposta. Gli esercizi proposti per aumentare la forza e la resistenza del paziente dovrebbero prevedere lavoro in carico e in scarico ed essere tarati sulla tolleranza dei tessuti e sui legamenti coinvolti, mentre sono

controindicati quelli che prevedono la contrazione contro resistenza degli ischiocrurali dopo riparazione o ricostruzione del LCP, PAPE o dei menischi.

Per il rinforzo muscolare, Mueller et al.[31] suggeriscono di affiancare al canonico programma di rinforzo una serie di esercizi utilizzando la tecnica *Blood Flow Restriction* (BFR) che, inducendo una diminuzione della perfusione sanguigna applicata con un tourniquet, permette di alterare i segnali cellulari, ormonali e la sintesi di proteine per far proliferare le cellule muscolari, andando a creare ipertrofia nella muscolatura bersaglio; questo permetterebbe di mantenere il carico generale dell'allenamento in una soglia che non andrebbe a stressare eccessivamente l'articolazione mantenendo comunque un alto stress metabolico che permette alla muscolatura di crescere. Il protocollo che propongono nello studio è composto da 1x30 + 3x15 ripetizioni con 30 secondi di pausa tra una serie e l'altra, applicando un'occlusione dell'80%.

Nelle prime sei settimane dopo l'intervento non bisognerebbe utilizzare un peso superiore ai 4,5 kg per non sottoporre ad eccessive forze tensili i nuovi legamenti; il carico esterno può essere aumentato progressivamente tra la sesta e l'ottava settimana[2]. Le contrazioni isometriche del quadricipite dovrebbero essere eseguite in un range tra i 60° e i 90° di flessione di ginocchio, mentre la resistenza dovrebbe essere posta nella parte prossimale della tibia e l'esercizio non dovrebbe provocare dolore; il raggiungimento dei 45° è concesso dall'ottava settimana e dalla dodicesima settimana si può utilizzare il ROM completo[2]. La progressione dovrebbe essere impostata in modo da lavorare prima sull'endurance del quadricipite (set da 12 a 20 ripetizioni) e poi sulla sua forza (set da 8 a 12 ripetizioni).

Quando si inizia il lavoro in carico bisogna tenere in considerazione che potrebbe causare un po' di dolore o sensazione di gonfiore, quindi andrebbe iniziato in un ambiente protetto, con l'ausilio del tutore e con il supporto del terapista o di strutture esterne (parallele, spalliera). Questo genere di esercizi mira a rinforzare tutto l'arto inferiore e permette al paziente di riacquisire un normale schema del passo. La camminata stessa potrebbe essere considerata un esercizio di rinforzo in carico, sia effettuata con l'ausilio delle stampelle che in loro assenza; l'obiettivo, in questo caso, è quello di ristabilire il movimento armonico tra i due arti e la corretta escursione del ginocchio durante la fase di swing e di appoggio. In questa fase si può iniziare a proporre al paziente l'esecuzione degli scalini, sempre con i supporti se necessario.

Gli esercizi in carico si iniziano utilizzando il peso del corpo del paziente, secondo Lynch et al.[2] e si può aggiungere del peso una volta che l'individuo riesce a fare uno squat a 90° e riesce a scendere uno scalino senza dolore. L'incremento del carico non dovrebbe comunque avvenire prima delle

dodici settimane dall'intervento, finché l'infiammazione non è sotto controllo, e finché il quadricipite non ha una forza pari al 70% del controlaterale.

Precauzioni per specifici legamenti

La riabilitazione nelle lesioni multilegamentose, come per tutte le altre patologie di interesse fisioterapico, per essere efficacie deve essere tarata sulla condizione clinica del singolo paziente e, data l'estrema variabilità delle strutture che sono coinvolte, risulta difficile individuare un unico protocollo standard su cui impostare il nostro lavoro. Nonostante ciò ci sono degli accorgimenti tipici di ogni legamento che vanno osservati per non nuocere al paziente ed evitare una riacutizzazione della sintomatologia. Utilizzeremo queste informazioni per guidare lo sviluppo del piano terapeutico costruito sul paziente che abbiamo in cura.

Il percorso di trattamento va quindi modificato in base a quale sia la struttura interessata dal trauma con il più lento processo di guarigione, e quindi quella che necessita di più protezione da forze che potrebbero comprometterne la stabilità. Bisogna tenere in considerazione quale sia la tecnica chirurgica utilizzata durante l'operazione, infatti la ricostruzione dei tessuti molli effettuata con la metodica bone-to-bone viene considerata stabile e capace di sopportare subito certe quantità di stress, mentre la riparazione con sutura viene considerata più fragile e necessita di più attenzioni, ma ha il vantaggio di evitare il prelievo di tessuto da un'altra zona (spesso il tendine rotuleo) poiché si procede riposizionando il legamento rotto nella sua sede anatomica per mezzo di una piccola ancora. Come programma di base si utilizza quello per le lesioni del legamento crociato anteriore ponendo delle modifiche addizionali per le strutture che le necessitano.

Nel caso di una lesione al legamento crociato anteriore bisogna considerare che sia gli esercizi in carico che quelli in scarico vanno iniziati quanto prima per incrementare la forza del quadricipite al pari dell'arto sano. Entrambi hanno delle regole di applicazione ottimale per limitare la tensione sui tessuti operati senza rallentare la progressione del piano terapeutico. Da diversi studi condotti in precedenza sappiamo che l'esercizio della *leg extension* può essere eseguito con contrazioni isotoniche ed isometriche ma per essere completamente sicuro va eseguito senza carico e in un ROM compreso tra 90° e 60° di flessione. Riguardo gli esercizi in carico sappiamo che vanno limitati tra 0° e 45° di flessione. I primi esercizi da inserire dovrebbero essere esercizi unilaterali senza carico ed esercizi bipodalici con carico. Progredendo con le settimane, Lynch et al.[2] consigliano di inserire un leggero carico esterno prossimale al ginocchio tra la sesta settimana e l'ottava, contestualmente si aumenta il rom disponibile per gli esercizi in catena cinetica aperta a 45°. Il ROM completo sarà accessibile a 12 settimane.

Nel caso di una lesione al PAPE o al LCP bisogna fare attenzione a fornire il supporto necessario per evitare l'iperestensione e le forze in varismo, la traslazione posteriore del piatto tibiale stando anche attenti ad evitare delle forti contrazioni concentriche ed eccentriche del bicipite femorale e del gastrocnemio. Specialmente nel caso del crociato posteriore, è importante evitare per sei settimane dopo l'intervento lo scivolamento posteriore della tibia che avviene con contrazioni degli ischiocrurali senza opposizione del quadricipite oltre i 20°-30° di flessione in modo da non stressare i neolegamenti. Si utilizzerà infatti l'esercizio *Straight Leg Rise* nelle quattro direzioni dello spazio per allenare la muscolatura mantenendo una traslazione tibiale minima. Dalla sesta settimana quando il paziente soddisfa i criteri per togliere le stampelle si possono iniziare gli esercizi in carico tenendo a mente che oltre i 45° di flessione gli stabilizzatori passivi posteriori del ginocchio intervengono in maniera importante quando si esegue la flessione in carico, per cui bisogna limitare il movimento tra 0° e 45° di flessione. Nel caso ci sia dolore o disagio durante la flessione, il terapista può applicare manualmente una forza di traslazione anteriore della tibia o di extrarotazione della stessa per rimuovere tensione dai siti chirurgici. Sia per il PAPE che per il LCP il paziente dovrebbe iniziare a flettere gentilmente il ginocchio con contrazione attiva a partire dall'ottava settimana e dovrebbe essere monitorato continuamente per dolore posteriore al ginocchio. Gli esercizi che possono essere proposti sono lo scivolamento attivo del tallone su una superficie liscia oppure contrazioni concentriche degli ischiocrurali da prono o da in piedi. Gli esercizi contro resistenza possono iniziare a partire dalla dodicesima settimana se le contrazioni degli ischiocrurali non provocano dolore o se una contrazione isometrica al 75% a 90° di flessione non causa un cassetto posteriore tibiale. Gli esercizi che si possono somministrare sono gli stessi visti in precedenza ma con un carico esterno aggiunto. Una volta che la performance è migliorata, si può inserire l'esercizio eccentrico che include i *Romanian dead lifts*, *Nordic hamstring curls* e altri esercizi. L'enfasi per un soggetto che deve tornare allo sport è posta sul controllo della contrazione eccentrica degli ischiocrurali che si scatena durante lo scatto, l'atterraggio da un salto e la rotazione con la gamba perno.

Figura 10: In alto, Scivolamento del ginocchio; al centro, flessione attiva di ginocchio da prono; in basso, Nordic hamstring.

Riguardo il legamento LCM, questo dovrebbe essere protetto dalle forze in valgismo o di rotazione laterale. Se c'è dolore o disagio nell'eseguire la flessione bisognerebbe applicare una forza manuale in leggero varismo o una rotazione interna per ridurre le forze nel sito di intervento[2]. C'è da specificare che Edson[33] prende in considerazione la possibilità di un trattamento conservativo del LCM se affiancato a lesioni di LCA in modo da procedere con l'approccio chirurgico dopo aver dato al legamento collaterale mediale la possibilità di guarire in maniera spontanea. Ciò non avviene se LCM è associato a lesioni del crociato posteriore.

Riassunto delle nozioni principali

ROM	• Inizio precoce. • ROM iniziale 0°-90°. • Non forzare eccessivamente la flessione per evitare flare-up. • Evitare iperestensione se presenti o sospette lesioni di LCP e PAPE.
Carico	• Sospensione del carico durante il cammino per 6 settimane, soprattutto se lesionato LCP o PAPE. • Lesioni di LCA con LCL o LCM (I – II grado) possono caricare a tolleranza utilizzando un tutore. • Per togliere le stampelle il paziente deve presentare un corretto ciclo del passo. • Tendenza ad eliminare le stampelle entro la settimana 8, compatibilmente con la clinica.
Tutore	• Consigliato un tutore che immobilizzi il ginocchio in estensione durante la deambulazione in fase iniziale (2-6 settimane). • Se c'è lesione del LCP è necessario un tutore che eviti la traslazione posteriore della tibia per sei mesi. • Con lesione di LCL o LCM è necessario utilizzare un tutore che limiti il valgismo e il varismo. • Si consiglia lo sblocco del tutore per la deambulazione quando il paziente riuscirà ad eseguire un SLR con lag inferiore a 5°.
Cyclette	• Consigliata quando si raggiunge il ROM necessario ad un esercizio senza dolore. • In fase iniziale si completa l'esercizio senza resistenza. • Non si devono utilizzare i pedali con blocco dell'avampiede. • Evitare l'iperestensione se c'è coinvolgimento delle strutture posteriori. • Si considera di aumentare la resistenza in maniera progressiva dalla decima settimana con costante monitoraggio dello stato flogistico dell'articolazione.
Interruzione del tutore e delle stampelle	• Sblocco del tutore fino a 45°-60° quando il paziente esegue un SLR con lag <5°. • Interruzione delle stampelle quando si raggiungono i seguenti requisiti: - Estensione arriva completa. - Minimo di 90°-100° di flessione.

	- Assenza di lag in estensione. - Capacità di salire una rampa di scale. - Esecuzione di venti minuti di cammino con minimo discomfort.
Esercizio terapeutico	• Si consiglia di iniziare quanto prima per prevenire complicanze. • Mobilizzazione passiva della patella e del ginocchio senza indurre traslazioni o rotazioni del piatto tibiale. • Utilizzare NMES, ghiaccio ed elevazione per gestire il gonfiore in fase acuta. • Utilizzo di contrazioni isometriche prolungate e SLR per combattere l'atrofia muscolare. • Non flettere attivamente il ginocchio se vi sono lesioni al LCP e/o PAPE. • Educare il paziente all'automobilizzazione della rotula e del ginocchio, stilare programma di lavoro muscolare da eseguire a domicilio. • In assenza di segni di infiammazione, viene consigliato un inizio precoce di esercizi bipodalici e cyclette. • Monitorare la risposta infiammatoria del ginocchio come guida per la gestione del carico di lavoro sull'articolazione. • Controindicazione all'esecuzione di esercizi resistiti in esiti di lesione LCP, PAPE o meniscale. • È possibile affiancare la tecnica Blood Flow Restriction per incrementare lo stress metabolico del muscolo senza incrementare il carico esterno. • Sconsigliato l'utilizzo di carichi esterni superiori a 4,5kg nelle prime sei settimane. • Con lesione LCA le contrazioni isometriche sono consigliate nel range tra 60° e 90° di flessione in fase iniziale, si può raggiungere i 45° dall'ottava settimana, dalla dodicesima ROM completo. • È consigliato lavorare prima sull'endurance del quadricipite, la forza va sviluppata in un secondo momento. • Il lavoro in carico va iniziato in un ambiente protetto, con il tutore e un supporto esterno. • La camminata può essere considerata un esercizio di rinforzo in carico, il cui obiettivo è rendere armonico il movimento degli arti. • Quando il paziente inizia l'addestramento al cammino, si può iniziare a proporre la salita dei gradini. • Si consiglia di aggiungere un carico esterno durante gli esercizi in catena cinetica chiusa solo quando il paziente riesce ad eseguire uno squat a 90° ed a scendere un gradino senza dolore. • Non bisognerebbe comunque aggiungere carichi esterni prima delle dodici settimane.

Precauzioni per i legamenti	*LCA:* • Iniziare quanto prima il rinforzo muscolare. • Gli esercizi in catena cinetica aperta vanno eseguiti con contrazioni isometriche tra i 60° e i 90° di flessione. • Gli esercizi in catena cinetica chiusa vanno limitati tra 0° e 45° di flessione. • Si consiglia di iniziare il rinforzo muscolare con esercizi unilaterali in catena cinetica aperta per poi passare ad esercizi bipodalici in carico. • Per la progressione tra la sesta e l'ottava settimana utilizzare un carico esterno prossimale al ginocchio. • Il ROM per gli esercizi in catena cinetica aperta aumenta a 90°-45° di flessione dalla sesta settimana, e alla dodicesima settimana sarà accessibile il ROM completo. *LCP e PAPE:* • Evitare l'iperestensione e le forze in varismo. • Evitare la traslazione posteriore del piatto tibiale. • Evitare contrazioni concentriche ed eccentriche dei flessori di ginocchio e del gastrocnemio (superati i 20°-30° di flessione trazionano posteriormente la tibia). • Utilizzare SLR nelle quattro direzioni per minimizzare la traslazione tibiale. • Esercizi in carico dalla sesta settimana con flessione 0° - 45°. • In caso di dolore durante la flessione, considerare l'applicazione di una trazione manuale anteriore della tibia. • Gentili contrazioni attive dei flessori sono consentite dall'ottava settimana; le contrazioni resistite dalla dodicesima. • Porre attenzione all'esercizio eccentrico per il ritorno allo sport. *LCM:* • Protezione dalle forze in valgismo ed extrarotazione di tibia. • In caso di dolore durante la flessione, considerare di porre manualmente uno stress in varismo o rotazione interna della tibia. • Se associato a LCA, è possibile procedere con gestione conservativa di LCM in prima istanza per procedere successivamente con chirurgia per LCA.

Ritorno allo sport

Molte lesioni multilegamentose sono legate a traumi sportivi, c'è quindi la necessità di riportare il paziente ad un livello atletico quanto più simile al livello pre-traumatico. Per raggiungere questo obiettivo bisogna allenare il paziente in modo che sia in grado di sopportare senza dolore o comorbidità lo stesso livello di attività sportiva che faceva in precedenza. Inoltre, dovremo essere sicuri che il paziente abbia le capacità di gestire quel genere di attività. Questa sicurezza ci verrà fornita da test sport specifici e test funzionali che dovranno essere aderenti al lato non traumatizzato, tendenzialmente dovrà esserci una differenza tra i due arti inferiore al 10%.

Limiti dello studio

La scarsità di studi randomizzati controllati e la mancanza di protocolli di riabilitazione globali basati su evidenza scientifica rendono complicato stilare un programma di riabilitazione che possa pesare tutte le variabili. Gli studi presi in considerazione per questo lavoro vanno pesati coerentemente con il loro livello di qualità scientifica.

Conclusioni

La riabilitazione conseguente a lesione multilegamentosa è vittima di diverse variabili che impediscono la costruzione di linee guida per il trattamento, nonostante ciò pare chiaro che tutti gli autori concordino nel considerare le tempistiche del legamento coinvolto nel trauma con più lungo tempo di guarigione come base per stilare il programma terapeutico e la sua progressione. Si evince anche l'importanza di limitare i movimenti accessori dell'articolazione che potrebbero danneggiare il tessuto riparato con la chirurgia, tuttavia non c'è un parere univoco su come debba essere gestito lo sgravio del peso e sui tempi di immobilizzazione dell'articolazione.

Per ottenere dei risultati più validi scientificamente sarebbe necessario creare una classificazione che tenga conto di tutte le variabili del trauma, delle strutture coinvolte e delle comorbidità presenti, in modo da agevolare la stesura di protocolli riabilitativi che considerino tutti questi fattori. Successivamente saranno necessari ulteriori studi che mettano a confronto i diversi protocolli proposti dalla letteratura in modo da evidenziare strategie terapeutiche adatte alle varie presentazioni cliniche e che possano così guidare il trattamento di queste complesse lesioni.

Key Point:

1. La letteratura scientifica non porta evidenze di un trattamento migliore di un altro a causa della mancanza di studi.
2. La classificazione delle lesioni multilegamentose manca di specificità per eziologia e velocità del trauma, lesioni associate e non specifica le strutture coinvolte.
3. Necessità di impostare il programma terapeutico con le tempistiche del legamento con più lenta guarigione per non gravare sui siti chirurgici.
4. L'artrofibrosi è un rischio e va evitato con mobilizzazioni e rinforzo muscolare precoce.
5. È necessario osservare le precauzioni per una corretta guarigione di ogni legamento, occorre evitare movimenti che potrebbero portare eccessivi stress ai tessuti lesionati e bisogna monitorare lo stato flogistico dell'articolazione come guida per il carico.

Bibliografia

1. Burrus MT, Werner BC, Griffin JW, Gwathmey FW, Miller MD. Diagnostic and management strategies for Multiligament knee injuries a critical analysis review. *JBJS Rev*. 2016;4(2):1-9. doi:10.2106/JBJS.RVW.O.00020

2. Lynch AD, Chmielewski T, Bailey L, et al. Current Concepts and Controversies in Rehabilitation After Surgery for Multiple Ligament Knee Injury. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017;10(3):328-345. doi:10.1007/s12178-017-9425-4

3. Howells NR, Brunton LR, Robinson J, Porteus AJ, Eldridge JD, Murray JR. Acute knee dislocation: An evidence based approach to the management of the multiligament injured knee. *Injury*. 2011;42(11):1198-1204. doi:10.1016/j.injury.2010.11.018

4. Trasolini NA, Lindsay A, Gipsman A, Rick Hatch GF. The Biomechanics of Multiligament Knee Injuries: From Trauma to Treatment. *Clin Sports Med*. 2019;38(2):215-234. doi:10.1016/j.csm.2018.11.009

5. Wijdicks CA, Griffith CJ, Johansen S, Engebretsen L, LaPrade RF. Injuries to the medial collateral ligament and associated medial structures of the knee. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2010;92(5):1266-1280. doi:10.2106/JBJS.I.01229

6. Moatshe G, Vap AR, Getgood A, LaPrade RF, Engebretsen L. Medial-Sided Injuries in the Multiple Ligament Knee Injury. *J Knee Surg*. 2020;1(212). doi:10.1055/s-0039-3402768

7. Westermann RW, Spindler KP, Huston LJ, et al. Outcomes of Grade III Medial Collateral Ligament Injuries Treated Concurrently With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Multicenter Study. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg*. 2019;35(5):1466-1472. doi:10.1016/j.arthro.2018.10.138

8. Dean RS, LaPrade RF. ACL and Posterolateral Corner Injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2019. doi:10.1007/s12178-019-09581-3

9. Vicenti G, Solarino G, Carrozzo M, et al. Major concern in the multiligament-injured knee treatment: A systematic review. *Injury*. 2019;50:S89-S94. doi:10.1016/j.injury.2019.01.052

10. Helito PVP, Peters B, Helito CP, Van Dyck P. Imaging evaluation of the multiligament injured knee. *Ann Jt*. 2018;3:80-80. doi:10.21037/aoj.2018.09.03

11. LaPrade RF, Bollom TS, Wentorf FA, Wills NJ, Meister K. Mechanical properties of the posterolateral structures of the knee. *Am J Sports Med*. 2005;33(9):1386-1391. doi:10.1177/0363546504274143

12. Chahla J, Murray IR, Robinson J, et al. Posterolateral corner of the knee: an expert consensus statement on diagnosis, classification, treatment, and rehabilitation. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2019;27(8):2520-2529. doi:10.1007/s00167-018-5260-4

13. LaPrade RF, Heikes C, Bakker AJ, Jakobsen RB. The reproducibility and repeatability of varus stress radiographs in the assessment of isolated fibular collateral ligament and grade-III posterolateral knee injuries. An in vitro biomechanical study. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2008;90(10):2069-2076. doi:10.2106/JBJS.G.00979

14. McDonald LS, Waltz RA, Carney JR, et al. Validation of varus stress radiographs for anterior cruciate ligament and posterolateral corner knee injuries: A biomechanical study. *Knee*. 2016;23(6):1064-1068. doi:10.1016/j.knee.2016.07.001

15. Alentorn-Geli E, Lazarides AL, Utturkar GM, et al. Factors predictive of poorer outcomes in the surgical repair of multiligament knee injuries. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2019;27(2):445-459. doi:10.1007/s00167-018-5053-9

16. Bakshi NK, Khan M, Lee S, et al. Return to Play After Multiligament Knee Injuries in National Football League Athletes. *Sports Health*. 2018;10(6):495-499. doi:10.1177/1941738118768812

17. Woodmass JM, Johnson NR, Mohan R, Krych AJ, Levy BA, Stuart MJ. Poly-traumatic multi-ligament knee injuries: is the knee the limiting factor? *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2018;26(9):2865-2871. doi:10.1007/s00167-017-4784-3

18. Neri T, Myat D, Beach A, Parker DA. Multiligament Knee Injury: Injury Patterns, Outcomes, and Gait Analysis. *Clin Sports Med*. 2019;38(2):235-246. doi:10.1016/j.csm.2018.11.010

19. Everhart JS, Du A, Chalasani R, Kirven JC, Magnussen RA, Flanigan DC. Return to Work or Sport After Multiligament Knee Injury: A Systematic Review of 21 Studies and 524 Patients. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg*. 2018;34(5):1708-1716. doi:10.1016/j.arthro.2017.12.025

20. Dwyer T, Whelan D. Anatomical considerations in multiligament knee injury and surgery. *J Knee Surg*. 2012;25(4):263-274. doi:10.1055/s-0032-1326996

21. Vap AR, Schon JM, Moatshe G, et al. The role of the peripheral passive rotation stabilizers of the knee with intact collateral and cruciate ligaments: A biomechanical study. *Orthop J Sport Med*. 2017;5(5):1-12. doi:10.1177/2325967117708190

22. Brian J. Cole, MD, and Christopher D. Harner M. The Multiple Ligament Injured Knee. *Knee*. 1999. doi:10.1016/j.knee.2020.01.011

23. Fanelli GC. Multiple Ligament Injured Knee: Initial Assessment and Treatment. *Clin Sports Med*. 2019;38(2):193-198. doi:10.1016/j.csm.2018.11.004

24. Hoit G, Farag J, Whelan DB. Neurologic Assessment and Management of the Multiple Ligament Injured Knee: A Review and Synthesis of Current Evidence. *J Knee Surg*. 2019. doi:10.1055/s-0039-3401828

25. Kanakamedala AC, Sheean AJ, Alaia MJ, Irrgang JJ, Musahl V. Concomitant periarticular fractures predict worse patient-reported outcomes in multiligament knee injuries: a matched cohort study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020. doi:10.1007/s00402-020-03344-3

26. Maslaris A, Brinkmann O, Bungartz M, Krettek C, Jagodzinski M, Liodakis E. Management of knee dislocation prior to ligament reconstruction: What is the current evidence? Update of a universal treatment algorithm. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28(6):1001-1015. doi:10.1007/s00590-018-2148-4

27. Merritt AL, Wahl C. Initial assessment of the acute and chronic multiple-ligament injured (Dislocated) knee. *Sports Med Arthrosc*. 2011;19(2):93-103. doi:10.1097/JSA.0b013e3182191a7e

28. Edson CJ, Fanelli GC, Beck JD. *Rehabilitation After Multiple-Ligament Reconstruction of the Knee*. Vol 19.; 2011. doi:10.1097/JSA.0b013e31821918b2

29. LaPrade RF, Chahla J, DePhillipo NN, et al. Single-Stage Multiple-Ligament Knee Reconstructions for Sports-Related Injuries: Outcomes in 194 Patients. *Am J Sports Med*. 2019;47(11):2563-2571. doi:10.1177/0363546519864539

30. Medvecky MJ, Zazulak BT, Hewett TE. *A Multidisciplinary Approach to the Evaluation, Reconstruction and Rehabilitation of the Multi-Ligament Injured Athlete*. Vol 37.; 2007.

31. Mueller BT, O'Brien LT. Multiligament knee injuries in athletes, is it possible to return to play? —a rehabilitation perspective. *Ann Jt*. 2018;3(4):92-92. doi:10.21037/aoj.2018.11.06

32. LaPrade RF, Wijdicks CA. The management of injuries to the medial side of the Knee. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(3):221-233. doi:10.2519/jospt.2012.3624

33. Edson CJ. Conservative and postoperative rehabilitation of isolated and combined injuries of the medial collateral ligament. *Sports Med Arthrosc*. 2006;14(2):105-110. doi:10.1097/01.jsa.0000212308.32076.f2

34. Irrgang JJ, Fitzgerald GK. *REHABILITATION OF THE INJURED KNEE MULTIPLE-LIGAMENT*. Vol 19.; 2000.

35. LaPrade RF, DePhillipo NN, Cram TR, et al. Partial Controlled Early Postoperative Weightbearing Versus Nonweightbearing After Reconstruction of the Fibular (Lateral) Collateral Ligament: A Randomized Controlled Trial and Equivalence Analysis. *Am J Sports Med*. 2018;46(10):2355-2365. doi:10.1177/0363546518784301

36. Jenkins PJ, Clifton R, Gillespie GN, Will EM, Keating JF. Strength and function recovery after multiple-ligament reconstruction of the knee. *Injury*. 2011;42(12):1426-1429. doi:10.1016/j.injury.2011.03.026

37. Dosher WB, Maxwell GT, Warth RJ, Harner CD. Multiple Ligament Knee Injuries: Current State and Proposed Classification. *Clin Sports Med*. 2019;38(2):183-192. doi:10.1016/j.csm.2018.11.006

38. Hankins DA, Fletcher IE, Prieto F, et al. Critical Evaluation of the Methodologic Quality of the Top 50 Cited Articles Relating to Knee Dislocation and Multiligamentous Knee Injury. *Orthop J Sport Med*. 2019;7(11):1-8. doi:10.1177/2325967119880505

39. Mook WR, Miller MD, Diduch DR, Hertel J, Boachie-Adjei Y, Hart JM. Multiple-ligament knee injuries: A systematic review of the timing of operative intervention and postoperative rehabilitation. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2009;91(12):2946-2957. doi:10.2106/JBJS.H.01328

40. Kew ME, Miller MD. Posterior Cruciate Ligament Reconstruction in the Multiple Ligament Injured Knee. *J Knee Surg*. 2020. doi:10.1055/s-0039-3402792

41. Lachman JR, Rehman S, Pipitone PS. Traumatic Knee Dislocations: Evaluation, Management, and Surgical Treatment. *Orthop Clin North Am*. 2015;46(4):479-493. doi:10.1016/j.ocl.2015.06.004

42. Nicandri GT, Chamberlain AM, Wahl CJ. Practical management of knee dislocations: A

selective angiography protocol to detect limb-threatening vascular injuries. *Clin J Sport Med*. 2009;19(2):125-129. doi:10.1097/JSM.0b013e31819cd37a

43. Sabesan VJ, Danielsky PJ, Childs A, Valikodath T. Multiligament knee injuries with associated tibial plateau fractures: A report of two cases. *World J Orthop*. 2015;6(3):363-368. doi:10.5312/wjo.v6.i3.363