



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



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. 2019/2020

Campus Universitario di Savona

Instabilità postero-laterale di ginocchio: cause, identificazione e trattamento

Candidato:

Elena Candiani

Relatore:

Davide Albertoni

ABSTRACT

INTRODUZIONE: L'angolo postero-laterale del ginocchio è un punto cruciale per la funzionalità sia del ginocchio stesso che dell'arto inferiore, ed è costituito da una serie complessa di strutture muscolotendinee e legamentose di stabilizzazione, delle quali le tre principali sono rappresentate dal legamento collaterale laterale, legamento popliteo-fibulare e tendine del muscolo popliteo. La sua funzione primaria è la limitazione del movimento in varo del ginocchio e della rotazione postero-laterale della tibia rispetto al femore. La diagnosi precoce di una lesione a questo livello è fondamentale per ottenere un buon risultato riabilitativo, tuttavia, a causa dell'elevata complessità anatomica e funzionale della zona, spesso le lesioni di tale punto risultano misconosciute. Le lesioni che comportano una instabilità postero-laterale del ginocchio sono nella maggior parte dei casi associate, e solo in una minoranza sono lesioni isolate; le lesioni associate sono legate soprattutto a lesioni del legamento crociato anteriore e del legamento crociato posteriore, oltre che del nervo peroneale.

OBIETTIVO: L'obiettivo di questa revisione narrativa della letteratura è quello di valutare quali siano le strutture responsabili della stabilità postero-laterale del ginocchio, i test applicabili e il trattamento nei pazienti affetti da questa problematica.

MATERIALI E METODI: La ricerca è stata eseguita nel database MEDLINE attraverso il motore di ricerca PubMed. È stata utilizzata una stringa di ricerca che permettesse di analizzare con una buona sensibilità la letteratura presente, utilizzando parole chiave quali posterolateral, knee, corner, instability, diagnosis, disease management, rehabilitation. La stringa di ricerca è stata lanciata in data 14 ottobre 2020. Degli articoli trovati, sono stati selezionati solo gli studi rispondenti ai criteri di inclusione, e cioè scritti in lingua inglese e dei quali fosse possibile reperire abstract e full text, oltre che pertinenti al quesito diagnostico che è stato posto.

RISULTATI: Gli articoli selezionati sono stati quelli che, oltre a rispondere ai criteri di inclusione ed esclusione, permettessero di verificare al meglio gli outcome proposti nel quesito clinico. Gli outcome analizzati sono stati le strutture anatomiche facenti parte del complesso postero-laterale del ginocchio, e che quindi possono essere lesionate in caso di trauma, le possibili lesioni associate, la biomeccanica della struttura, il meccanismo lesivo, il processo di diagnosi e il trattamento.

La stringa di ricerca ha permesso di trovare 817 risultati, di cui 799 corrispondevano ai criteri di inclusione. Ne sono stati individuati 58 potenzialmente utili allo studio, di questi è stato possibile reperire il full text di 53 di essi e al termine della lettura del full text sono stati inclusi nella ricerca 20 articoli.

DISCUSSIONE: L'incidenza delle lesioni postero-laterali del ginocchio varia dal 5% al 9% delle lesioni complessive del ginocchio e quasi nel 90% dei casi si verificano nell'ambito di lesioni associate a lesioni di altre strutture, in particolare i legamenti crociati. Oltre alle lesioni associate relative ai legamenti crociati, si possono avere lesioni ossee, meniscali, delle componenti mediali del ginocchio, del comparto estensorio, cartilaginee, vascolari e nervose del nervo peroneo. Il meccanismo lesivo più comune è rappresentato da una forza ad alta energia in direzione posterolaterale, con applicazione sull'aspetto anteromediale della tibia prossimale, con il ginocchio in completa estensione. La diagnosi è basata principalmente sull'osservazione clinica del paziente, che prevede osservazione, ispezione, ROM, stabilità, test speciali e valutazione vascolonervosa, a cui poi può essere affiancata anche l'analisi delle bioimmagini, in particolare la risonanza magnetica, che può confermare l'ipotesi e aiutare il chirurgo nella pianificazione operatoria. Il principale test specifico eseguito è il dial test. Per quanto riguarda il trattamento, infine, è necessario distinguere tra i vari gradi di lesione: le lesioni di grado 1 sono trattate per via conservativa con un tutore bloccato in estensione per tre settimane seguito da riabilitazione specifica, le lesioni di grado 2 sono trattate in maniera conservativa o chirurgica a seconda che siano rispettivamente isolate o associate ad altre lesioni, le lesioni di grado 3 sono infine trattate per via chirurgica, con un iter diverso a seconda che si tratti di lesioni acute o di lesioni croniche.

CONCLUSIONI: Attualmente gli studi a disposizione sono pochi ed eterogenei, per cui è difficile trarre conclusioni dirimenti. Il clinico deve conoscere la problematica, i rischi associati, il processo di diagnosi e il trattamento migliore al fine di garantire al paziente il maggior tasso di successo possibile.

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
1.1 ANATOMIA DEL GINOCCHIO	4
1.1.1 Componenti ossee	4
1.1.2 Tessuti molli	5
1.1.3 Menischi.....	7
1.2 COMPARTO POSTERO-LATERALE DEL GINOCCHIO	8
1.2.1 Anatomia del comparto postero-laterale	8
1.2.2 Instabilità postero-laterale rotazionale.....	14
1.3 OBIETTIVI	14
2. MATERIALI E METODI	15
3. RISULTATI	17
4. DISCUSSIONE	26
4.1 EPIDEMIOLOGIA	26
4.2 BIOMECCANICA	26
4.3 LESIONI ASSOCIATE	27
4.4 MECCANISMO LESIVO	28
4.5 DIAGNOSI	28
4.6 TRATTAMENTO	30
4.6.1 Trattamento delle lesioni di grado 1	31
4.6.2 Trattamento delle lesioni di grado 2	31
4.6.3 Trattamento delle lesioni di grado 3	32
5. CONCLUSIONI	34
6. BIBLIOGRAFIA	35

1. INTRODUZIONE

1.1 ANATOMIA DEL GINOCCHIO

1.1.1 Componenti ossee

L'articolazione del ginocchio è una diartrosi sinoviale composta che si stabilisce tra l'epifisi distale del femore, l'epifisi prossimale della tibia e la rotula, ed è a sua volta composta dall'articolazione femoro-tibiale e dall'articolazione femoro-rotulea¹. L'articolazione femoro-tibiale si stabilisce tra i condili femorali e la cavità glenoidea della tibia, ed è un ginglino angolare¹. L'articolazione femoro-rotulea si stabilisce tra la superficie patellare del femore e la faccia posteriore della rotula, ed è un'artrodia che compie solo movimenti di scivolamento¹.

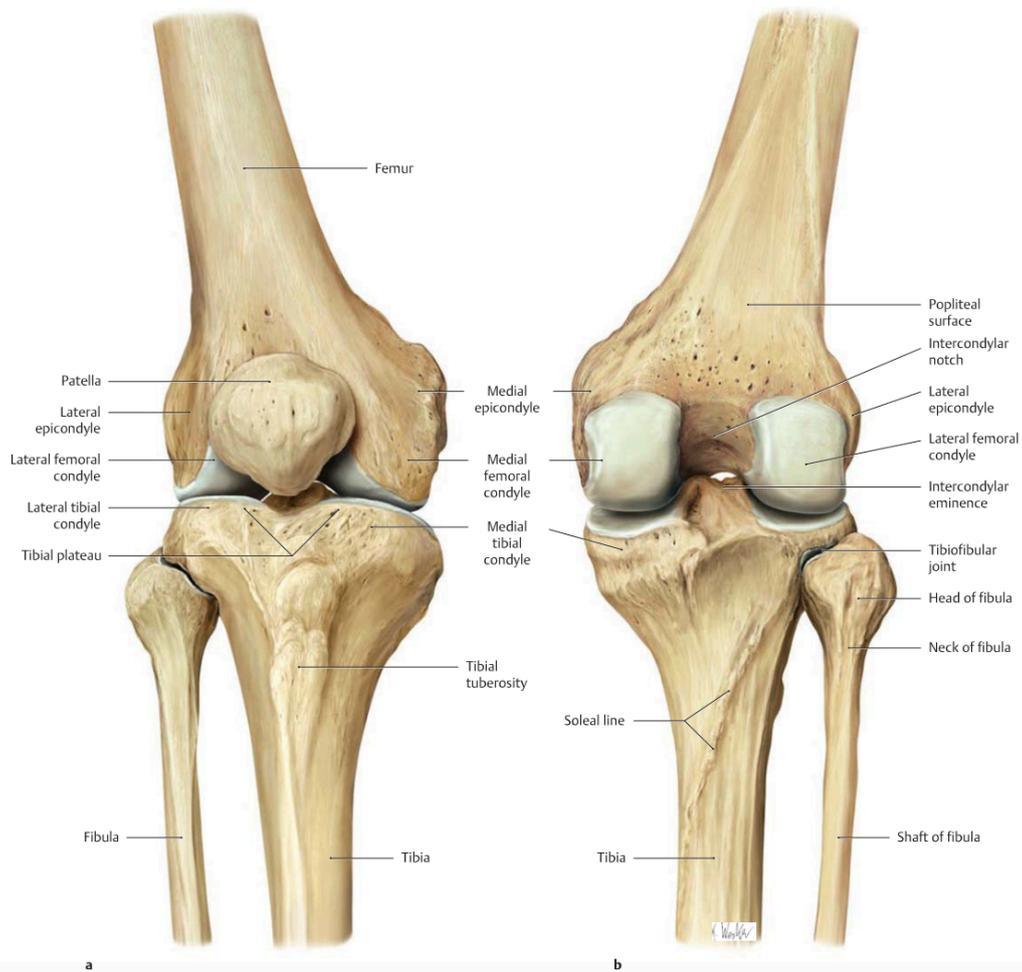


Fig. 1: Vista anteriore (a) e posteriore (b) del ginocchio.

Nell'articolazione femoro-tibiale, i due condili non hanno una forma uguale tra loro, rendendo i due versanti, interno ed esterno, profondamente differenti sia a livello morfologico che biomeccanico. In sezione trasversale, i due condili non sono dei

perfetti segmenti di sfera, ma hanno un raggio di curvatura che aumenta andando verso anteriore². Il raggio di curvatura del condilo laterale aumenta più rapidamente, passando da 16 a 60 a 12, rispetto a quanto non faccia il condilo mediale, passando da 17 a 38 a 15, inoltre la superficie articolare del condilo mediale è più lunga di quella del condilo laterale, misurando 9-10 mm rispetto ai 7.5-8 mm del laterale³. Queste differenze sono visibili anche sul piatto tibiale, che mostra infatti una convessità sia mediale che laterale sul piano frontale, ma una concavità mediale e una convessità laterale sul piano sagittale⁴. Il piatto tibiale, quindi, medialmente è concavo in entrambi i sensi con un raggio di curvatura di 80° e centro in alto e la presenza di una interfaccia concavo-convesso con il femore, mentre a livello laterale è concavo in senso antero-mediale e convesso in senso postero-laterale, con un raggio di curvatura di 70° e centro in basso e la presenza di una interfaccia convesso-convesso con il femore⁵. Da questo deriva che il condilo mediale è più stabile perché si articola con una superficie concava in entrambi i sensi, mentre il condilo laterale è meno stabile perché la superficie con cui si articola è instabile e può muoversi anche in direzione dorso-ventrale. Al fine di aumentare la stabilizzazione, sul condilo laterale si inserisce il LCA⁶.

1.1.2 Tessuti molli

L'articolazione del ginocchio è stabilizzata dalla capsula e dai legamenti.

La capsula articolare unisce le varie componenti ossee tra loro rinforzando e stabilizzando l'articolazione. Le fibre anteriori della porzione femorale della capsula si fondono con il tendine rotuleo, mentre a livello della tibia la capsula lascia libera solo la tuberosità tibiale⁷. Le aponeurosi del vasto mediale e laterale costituiscono i retinacoli e si inseriscono sulla tibia⁸. Questo fa sì che una contrazione attiva del quadricipite comporti una tensione non solo delle strutture attive, ma anche di quelle passive.

Posteriormente la capsula passa al di sotto dei due ventri del gastrocnemio separando le due strutture e diventando molto più spessa, tanto da prendere il nome di gusci condiloidei, concorrendo alla stabilità posteriore del ginocchio, mentre anteriormente si inserisce sul contorno rotuleo ed è molto più lassa⁹.

La membrana sinoviale riveste interamente il versante interno della capsula, interrompendosi e sdoppiandosi ai menischi, i quali prendono contatto con la capsula stessa¹⁰. Superiormente la membrana si porta tra il quadricipite e il femore formando la borsa soprapatellare¹¹. Posteriormente circonda i legamenti crociati formando una concavità, rendendoli in questo modo intrarticolari e intracapsulari ma

extrasinoviali¹². Per queste ragioni la camera posteriore del ginocchio è separata in due, mentre quella anteriore è un continuo.

I legamenti del ginocchio sono diversi e i principali sono i legamenti collaterali e i legamenti crociati.

I legamenti collaterali sono due, mediale e laterale, ed essendo posteriori all'asse verticale si tendono in estensione ed extrarotazione di tibia¹. Il legamento collaterale laterale (LCL), avendo un andamento ancora più verticale rispetto al mediale, con la rotazione si tende meno¹.

Il LCL ha la forma di cordone spesso e arrotondato, si inserisce prossimalmente sull'epicondilo mediale del femore e distalmente sulla parte antero-laterale della testa del perone². È diretto verso il basso e verso dietro ed è extracapsulare¹³.

Il legamento collaterale mediale (LCM) ha una forma appiattita e va dall'epicondilo mediale del femore alla faccia mediale del condilo mediale della tibia². È completamente adeso alla capsula e mostra una importante inserzione meniscale. È diretto verso il basso e verso avanti. Contribuisce a limitare la traslazione tibiale anteriore, soprattutto in flessione¹³.

I legamenti crociati sono due, anteriore e posteriore, si tendono in intrarotazione, quando si arrotolano su se stessi, e si detendono in extrarotazione¹. Limitano la traslazione anteriore (LCA) e posteriore (LCP) della tibia rispetto al femore¹³.

Il legamento crociato anteriore (LCA) origina dalla fossetta intercondiloidea anteriore della tibia e si inserisce sulla faccia mediale del condilo laterale del femore¹. È responsabile dell'86% della resistenza alla lussazione anteriore e del 30% della resistenza alla lussazione mediale della tibia¹⁴. Ha un andamento antero-laterale in direzione disto-proximale ed è costituito da due fasci: postero-laterale (teso in estensione) e antero-mediale (teso in flessione, con tensione massima a 45°)¹⁵. Le differenze tra questi due fasci fanno sì che nel complesso il LCA sia una struttura sempre in tensione.

Il legamento crociato posteriore (LCP) va dalla fossetta intercondiloidea posteriore della tibia alla faccia laterale del condilo mediale del femore, passando medialmente al LCA¹. È più corto e meno obliquo rispetto al LCA, ma mostra una resistenza alla tensione doppia². A livello dell'inserzione condiloidea è quasi orizzontale. Contrasta del 95% la traslazione posteriore della tibia coadiuvato dalla porzione postero-laterale e postero-mediale della capsula, dal LCL, dal LCM, dal muscolo e dal tendine popliteo e dal tratto intermedio della regione mediale della capsula¹⁶. L'LCP inoltre si oppone all'iperestensione, limita la rotazione interna e l'iperflessione, previene i movimenti in varo e valgo e determina il passaggio durante l'estensione di ginocchio dal rotoscivolamento al rotolamento¹⁷.

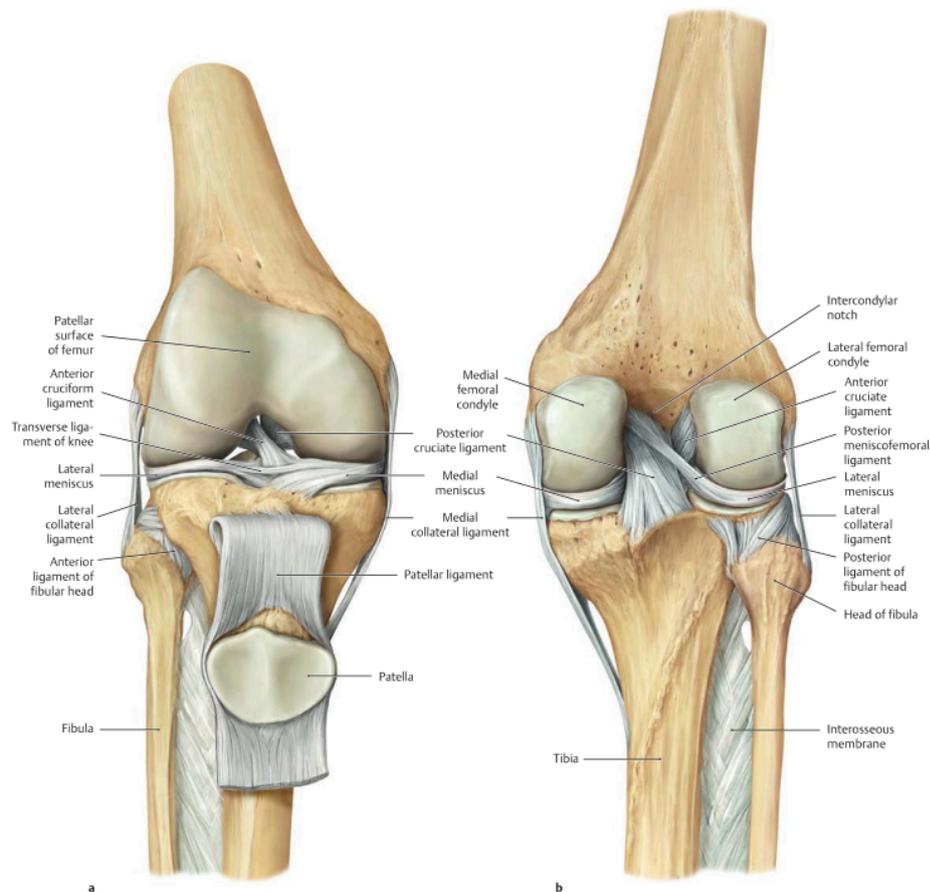


Fig. 2: Componente legamentosa del ginocchio.

1.1.3 Menischi

I menischi sono delle strutture fibrocartilaginee a sezione triangolare, con il bordo esterno convesso. Il menisco mediale è a forma di 'C' e più ampio mentre il menisco laterale è a forma di 'O' e più stretto¹. Il menisco mediale è legato al LCM oltre che alla capsula mentre il menisco laterale è legato solo alla capsula nel punto in cui non passa il tendine del muscolo popliteo, il che lo rende più mobile rispetto all'altro¹⁸.

Il menisco mediale è meno mobile rispetto al menisco laterale, e per questo è più soggetto a lesioni¹. Inoltre, alcune fibre del LCA si fissano sul corno anteriore del menisco mediale, il che ne aumenta la stabilità perché quando il legamento va in tensione facilita lo spostamento anteriore del menisco¹⁹.

Dal corno posteriore del menisco laterale si distaccano due legamenti, il legamento menisco-femorale anteriore (o legamento di Wrisberg)²⁰ e il legamento menisco-femorale posteriore (o legamento di Humphrey)²¹, i quali si inseriscono poi sul condilo mediale del femore, risentono della posizione del menisco e avvolgono anteriormente e posteriormente il LCP^{20,21}. Questi due legamenti sono varianti anatomiche spesso assenti.

Anteriormente i due corni sono in continuità tra loro grazie al legamento trasverso del ginocchio²².

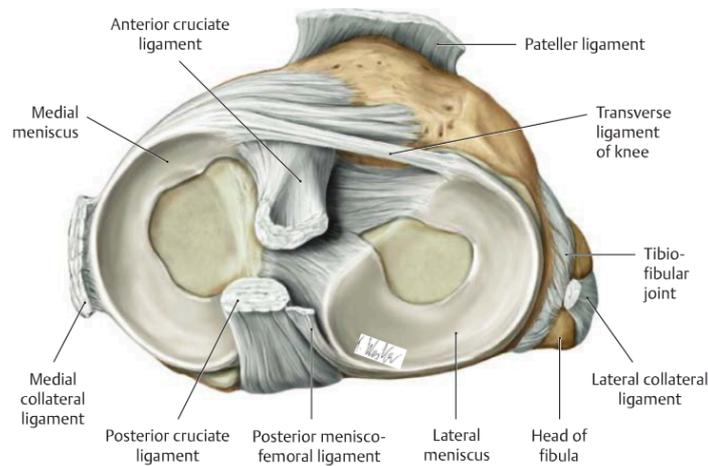


Fig. 3: Menischi.

Il ruolo dei menischi è¹⁸:

- Limitare gli scivolamenti dei condili femorali nei movimenti estremi di flessione, estensione, intrarotazione ed extrarotazione.
- Assorbire gli stress rotazionali, assiali e di taglio, distribuendo il carico e proteggendo l'articolazione (a seguito di una meniscectomia la superficie di contatto scende in maniera più o meno importante in base alla estensione della lesione meniscale e le forze di compressione e pressione aumentano del doppio o triplo, con conseguente aumento di artrosi²³).
- Aumentare la stabilità.
- Nutrire la cartilagine articolare.
- Controllare i movimenti del ginocchio.

1.2 COMPARTO POSTERO-LATERALE DEL GINOCCHIO

1.2.1 Anatomia del comparto postero-laterale

Il comparto postero-laterale di ginocchio è ancora oggi soggetto di molti studi anatomici e biomeccanici volti a comprenderne fino in fondo la funzionalità, poiché rappresenta una complessa regione che svolge un ruolo primario nella limitazione del movimento in varo del ginocchio e della rotazione postero-laterale della tibia rispetto al femore. Questo rappresenta un punto cruciale per la funzionalità dell'arto inferiore, ed è costituito da un intreccio di strutture muscolotendinee e legamentose di stabilizzazione. Al fine di effettuare una corretta diagnosi ed impostare un adeguato percorso terapeutico in caso di lesioni isolate o associate, è essenziale la conoscere

anatomia, biomeccanica e meccanica lesionale di quest'area, poiché un fallimento nell'inquadramento diagnostico da parte del clinico o un suo ritardo, con conseguente ritardo nel trattamento può determinare delle alterazioni nella cinematica, degenerazioni articolari precoci e perdita della funzionalità, rappresentando una importante fonte di disabilità per il paziente, soprattutto se sportivo^{24,25,26}.

Per quanto riguarda l'anatomia del comparto, in passato era consuetudine suddividere le strutture anatomiche sulla base della loro posizione in tre strati, secondo il cosiddetto "Three layer approach":²⁷

- Primo strato: fascia laterale, bandelletta ileotibiale, capo lungo e capo breve del bicipite femorale.
- Secondo strato: retinacolo rotuleo laterale, legamento femoro-rotuleo.
- Terzo strato: tendine popliteo, legamento collaterale laterale, legamento popliteo-femorale, legamento arcuato, legamento fabello-fibulare, legamento coronale (o legamento menisco-tibiale) e capsula posterolaterale.

Attualmente questa classificazione appare essere superata e si preferisce invece una classificazione funzionale che suddivida in stabilizzatori primari e stabilizzatori secondari²⁸. Gli stabilizzatori primari sono il legamento collaterale laterale (LCL) e il complesso popliteo²⁸. Gli stabilizzatori secondari sono la bandelletta ileotibiale (ITB), il capo lungo e il capo breve del bicipite femorale, il tendine laterale del gastrocnemio, la capsula posterolaterale, il terzo medio del legamento capsulare laterale, il legamento fabello-peroneale, il legamento arcuato posteriore e il legamento popliteo obliquo²⁸.

Legamento collaterale laterale

Il LCL è lo stabilizzatore primario dello stress in varo con il ginocchio tra gli 0° e i 30° di flessione²⁹, ma rappresenta anche un controllo per la rotazione esterna della tibia³⁰. È una struttura extracapsulare che ha origine 1,4 mm cranialmente e 3,1 mm dorsalmente rispetto all'epicondilo laterale del femore, in una piccola depressione ossea, e si inserisce distalmente 8,2 mm dorsalmente al margine anteriore della testa del perone e 28,4 mm caudalmente rispetto alla punta del processo stiloideo del perone³¹. Questa inserzione, con il ginocchio flesso a 70°, si localizza 18,5 mm caudalmente e dorsalmente rispetto all'inserzione del tendine popliteo³¹. La porzione terminale del legamento si unisce con la fascia del peroneo lungo. Mediamente, il LCL misura 69,9 mm di lunghezza^{32, 33}. Il 25% della porzione distale di questo legamento è inglobata nella borsa bicipitale³⁴.

Complesso popliteo

Il complesso popliteo è una struttura anatomica formata dal muscolo popliteo e dai suoi molteplici punti di inserzione che sono il tendine popliteo, il legamento popliteo-fibulare e i fascicoli popliteo-meniscali²⁸.

Il muscolo popliteo è un muscolo con orientamento obliquo che origina dall'aspetto postero-mediale della tibia, forma il pavimento della fossa tibiale, attraversa lo iato popliteo del legamento coronario (noto anche come area nuda del menisco) diventando intra-articolare e si inserisce sul condilo femorale laterale, 18,5 mm ventralmente e caudalmente rispetto all'inserzione femorale del LCL³². Nel terzo laterale della fossa poplitea, in prossimità del PAPE, il muscolo diventa tendine, con una lunghezza media di 54,5 mm³⁵. Il muscolo popliteo è un rotatore interno della tibia ed ha una funzione sia dinamica che statica di stabilizzazione della tibia contro la sua rotazione esterna³⁶.

Il legamento popliteo-fibulare, o legamento arcuato, è uno stabilizzatore statico laterale e postero-laterale molto forte del ginocchio, resistendo allo stress in varo, alla rotazione esterna e alla traslazione posterolaterale della tibia^{37, 38}; è costituito da una porzione mediale e una porzione laterale e ancora la giunzione miotendinea del muscolo popliteo alla testa del perone³⁹. L'origine è comune a livello della giunzione miotendinea del popliteo, poi i due fasci si divaricano formando una Y, la porzione anteriore si inserisce lungo il versante discendente della faccia mediale dello stiloide peroneale, mentre la porzione posteriore si inserisce sull'apice e sull'aspetto posteromediale dello stiloide peroneale ed è nota come legamento popliteo obliquo o legamento di Winslow³¹. La porzione posteriore ha uno spessore di 5,8 mm, contro i 2,8 mm di quella anteriore³¹. Questo legamento forma un angolo di 83° con il tendine popliteo a livello della loro giunzione³¹. Il legamento popliteo-femorale e il muscolo popliteo sono considerati essere le due strutture cruciali nella stabilizzazione posterolaterale del ginocchio, per cui quando sono lesionati in genere vanno incontro a ricostruzione chirurgica²⁸.

Il fascicolo popliteo-meniscale postero-superiore origina dalla superficie mediale del tendine popliteo nel punto di contatto con la capsula articolare e si fonde con il corno posteriore del menisco laterale e con la porzione menisco-femorale della capsula articolare³¹. Il fascicolo popliteo-meniscale postero-inferiore si forma a partire dall'aponeurosi poplitea, medialmente al tendine e fornisce l'attacco tibiale al menisco laterale; i due fascicoli posteriori sono separati tra loro dal legamento di Wrisberg³¹. Il fascicolo popliteo-meniscale antero-inferiore origina dalla porzione terminale del tendine popliteo e si fonde con il terzo intermedio del menisco laterale formando la parete anteriore dello iato popliteo³¹. Nel complesso, questi tre fascicoli stabilizzano

il menisco laterale e prevengono il suo intrappolamento durante gli stress in varo^{28, 29}.

È possibile individuare poi anche una inserzione aponeurotica muscolare popliteo-tibiale, che parte dalla superficie anteriore del muscolo popliteo e si inserisce su un'area laterale alla fovea del LCP. Si inserisce sulla superficie inferiore del menisco laterale e sulla capsula posteriore²⁸.

Banda ileotibiale

La banda ileotibiale (ITB), è una estensione fibrosa densa che rappresenta il proseguimento della fascia che ricopre il grande gluteo e il tensore della fascia lata; origina dal labbro antero-laterale della cresta iliaca, dalla SIAS e dal bordo anteriore dell'ileo e si inserisce sul setto intermuscolare laterale, sulla porzione laterale della rotula e sulla superficie antero-laterale del piatto tibiale, a livello del tubercolo del Gerdy⁴⁰. Durante il movimento del ginocchio, la banda ileotibiale si muove anteriormente in estensione e posteriormente in flessione, e insieme ai legamenti laterali e alla capsula laterale aiuta il mantenimento della stabilità laterale del ginocchio, limitando il varismo in estensione di ginocchio²⁸.

Capo lungo e capo breve del bicipite femorale

Il capo lungo del bicipite femorale origina dalla tuberosità ischiatica della pelvi e si dirige distalmente e lateralmente lungo la coscia, fino ad inserirsi con 5 strutture: due componenti tendinee dette braccio diretto e braccio anteriore, e tre componenti aponeurotiche dette braccio riflesso, espansione aponeurotica anteriore ed espansione aponeurotica laterale³¹. Il braccio diretto si inserisce lateralmente allo stiloide peroneale, mentre il braccio anteriore si inserisce lateralmente all'inserzione del LCL sul perone; tra i due tendini si forma la borsa bicipitale³¹. Le tre componenti aponeurotiche collegano i due capi del bicipite con la componente laterale del LCL²⁸. Il capo breve del bicipite origina dal terzo medio della linea aspra e dalla linea sovracondiloidea superiore del femore ed ha multiple inserzioni, tra cui una inserzione muscolare sul capo lungo, sul LCL e sulla ITB⁴⁰.

Entrambi i capi assistono la flessione di ginocchio e l'intrarotazione tibiale e aiutano la stabilità dinamica del ginocchio prevenendo un eccesso di varismo, controllando l'intrarotazione tibiale e limitando l'eccessiva traslazione anteriore tibiofemorale grazie ad un lavoro sinergico con semimembranoso e semitendinoso²⁸.

Tendine laterale del gastrocnemio

Tendine laterale del gastrocnemio, origina dalla porzione laterale del ventre del gastrocnemio in prossimità del processo sovracondiloideo del femore. Il punto di inserzione si trova 13,8 mm dorsalmente rispetto all'inserzione del LCL e 28,4 mm dorsalmente all'inserzione del tendine popliteo³². A livello dello stiloide peroneale, questa struttura si fonde con il legamento popliteo-peroneale, fornendo una ulteriore stabilità postero-laterale²⁸.

Capsula posterolaterale

La capsula posterolaterale include la porzione della capsula che va dal bordo anteriore dell'inserzione del tendine popliteo sul femore all'inserzione del tendine prossimale laterale del gastrocnemio. La sua funzione è quella di limitare la rotazione esterna tibiale⁴⁰.

Terzo medio del legamento capsulare laterale

Il terzo medio del legamento capsulare laterale è un ispessimento della capsula laterale del ginocchio e svolge un ruolo importante di stabilizzazione secondaria alla stabilità in varo⁴⁰; si ritiene essere una struttura simile al complesso legamentoso collaterale mediale profondo. È composto da due strutture, la componente menisco-femorale e la componente menisco-tibiale; la seconda è quella che va più frequentemente incontro a lesione con la cosiddetta frattura di Segond, che è una lesione da avulsione⁴¹.

La componente menisco-tibiale viene anche chiamata legamento coronale e si estende dallo iato popliteo al fascicolo popliteo-meniscale. È una struttura molto importante nel conferire una stabilità nei confronti della iperestensione e rotazione esterna tibiale⁴², inoltre stabilizza il corno posteriore del menisco laterale alla tibia⁴⁰.

Legamento fabello-peroneale

Il legamento fabello-peroneale origina dal margine laterale della fabella, discende distalmente e lateralmente e si inserisce sullo stiloide peroneale⁴⁰. La fabella è una variante ossea presente circa nel 15-20% della popolazione, per cui nei casi in cui questa manca il legamento origina dalla porzione sovracondiloidea del femore, dove si fonde con le fibre laterali del gastrocnemio⁴⁰. Quando è presente una fabella di grosse dimensioni, il legamento fabello-fibulare può essere largo ed il complesso arcuato piccolo o assente.

A livello clinico, si ritiene che questo legamento sia un importante stabilizzatore laterale a ginocchio esteso⁴⁰.

Legamento arcuato posteriore

Il legamento arcuato posteriore è un gruppo di fibre capsulari profondo a forma di Y costituito da una porzione mediale e una porzione laterale che sovrasta il muscolo popliteo a livello della giunzione miotendinea⁴³. La componente laterale si inserisce anteriormente al legamento fabello-peroneale sullo stiloide peroneale, mentre la componente mediale è rappresentata dal legamento popliteo obliquo, o legamento di Winslow, dato dalla fusione dell'espansione poplitea obliqua del semimembranoso e dal legamento posteriore obliquo⁴⁴.

Legamento popliteo obliquo

Il legamento popliteo obliquo è formato da una combinazione dell'espansione del tendine del semimembranoso e da una porzione del legamento posteriore obliquo⁴⁰. La contrazione del muscolo semimembranoso aiuta la tensione di questo legamento, il quale forma una parte del pavimento della fossa poplitea e si inserisce sulla capsula posterolaterale, nella regione anatomica della fabella²⁸. Limita l'eccessiva extrarotazione tibiale e l'iperestensione di ginocchio⁴⁵.

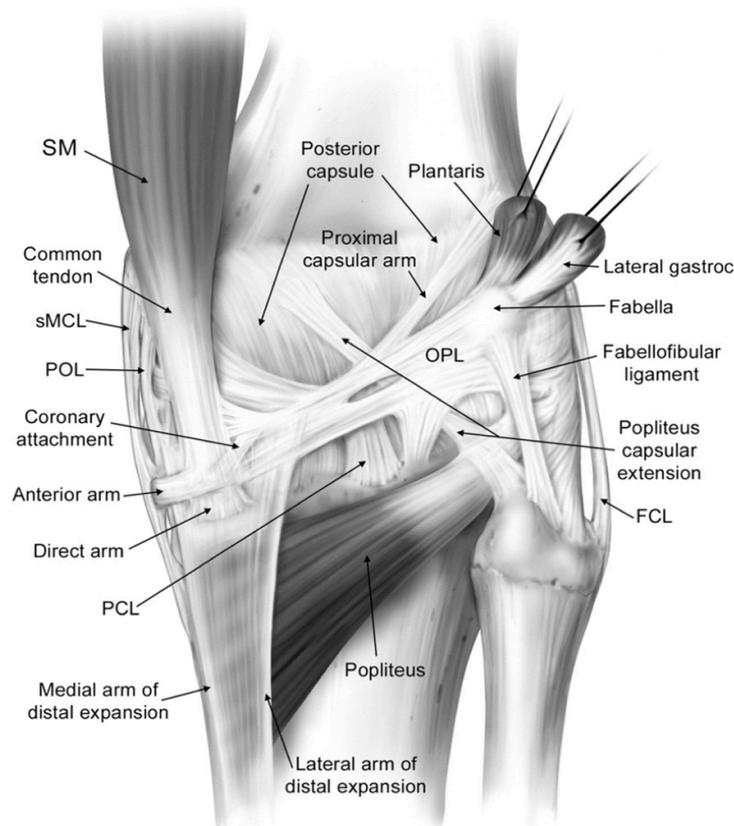


Fig. 4: Anatomia delle strutture costituenti l'angolo postero-laterale del ginocchio. SM semimembranoso, FCL legamento collaterale laterale, OPL legamento popliteo obliquo, POL legamento popliteo obliquo.

1.2.2 Instabilità postero-laterale rotazionale

Il comparto postero-laterale del ginocchio ha assunto una importanza sempre maggiore nella letteratura scientifica nel corso degli ultimi anni, attualmente si ritiene che l'incidenza delle lesioni di grado III di questo sia di circa il 16%⁴⁶. La maggior parte di queste si trova in combinazione con lesioni del legamento crociato anteriore o del legamento crociato posteriore, o entrambi, mentre solo il 30% delle lesioni totali appare isolata⁴⁶.

Oltre all'importanza della componente legamentosa nel mantenimento della stabilità posterolaterale del ginocchio, non è da trascurare anche la geometria dei capi ossei articolari, i quali sono entrambi convessi e di conseguenza accentuano il pattern di instabilità.

Molto spesso le lesioni acute sono misconosciute all'esame iniziale, soprattutto in presenza di altre lesioni associate, e questo a causa della difficoltà stessa nell'eseguire l'esame clinico. Queste lesioni sono di fondamentale importanza poiché da un lato la loro non identificazione e il loro non trattamento comporta una serie di impairment nel paziente tra cui dolore e instabilità⁴⁷, e dall'altro una lesione di grado III del PAPE comporta un aumento significativo delle forze agenti sui legamenti crociati anteriore e posteriore, portando spesso ad una lesione del neolegamento⁴⁸.

1.3 OBIETTIVI

L'obiettivo di questa revisione è l'indagine, attraverso l'analisi della letteratura attualmente disponibile, dell'epidemiologia lesionale, le possibili lesioni associate, il meccanismo lesivo, l'iter diagnostico e le possibili scelte terapeutiche.

2. MATERIALI E METODI

L'instabilità postero-laterale di ginocchio è un argomento ancora poco trattato in letteratura, e per questa ragione sono disponibili pochi articoli e molto eterogenei a riguardo. Non è quindi stato possibile eseguire una revisione sistematica della letteratura, ma solo una revisione narrativa di essa.

Lo scopo di questa ricerca è rispondere a quesiti molteplici, riguardanti le strutture responsabili di questa instabilità, i possibili test utilizzabili e il miglior trattamento attualmente disponibile.

La ricerca è stata effettuata su PubMed in data 12 ottobre 2020.

La stringa di ricerca utilizzata è stata la seguente:

((((Posterolateral AND (knee OR corner) AND (instability OR injury OR laxity OR lesion)) OR Rotatory knee instability)) AND (((isolated OR combined OR associated) AND ligament injuries OR sprain OR instability OR lesion OR capsular injury))) AND (("Diagnosis"[Mesh] OR Diagnos OR "Exercise Test"[Mesh] OR evaluat* OR exercise test OR "Physical Examination" [MeSH] OR Physical Exam* OR assessment))) AND (("Disease Management" [MeSH] OR Therapy OR Treatment OR management OR "rehabilitation"[MeSH] OR rehabilitation OR Recovery of Function OR "Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR Physical Therapy Modality OR physical therap* OR "Musculoskeletal Manipulations"[Mesh] OR manual therapy OR Manipulation Therapy OR "Exercise"[Mesh] OR Exercise* OR Physical Activity OR Physical Exercise OR Exercise Training OR "Conservative Treatment"[Mesh] OR Conservative Treatments OR Conservative Management))*

Con la ricerca sono stati trovati 817 risultati, a cui poi sono stati applicati i seguenti criteri di inclusione ed esclusione.

CRITERI DI INCLUSIONE:

- Articolo in lingua inglese.
- Reperibilità di full text e abstract.

CRITERI DI ESCLUSIONE:

- Argomento dell'articolo non attinente con lo studio.
- Studi condotti non su esseri umani.
- Articolo presente in una lingua diversa da quella inglese.

L'iniziale selezione è stata eseguita leggendo i soli titoli degli articoli ed escludendo quelli ritenuti non pertinenti. Degli articoli rimasti è stato letto l'abstract e sono stati conservati per lo studio finale i soli articoli inerenti.

3. RISULTATI

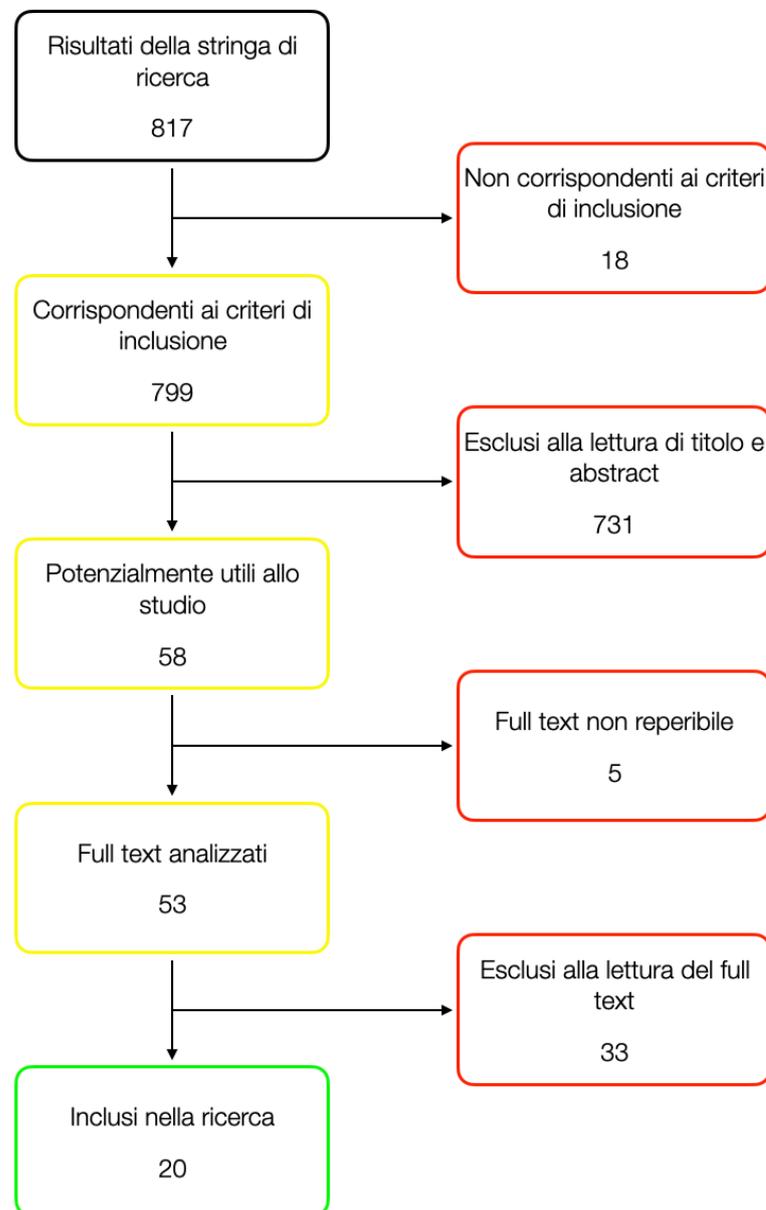
La stringa di ricerca iniziale ha prodotto 817 risultati, di cui 18 non rispettavano i criteri di inclusione poiché erano studi condotti in vitro. Questi articoli sono stati di conseguenza eliminati.

La lettura del titolo e dell'abstract ha permesso di eliminare gli studi non pertinenti allo scopo della revisione, e sono stati così selezionati 58 articoli.

Di questi, di cinque articoli non è stato possibile reperire il full text

L'analisi del full text ha portato all'esclusione di 33 articoli poiché non pertinenti con l'obiettivo della ricerca.

Sono stati quindi inclusi ed analizzati 20 articoli.



Autore	Lesioni associate	Meccanismo lesivo	Diagnosi	Trattamento
Rosas³¹, 2016	Legamenti crociati, menischi, strutture legamentose mediali, frattura arcuata, bone bruise del condilo mediale femorale, frattura di Segond, avulsione del tubercolo di Gerdy.	Trauma diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in iperestensione, lussazione rotazionale, iperestensione ed extrarotazione tibiale.	Dial test.	Grado I e II: trattamento conservativo con mobilizzazione precoce. Grado III: trattamento chirurgico.
Djian⁷⁵, 2014	-	-	-	Grado I e II: trattamento conservativo con tutore bloccato in estensione e scarico, appena possibile iniziale la riabilitazione. Grado III: trattamento chirurgico urgente, di ricostruzione in acuto e ricostruzione e osteotomia nel cronico.
Spitzer⁹⁶, 2015	-	-	-	In acuto intervento chirurgico di riparazione o

				ricostruzione, nel cronico ricostruzione.
Nikodinovska⁵⁵, 2016	Legamenti crociati (soprattutto PCL), menischi, strutture mediali, bone bruise del condilo mediale, frattura arcuata, frattura di Segond, avulsione del tubercolo di Gerdy.	Trauma diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in iperestensione, iperestensione ed extrarotazione tibiale, lussazione con varo stress.	Dial test	Grado I e II: trattamento conservativo con tutore bloccato in estensione per 4-6 settimane, poi riabilitazione e ricostruzione ACL o PCL se lesionati. Grado III: trattamento chirurgico di riparazione in acuto o ricostruzione nel cronico.
Martin⁶⁰, 2015	Nervo peroneale comune, arteria poplitea.	-	Osservazione, ispezione, valutazione del ROM, valutazione della stabilità, test speciali (quadriceps active test, dial test, external rotation recurvatum test, reverse pivot shift).	-

Pacheco⁵⁰, 2011	ACL, PCL, complesso mediale.	-	Valutazione clinica (non meglio specificata), RMN.	Trattamento chirurgico di ricostruzione o riparazione.
Davies⁶¹, 2004	-	Iperestensione con forza diretta in varo, iperestensione ed extrarotazione tibiale, lussazione del ginocchio.	Anamnesi, ispezione, test di traslazione antero-posteriore, dial test, test del cassetto posterolaterale, external rotation recurvatum test, MRI.	Grado I e II: trattamento conservativo. Grado III: trattamento chirurgico di riparazione o ricostruzione.
Chenard⁷⁵, 2020	ACL, PCL, frattura del piatto tibiale mediale, menischi, cartilagine, strutture vascolonervose.	Trauma ad alta energia diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in iperestensione.	Osservazione, ispezione, varo stress a 0° e 30°, external rotation recurvatum test, dial test, test del cassetto posterolaterale.	Grado I e II: trattamento conservativo. Grado III: trattamento chirurgico di riparazione in acuto e ricostruzione in cronico.
Frank⁹⁷, 2007	ACL, PCL.	Trauma ad alta energia diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in iperestensione.	Osservazione, test del cassetto posterolaterale, external rotation recurvatum test, dial test, posterior external rotation test, test per i crociati.	Grado I e II: trattamento conservativo. Grado III: trattamento chirurgico.

Moulton⁸⁷, 2016	-	-	-	Trattamento chirurgico di ricostruzione (analisi di sole lesioni croniche).
Camarda⁹⁸, 2010	PCL, menisco laterale, condropatia rotulea.	-	Dial test, varo stress test a 0° e 30°.	Trattamento chirurgico di ricostruzione (analisi di sole lesioni croniche).
Covey⁹⁹, 2001	-	Trauma ad alta energia diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in iperestensione, iperestensione e rotazione esterna tibiale, importante momento in varo o in extrarotazione tibiale.	Anamnesi, osservazione, dial test, reverse pivot-shift test, external rotation recurvatum test, test del cassette posterolaterale, posterolateral external rotation test, dynamic posterior shift test, standing apprehension test.	Grado I e II: trattamento conservativo. Grado III: trattamento chirurgico di riparazione in fase acuta e ricostruzione in fase cronica.
Rue⁶², 2011	ACL, PCL.	Trauma ad alta energia diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in iperestensione, trauma in	Valutazione della deambulazione, ROM, allineamento degli arti inferiori, stabilità in varo e valgo, stabilità ACL e PCL, external rotation	Grado I: trattamento conservativo. Grado II senza lesioni associate: trattamento conservativo.

		varo a ginocchio iperesteso	recurvatum test, varo stress test a 0° e 30°, dial test, test del cassetto posterolaterale.	Grado II con lesioni da avulsione: trattamento chirurgico con intervento di riparazione. Grado II o grado II con lesioni legamentose associate o fallimento dei trattamenti precedenti: trattamento chirurgico con intervento di ricostruzione.
Lunden²⁸, 2010	PCL, ACL, lesioni vascolonervose.	Trauma diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in iperestensione, forza in varo a ginocchio iperesteso.	Anamnesi, analisi del cammino, test del cassetto posterolaterale, dial test, external rotation recurvatum test, varo stress a 0° e 30°, reverse pivot shift, standing apprehension test.	Grado I e II senza lesioni associate: trattamento conservativo. Grado II con lesioni associate e grado III: trattamento chirurgico di riparazione o ricostruzione anatomica.
Ranawat⁷⁷, 2008		Trauma diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in	Anamnesi, osservazione, varo stress test, dial test, external rotation recurvatum test, test del	Grado I e II senza lesioni associate: trattamento conservativo.

		iperestensione, traumi ad alta energia.	cassetto posterolaterale, reverse pivot-shift.	Grado II con lesioni da avulsione: trattamento chirurgico con intervento di riparazione Grado II o grado II con lesioni legamentose associate o fallimento dei trattamenti precedenti: trattamento chirurgico con intervento di ricostruzione.
Geeslin⁶³, 2015	-	-	-	Trattamento chirurgico di ricostruzione (9% di tasso di fallimento) o riparazione (38% di tasso di fallimento) nelle lesioni acute.
Stannard⁸², 2005	-	-	-	Trattamento chirurgico con intervento di ricostruzione (risultati migliori rispetto alla riparazione).

Crespo⁷⁸, 2014	Nervo peroneale comune, ACL, PCL.	Trauma diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in iperestensione.	Anamnesi, valutazione del ROM, valutazione dell'instabilità rotulea, funzionalità del comparto estensorio, varo stress, test del cassetto posterolaterale, dial test, reverse pivot-shift test, external rotation recurvatum test.	Grado I e grado II senza lesioni associate: trattamento conservativo con mobilizzazione precoce. Grado II con lesioni associate, grado III e fallimento del trattamento conservativo: trattamento chirurgico di riparazione o ricostruzione in fase acuta, eventuale aggiunta di osteotomia per ridare un corretto allineamento in fase cronica.
Chahla¹⁰⁰, 2016			Anamnesi, varo stress test, dial test, reverse pivot shift test, external rotation recurvatum test.	Grado I e II: trattamento conservativo. Grado III: trattamento chirurgico.
Shon⁷⁹, 2017	-	Trauma diretto in direzione posterolaterale con il ginocchio in iperestensione.	Anamnesi, valutazione di segni e sintomi, dial test, test del cassetto posterolaterale, varo	Grado I e grado II senza lesioni associate: trattamento conservativo

			stress test, reverse pivot-shift test, external rotation recurvatum test, posterolateral external rotation test.	con mobilizzazione precoce. Grado II con lesioni associate, grado III e fallimento del trattamento conservativo: trattamento chirurgico di riparazione o ricostruzione in fase acuta, eventuale aggiunta di osteotomia per ridare un corretto allineamento in fase cronica.
--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. DISCUSSIONE

Sulla base della ricerca eseguita in letteratura, sembrano essere diversi gli aspetti rilevanti relativi all'instabilità posterolaterale di ginocchio. In primo luogo, è fondamentale comprendere a fondo l'anatomia del comparto e la biomeccanica dello stesso, in secondo luogo deve essere chiaro il meccanismo lesivo principale e gli eventuali meccanismi lesivi secondari, per poter poi eseguire una corretta valutazione e diagnosi del paziente ed impostare il miglior trattamento disponibile.

4.1 EPIDEMIOLOGIA

L'incidenza delle lesioni dell'angolo postero-laterale del ginocchio varia dal 5% al 9% di tutte le lesioni del ginocchio⁴⁹, ma secondo altri studi arriva persino al 16%⁴⁶. Secondo lo studio di Pacheco⁵⁰, l'11,8% delle lesioni sono isolate, il 42,6% delle lesioni era associato a lesioni dell'LCA, il 27,9% a lesioni dell'LCP, 16,2% a lesioni del LCA che del LCP e l'1,5% a lesioni del LCA, LCP e del complesso mediale. Il 93% dei pazienti con lesione del comparto lamentava instabilità.

Le cause della lesione erano di tipo sportivo, legate a sport come il football americano e il rugby, nel 65% dei pazienti, traumi della strada nel 26% dei pazienti e il risultato di cadute nel 9%⁵⁰. Le lesioni da non-contatto rappresentano il 53%⁵⁰.

4.2 BIOMECCANICA

Le strutture anatomiche facenti parte del comparto postero-laterale del ginocchio contribuiscono alla stabilità statica e dinamica del ginocchio e resistono agli stress in varo, ad una eccessiva extrarotazione tibiale e alla traslazione posteriore, per cui di conseguenza anche all'iperestensione²⁸. Gli stabilizzatori statici sono il LCL, il PFL, il legamento arcuato, il legamento fabello-fibulare e la capsula posterolaterale, mentre gli stabilizzatori dinamici sono il tendine del bicipite, la bandelletta ileotibiale e il complesso muscolotendineo popliteo²⁸.

Il LCL è la struttura che conferisce maggiore stabilità nei confronti degli stress in varo, ma ha una limitata abilità nel resistere alle forze in rotazione esterna e traslazione posteriore della tibia a ginocchio flesso. Le altre strutture che contribuiscono secondariamente alla riduzione degli stress in varo sono il legamento

crociato posteriore e la capsula laterale e in misura minore anche il legamento crociato anteriore.

Le strutture che limitano primariamente le forze in extrarotazione tibiale sono il PFL, l'FFL, l'inserzione capsulare del capo breve del bicipite femorale e il tendine popliteo. Il tendine e il muscolo popliteo, insieme al PFL e ai fascicoli popliteomeniscali (espansioni del tendine popliteo emesse a livello dello iato popliteo) rappresentano invece l'unità funzionale che previene la traslazione posteriore, l'angolazione in varo, l'eccessiva extrarotazione e stabilizza il menisco laterale.

Nel complesso, il PLC è importante soprattutto per dare stabilità al ginocchio nei gradi più bassi di flessione, fino ai 45° circa, nelle attività in carico^{51, 52}. Inoltre, questo complesso contribuisce alla funzione del LCP di stabilità tibio-femorale posteriore, in particolare a 30° di flessione del ginocchio^{53, 54}.

4.3 LESIONI ASSOCIATE

In clinica, difficilmente si riscontrano lesioni del PLC isolate, ma molto più frequentemente queste sono associate ad altre lesioni, come lesioni ossee, lesioni del LCP, lesioni del LCA, lesioni meniscali, lesioni del legamento collaterale mediale e delle altre componenti mediali del ginocchio, lesioni del comparto estensorio, lesioni cartilaginee, lesioni vascolari e lesioni nervose del nervo peroneo.

Per quanto riguarda le lesioni ossee, tra le più frequenti ci sono le fratture da avulsione della testa del perone, dette fratture arcuate o segno arcuato³¹ e possono verificarsi nei vari siti di inserzione delle componenti del PLC. Le più frequenti comprendono l'avulsione del processo stiloideo a livello dell'inserzione del complesso arcuato (legamenti popliteofibulare, arcuato e fabellofibulare) e l'avulsione del margine laterale della testa del perone risultante dalla trazione del LCL o del tendine del bicipite femorale⁵⁵. Un'altra possibile lesione ossea è rappresentata dalle contusioni del condilo anteromediale femorale, riscontrata in tutti i pazienti con una lesione di grado III del PCL e una lesione del LCA⁵⁶. Questi pazienti possono mostrare anche una frattura del piatto tibiale, specialmente a livello della rima anteromediale, e si sospetta che il meccanismo lesivo in questo specifico caso sia legato all'impatto della porzione anteriore dei condili femorali sulla rima anteromediale della tibia, prodotto da una forza in valgo associata ad una traslazione posteriore, indice di una lesione completa sia del PLC che del LCP⁵⁷. Infine, possono essere riscontrate anche una frattura di Segond e una avulsione del tubercolo del Gerdy. La frattura di Segond

è una avulsione ossea a livello dell'inserzione tibiale del terzo laterale del legamento capsulare con possibile coinvolgimento del braccio anteriore del capo breve del bicipite femorale, è spesso associata ad una lesione del LCA e indice di una lesione del PLC⁵⁸. L'avulsione del tubercolo del Gerdy è una eventualità rara ma possibile, data da una trazione della bandelletta ileotibiale, caratterizzata in genere da una lesione sia ossea che dei tessuti molli^{57, 59}.

Le lesioni vascolari associate si verificano nel 7-15% dei casi di lussazione del ginocchio; la rivascolarizzazione entro le 8 ore ha un tasso di successo dell'87%, mentre se avviene oltre le 8 ore ha un tasso di amputazione dell'86%⁶⁰.

Le lesioni nervose sono abbastanza comuni nelle lussazioni del ginocchio, la percentuale di paralisi dello SPE a seguito di queste lesioni è del 25%, con un tasso di guarigione spontanea del 50% circa⁶⁰. Nei casi di frattura arcuata associata, si ha un intrappolamento del nervo tra i due monconi dell'89%⁶⁰.

4.4 MECCANISMO LESIVO

Il meccanismo lesivo più comune è rappresentato da una forza ad alta energia in direzione posterolaterale, con applicazione sull'aspetto anteromediale della tibia prossimale, con il ginocchio in completa estensione. Altri possibili meccanismi lesivi sono i traumi in iperestensione con la tibia in extrarotazione, lussazioni di ginocchio avvenute con una forza in varo e diretta posteriormente alla porzione prossimale della tibia a ginocchio flesso (lesione da cruscotto) e lussazioni anteriori del ginocchio avvenute con uno stress in varo applicato al ginocchio iperesteso^{28, 31, 50, 55, 61, 62, 63}. La maggior parte delle lesioni avviene con traumi sportivi, incidenti stradali e cadute dall'alto⁵⁵.

4.5 DIAGNOSI

La diagnosi delle lesioni del PLC è basata sulla presentazione clinica del paziente, quindi su osservazione, ispezione, ROM, stabilità, test speciali e valutazione vascolonervosa. A questo si può aggiungere poi l'utilizzo delle bioimmagini, che non sono dirimenti nel fare diagnosi ma possono confermare l'ipotesi, oltre che dare indicazioni al chirurgo riguardo l'eventuale trattamento chirurgico.

All'osservazione si possono notare edema dei tessuti molli ed ecchimosi attorno al ginocchio⁶⁰, mentre un gonfiore rilevabile a livello della parte anteriore della tibia potrebbe essere indicativo di un trauma da cruscotto, così come una ecchimosi nel cavo popliteo può indicare una lesione dei tessuti molli posteriori che sono ben vascolarizzati⁶⁴. Un altro aspetto importante è l'allineamento osseo, si deve infatti valutare la presenza di eventuali varismi o valgismi del ginocchio traumatizzato che possono essere indicativi di una lesione legamentosa ma frequentemente anche di un malallineamento osseo strutturale del paziente⁶⁰.

Nel caso in cui fossero presenti lesioni vascolari, si potrebbe notare una differenza di colore cutaneo tra i piedi⁶⁰.

La palpazione può essere utile per individuare zone dolorose e deve essere rivolta alla valutazione del comparto estensorio, dei legamenti collaterali mediale e laterale, della testa del perone, della bandelletta ileotibiale, del tubercolo del Gerdy e delle rime articolari mediale e laterale⁶⁰. Con il ginocchio a 90° di flessione è possibile esaminare le rime articolari per evidenziare una eventuale sporgenza della tibia, nota come tibial step-off test o segno del pollice⁶⁵: normalmente la tibia si localizza 1 cm anteriormente al femore distale in posizione di flessione, in caso di lesione questo allineamento non è più conservato e in particolare se è il femore a trovarsi anteriormente rispetto alla tibia questo può far sospettare una lesione combinata del LCP e del PLC.

Nel movimento devono essere valutati il ROM attivo e passivo sia in flessione che in estensione, la percezione di uno stop netto può far sospettare la presenza di frammenti liberi all'interno dell'articolazione⁶⁰.

La stabilità del ginocchio si deve valutare per tutte le componenti legamentose, eseguendo i test specifici per LCA, LCP, LCL, LCM, angolo posterolaterale e angolo posteromediale⁶⁶. Per il LCP viene comunemente eseguito il test del cassetto posteriore, che poi può essere sensibilizzato con una rotazione interna ed esterna di 15° per sospettare una instabilità rispettivamente posteromediale e posterolaterale⁶⁷.

I test speciali per la valutazione dell'angolo posteromediale del ginocchio sono:

- Dial test (o tibial external rotation test)^{60, 68}, è il test principale per distinguere tra una lesione del PLC e del PCL. Si può eseguire con il paziente sia prono che supino, con le ginocchia flesse passivamente prima a 30° e poi a 90°. A questo punto si esegue una extrarotazione dei due piedi e si esegue una misurazione dell'angolo tra coscia e piede. Una differenza maggiore di 10° tra i due lati è indicativa di una lesione. Se il test è positivo sia a 30° che a 90° è indicativo di

una lesione sia del PLC che del PCL, se è positivo solo a 30° è indicativo di una lesione del PLC e se è positivo solo a 90° è indicativo di una lesione del PCL.

- External rotation recurvatum test⁶⁹, serve a distinguere ulteriormente tra lesioni del PLC e del PCL. Con il paziente supino, l'esaminatore solleva entrambe le gambe con presa a livello dell'alluce ed il test è positivo se dal lato lesionato si osserva una maggiore iperestensione, varo ed extrarotazione, causata da una apertura dell'articolazione posterolaterale. Un aumento del grado di recurvato è indice di una lesione combinata di PLC e ACL.
- Reverse pivot shift⁷⁰, è un test dinamico eseguito con il paziente supino, il ginocchio flesso a 80° e applicando una forza in valgo ed extrarotazione. A questo punto si estende il ginocchio e se la tibia è sublussata si nota con questa manovra una riduzione anteriore della tibia sul femore. Come il pivot shift, questo è un test meglio eseguibile con il paziente sotto anestesia e il grado di shift è correlato alla severità della lesione.
- Quadriceps active test⁷¹, è eseguito con il paziente supino e il ginocchio a 90° di flessione e il piede stabilizzato. Si richiede a questo punto di far scorrere il piede sul lettino, determinando una contrazione attiva del quadricipite, e se questa determina una riduzione della sublussazione posteriore della tibia di almeno 2 mm è indicativo di lesione del LCP, tanto maggiore quanto più prominente è la riduzione della sublussazione.

Per quanto riguarda l'indagine della componente vascolare, la valutazione iniziale deve comprendere⁷²: la simmetria del polso distale, il riempimento capillare, il colore, la temperatura e l'Ankle Brachial Pressure Index⁷³. La valutazione della componente nervosa valuta l'integrità dello SPE tramite l'analisi della sensibilità del dorso del piede e del movimento del piede in flessione dorsale ed eversione⁶⁰.

4.6 TRATTAMENTO

Per quanto riguarda il trattamento, è necessario fare diverse differenziazioni. La prima cosa da comprendere è il grado della lesione del paziente^{31, 62}:

- Grado 1, elongazione di una o più componenti legamentose, si manifesta con dolore localizzato lungo la linea articolare posterolaterale, senza evidenze cliniche di lassità né in varo (0-5 mm) né in extrarotazione tibiale (0°-5°) e con un end feel netto.

- Grado 2, lesione parziale del comparto, determina una moderata lassità, caratterizzata da una lassità in varo di 6-10 mm e in extrarotazione tibiale di 6°-10° e un endfeel netto.
- Grado 3, è una lesione con una rottura completa delle componenti capsulo-legamentose che determina una marcata lassità (più di 10 mm), una instabilità rotazionale (più di 10°) e senza un endfeel netto.

Un'altra classificazione importante da fare per queste lesioni, che ha un valore nell'indirizzare un tipo di trattamento piuttosto che un altro, è legata alla distanza dal trauma: se il trauma è avvenuto meno di 3 settimane prima la lesione si definisce acuta, mentre se è avvenuto oltre le 3-4 settimane si definisce cronica⁶².

4.6.1 Trattamento delle lesioni di grado 1

Le lesioni di grado 1, sia acute che croniche, sono trattate per via conservativa tramite una immobilizzazione con tutore bloccato in estensione per 3 settimane, a seguito delle quali si procede con la riabilitazione, la quale deve comprendere recupero del ROM, esercizi di rinforzo del muscolo quadricipite, esercizi di endurance e trattamenti volti a ridurre gli impairment individuati nel singolo soggetto, a seconda di quanto individuato nella valutazione clinica. Se la lesione non è stata importante è possibile concedere il carico con tutore in estensione fin dal primo giorno post-trauma, mentre se la lesione è stata più grave il paziente deve sostenere tre settimane di scarico con il tutore e, alla rimozione di questo, è possibile procedere con il carico^{28, 31, 50, 55, 61, 74, 75}.

4.6.2 Trattamento delle lesioni di grado 2

Per quanto riguarda le lesioni di grado 2, invece, non esiste un accordo sulla superiorità del trattamento conservativo piuttosto che quello chirurgico. Parte della scelta ricade sulla presenza o meno di lesioni associate: lesioni di grado 2 del PLC che si verificano isolatamente, e in pazienti con basse richieste funzionali, possono essere trattate conservativamente con lo stesso iter delle lesioni di grado 1, mentre se la lesione di grado 2 è associata a lesioni di altre strutture, principalmente fratture da avulsione, si procede con l'intervento di riparazione e fissazione del frammento avulso⁷⁶. Secondo altri autori, il trattamento migliore di queste lesioni è quello conservativo anche in presenza di lesioni associate di ACL e PCL. In particolare, si consiglia di attendere 6 settimane seguendo il protocollo di recupero del ROM indicato per le lesioni di grado 1 e, successivamente, una volta restituita la funzionalità del ginocchio, è possibile procedere con l'intervento di ricostruzione del LCA o LCP lesionato^{28, 55, 62, 77, 78, 79}.

4.6.3 Trattamento delle lesioni di grado 3

Per le lesioni di grado 3 e per le lesioni in cui il trattamento conservativo è fallito è necessario distinguere tra lesioni croniche e lesioni acute.

Per quanto riguarda le lesioni acute, sono descritte in letteratura diverse tecniche chirurgiche. La maggior parte degli studi preferisce eseguire un intervento di riparazione dei tessuti lesionati con eventuale reinserimento dei frammenti ossei avulsi, mentre la ricostruzione è in genere riservata ai soggetti che mostrano una scarsa qualità tissutale nella zona lesionale^{80, 81, 82}. Gli studi più recenti hanno mostrato un migliore outcome nella combinazione di riparazione e ricostruzione delle strutture lesionate⁸³. Un elemento molto importante che ha evidenziato la revisione della letteratura è che la riparazione delle lesioni di grado 3 associate alla ricostruzione successiva del LCA, del LCP o di entrambi è associata ad una percentuale di fallimento del 38%, mentre se l'intervento di riparazione delle lesioni del PLC e la ricostruzione del pivot centrale avviene one-stage il tasso di fallimento crolla al 9%⁶³. Questo probabilmente avviene per via della stretta connessione esistente tra il PLC e il pivot centrale: mentre il comparto mediale possiede una stabilità intrinseca dovuta anche alla congruità ossea, il compartimento laterale è di per sé instabile poiché contrappone due superfici convesse tra loro. Una riparazione del PLC senza restituzione della stabilità rotazionale centrale data dai legamenti crociati determina un fallimento della riparazione del PLC stesso⁶³. Le possibili tecniche di ricostruzione del PLC possono essere a grandi linee riassunte in tre categorie: trasposizione del tendine bicipitale⁸⁴, sling del perone^{85, 86} e ricostruzione anatomica di LCL, tendine popliteo e legamento popliteo-fibulare⁸³. Dall'analisi della letteratura svolta, non è possibile dichiarare la superiorità di una tecnica rispetto alle altre poiché gli studi condotti sono di bassa qualità e non ci sono follow-up a lungo termine per valutare con un certo grado di sicurezza i risultati.

Per quanto riguarda le lesioni croniche del PLC, al momento non esiste un consenso su quale sia il trattamento migliore: in nessuno studio viene utilizzata una tecnica di riparazione in questa popolazione di pazienti poiché si è visto che la qualità tissutale è scarsa, al punto da non permettere una riparazione. Ad un follow up di 2 anni, si è visto che il trattamento chirurgico delle lesioni croniche ha una percentuale di successo del 90%⁸⁷. Le possibili tecniche di ricostruzione sono:

- Sling del perone, con una sola inserzione femorale o con due, al fine di ricreare la funzionalità del LCL e del legamento popliteo-fibulare⁸⁸ per ridare stabilità rotatoria.
- Shift della capsula posterolaterale in aggiunta allo sling del perone, qualora questo da solo non dovesse essere sufficiente, con lo stesso fine⁸⁶.

- Ricostruzione del tendine popliteo e del legamento popliteo-fibulare originali⁸⁹.
- Ricostruzione del LCL e del tendine popliteo con un innesto ma senza ricostruzione del legamento popliteo-fibulare^{90, 91, 92, 93}.
- Ricostruzione anatomica del PLC⁹⁴.

Come nel caso delle riparazioni in fase acuta, anche in questo caso si è visto che, se sono presenti lesioni associate dei legamenti crociati, si ottiene un risultato migliore con la riparazione one-stage piuttosto che two-stage, con una maggiore percentuale di successo⁹⁵.

5. CONCLUSIONI

L'instabilità postero-laterale di ginocchio è una problematica che sta assumendo sempre maggiore rilievo all'interno dell'ambito sia ortopedico che riabilitativo, gli ultimi studi hanno dimostrato una incidenza sempre maggiore della stessa, forse per un aumento di incidenza di lesione o anche per un miglioramento del processo diagnostico. Oltre a determinare una notevole disabilità nel paziente, tale lesione, quando misconosciuta, si è rivelata essere anche una delle possibili cause di fallimento dell'intervento di ricostruzione sia del LCA che del LCP, ma anche delle sintesi ossee a seguito di fratture del piatto tibiale di cui non erano state adeguatamente valutate le lesioni associate.

È molto importante che il clinico conosca la problematica, i casi in cui essa può presentarsi, l'iter diagnostico e le migliori soluzioni di trattamento, al fine di poter dare al paziente le più alte possibilità di guarigione. È molto importante tenere presente che, se questa non dovesse essere individuata e trattata nella maniera corretta, potrebbe portare anche ad una maggiore degenerazione ossea rispetto ai soggetti che non presentano instabilità posterolaterale.

Attualmente, gli studi pubblicati sono pochi, eterogenei tra loro e di bassa qualità. Mancano studi osservazionali con una elevata numerosità campionaria che valutino le possibili lesioni anatomiche ed RCT per la parte di trattamento, oltre che revisioni sistematiche che indichino le corrette strategie di gestione. La letteratura dovrà quindi concentrarsi in futuro su questa problematica per aumentare le conoscenze a disposizione del clinico e migliorare i gold standard di diagnosi e trattamento.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Neumann, D. A. (2016). *Kinesiology of the musculoskeletal system* (3rd ed.). Mosby
2. Standring, Susan, Neil R. Borley and Henry Gray, *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Churchill Livingstone/Elsevier, 2008
3. Bonnin MP, Saffarini M, Bossard N, Dantony E, Victor J. Morphometric analysis of the distal femur in total knee arthroplasty and native knees. *Bone Joint J*. 2016 Jan;98-B(1):49-57. doi: 10.1302/0301-620X.98B1.35692. PMID: 26733515.
4. Rao Z, Zhou C, Zhang Q, Kernkamp WA, Wang J, Cheng L, Foster TE, Bedair HS, Li G. There are isoheight points that measure constant femoral condyle heights along the knee flexion path. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021 Feb;29(2):600-607. doi: 10.1007/s00167-020-05990-x. Epub 2020 Apr 13. PMID: 32285156; PMCID: PMC7554141.
5. Wechter JF, Sikka RS, Alwan M, Nelson BJ, Tompkins M. Proximal tibial morphology and its correlation with osteochondritis dissecans of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015 Dec;23(12):3717-22. doi: 10.1007/s00167-014-3289-6. Epub 2014 Sep 25. PMID: 25248309.
6. Vasta S, Andrade R, Pereira R, Bastos R, Battaglia AG, Papalia R, Espregueira-Mendes J. Bone morphology and morphometry of the lateral femoral condyle is a risk factor for ACL injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018 Sep;26(9):2817-2825. doi: 10.1007/s00167-017-4761-x. Epub 2018 Jan 3. PMID: 29299611.
7. Musahl V, Herbst E, Burnham JM, Fu FH. The Anterolateral Complex and Anterolateral Ligament of the Knee. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018 Apr 15;26(8):261-267. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00758. PMID: 29517517.
8. Deopujari S, Kiel J. Knee Extensor Mechanism Injuries. 2021 Apr 20. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. PMID: 32119474.
9. Nasu H, Nimura A, Sugiura S, Fujishiro H, Koga H, Akita K. An anatomic study on the attachment of the joint capsule to the tibia in the lateral side of the knee. *Surg Radiol Anat*. 2018 May;40(5):499-506. doi: 10.1007/s00276-017-1942-8. Epub 2017 Nov 10. PMID: 29127471.
10. Macchi V, Stocco E, Stecco C, Belluzzi E, Favero M, Porzionato A, De Caro R. The infrapatellar fat pad and the synovial membrane: an anatomic-functional

- unit. *J Anat.* 2018 Aug;233(2):146-154. doi: 10.1111/joa.12820. Epub 2018 May 14. PMID: 29761471; PMCID: PMC6036933
11. Fenn S, Datir A, Saifuddin A. Synovial recesses of the knee: MR imaging review of anatomical and pathological features. *Skeletal Radiol.* 2009 Apr;38(4):317-28. doi: 10.1007/s00256-008-0570-0. Epub 2008 Sep 8. PMID: 18777177.
 12. Chung CB, Boucher R, Resnick D. MR imaging of synovial disorders of the knee. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2009 Dec;13(4):303-25. doi: 10.1055/s-0029-1242186. Epub 2009 Nov 4. PMID: 19890800.
 13. Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asprey WL, Makovicka JL, Chhabra A. Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2020 Sep;28(3):80-86. doi: 10.1097/JSA.000000000000279. PMID: 32740458.
 14. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clin J Sport Med.* 2012 Jul;22(4):349-55. doi: 10.1097/JSM.0b013e3182580cd0. PMID: 22695402.
 15. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 Mar;14(3):204-13. doi: 10.1007/s00167-005-0679-9. Epub 2005 Oct 19. PMID: 16235056.
 16. Arthur JR, Haglin JM, Makovicka JL, Chhabra A. Anatomy and Biomechanics of the Posterior Cruciate Ligament and Their Surgical Implications. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2020 Mar;28(1):e1-e10. doi: 10.1097/JSA.000000000000267. PMID: 31895324.
 17. Logterman SL, Wydra FB, Frank RM. Posterior Cruciate Ligament: Anatomy and Biomechanics. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018 Sep;11(3):510-514. doi: 10.1007/s12178-018-9492-1. PMID: 29855794; PMCID: PMC6105479.
 18. Makris EA, Hadidi P, Athanasiou KA. The knee meniscus: structure-function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration. *Biomaterials.* 2011 Oct;32(30):7411-31. doi:10.1016/j.biomaterials.2011.06.037. Epub 2011 Jul 18. PMID: 21764438; PMCID: PMC3161498.
 19. Mehl J, Otto A, Baldino JB, Achtnich A, Akoto R, Imhoff AB, Scheffler S, Petersen W. The ACL-deficient knee and the prevalence of meniscus and cartilage lesions: a systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019 Jun;139(6):819-841. doi: 10.1007/s00402-019-03128-4. Epub 2019 Feb 13. PMID: 30758661.

20. Pękala PA, Łazarz DP, Rosa MA, Pękala JR, Baginski A, Gobbi A, Wojciechowski W, Tomaszewski KA, LaPrade RF. Clinical Anatomy of the Posterior Meniscomfemoral Ligament of Wrisberg: An Original MRI Study, Meta-analysis, and Systematic Review. *Orthop J Sports Med.* 2021 Feb 22;9(2):2325967120973195. doi: 10.1177/2325967120973195. PMID: 33748297; PMCID: PMC7903841.
21. Pękala PA, Rosa MA, Łazarz DP, Pękala JR, Baginski A, Gobbi A, Mann MR, Tomaszewski KA, LaPrade RF. Clinical Anatomy of the Anterior Meniscomfemoral Ligament of Humphrey: An Original MRI Study, Meta-analysis, and Systematic Review. *Orthop J Sports Med.* 2021 Feb 22;9(2):2325967120973192. doi: 10.1177/2325967120973192. PMID: 33748296; PMCID: PMC7903842.].
22. Ratajczak W, Jakubowicz M, Pytel A. Transverse ligament of the knee in humans. *Folia Morphol.* 2003;62(3):293-5. PMID: 14507071.
23. Lanzer WL, Komenda G. Changes in articular cartilage after meniscectomy. *Clin Orthop Relat Res.* 1990 Mar;(252):41-8. PMID: 2406073.
24. Harner CD, Vogrin TM, Hoher J, Ma CB, Woo SL. Biomechanical analysis of a posterior cruciate ligament reconstruction. Deficiency of the posterolateral structures as a cause of graft failure. *Am J Sports Med.* 2000; 28(1):32-9.
25. LaPrade RF, Resig S, Wentorf F, Lewis JL. The effects of grade III posterolateral knee complex injuries on anterior cruciate ligament graft force. A biomechanical analysis. *Am J Sports Med.* 1999; 27(4):469-75.
26. LaPrade RF, Muench C, Wentorf F, Lewis JL. The effect of injury to the posterolateral structures of the knee on force in a posterior cruciate ligament graft: a biomechanical study. *Am J Sports Med.* 2002; 30(2):233-8.
27. Seebacher JR, Inglis AE, Marshall JL, Warren RF. The structure of the posterolateral aspect of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64(4): 536-541.
28. Lunden JB, Bzdusek PJ, Monson JK, Malcomson KW, Laprade RF. Current concepts in the recognition and treatment of posterolateral corner injuries of the knee. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010 Aug;40(8):502-16. doi: 10.2519/jospt.2010.3269. PMID: 20479535.
29. Simonian PT, Sussmann PS, van Trommel M, Wickiewicz TL, Warren RF. Popliteomeniscal fasciculi and lateral meniscal stability. *Am J Sports Med.* 1997;25:849-853.
30. LaPrade RF, Tso A, Wentorf FA. Force measurements on the fibular collateral ligament, popliteofibular ligament, and popliteus tendon to applied loads. *Am J Sports Med.* 2004;32:1695-1701.

31. Rosas HG. Unraveling the Posterolateral Corner of the Knee. *Radiographics*. 2016 Oct;36(6):1776-1791. doi: 10.1148/rg.2016160027. PMID: 27726747.
32. LaPrade RF, Ly TV, Wentorf FA, et al. The posterolateral attachments of the knee: a qualitative and quantitative morphologic analysis of the fibular collateral ligament, popliteus tendon, popliteofibular ligament, and lateral gastrocnemius tendon. *Am J Sports Med*. 2003;31:854–860.
33. LaPrade RF, Bollom TS, Wentorf FA, et al. Mechanical properties of the posterolateral structures of the knee. *Am J Sports Med*. 2005; 33:1386–1391.
34. LaPrade RF, Hamilton CD. The fibular collateral ligament-biceps femoris bursa: an anatomic study. *Am J Sports Med*. 1997;25:439–443.
35. Terry GC, LaPrade RF. The posterolateral aspect of the knee: anatomy and surgical approach. *Am J Sports Med*. 1996;24:732–739.
36. Kendall, Florence P, Elizabeth K. McCreary, Patricia G. Provance, Ranice W. Crosby, Peter J. Andrews, and Charles Krause. *Muscles, Testing and Function: With Posture and Pain*, 1993.
37. Ng GY, Zhang AQ, Li CK. Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18:128-133.
38. LaPrade RF, Wentorf F. Diagnosis and treatment of posterolateral knee injuries. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;110-121.
39. LaPrade RF, Griffith CJ, Coobs BR, Geeslin AG, Johansen S, Engebretsen L. Improving outcomes for posterolateral knee injuries. *J Orthop Res*. 2014;32(4):485–491. doi: 10.1002/jor.22572.
40. Sanchez AR, 2nd, Sugalski MT, LaPrade RF. Anatomy and biomechanics of the lateral side of the knee. *Sports Med Arthrosc*. 2006;14:2-11.
41. Segond P. Recherches cliniques et experimentales sur les epanchements sanguins du genou par entorse. *Progr Med (Paris)* 1879;7:297.
42. Wang CJ, Chen HS, Huang TW, Yuan LJ. Outcome of surgical reconstruction for posterior cruciate and posterolateral instabilities of the knee. *Injury*. 2002;33:815-821.
43. Vinson EN, Major NM, Helms CA. The posterolateral corner of the knee. *AJR Am J Roentgenol*. 2008;190:449–58.
44. De Maeseneer M, Vanderdood K, Shahabpour M, De Ridder F, Van Roy F, Osteaux M. Posterolateral supporting structures of the knee: findings on anatomic dissection, anatomic slices, and MR images. *Eur Radiol*. 2001;11:2170–7.

45. Wu XD, Yu JH, Zou T, Wang W, LaPrade RF, Huang W, Sun SQ. Anatomical Characteristics and Biomechanical Properties of the Oblique Popliteal Ligament. *Sci Rep.* 2017 Feb 16;7:42698. doi: 10.1038/srep42698. Erratum in: *Sci Rep.* 2017 Apr 10;7:46117. PMID: 28205540; PMCID: PMC5311875.
46. LaPrade RF, Wentorf FA, Fritts H, Gundry C, Hightower CD. A prospective magnetic resonance imaging study of the incidence of posterolateral and multiple ligament injuries in acute knee injuries presenting with a hemarthrosis. *Arthroscopy.* 2007;23(12):1341- 1347.
47. Noyes FR, Barber-Westin SD. Surgical restoration to treat chronic deficiency of the posterolateral complex and cruciate ligaments of the knee joint. *Am J Sports Med.* 1996;24:415-426.
48. O'Brien SJ, Warren RF, Pavlov H, et al. Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:278-286.
49. LaPrade RF. Introduction and incidence of posterolateral knee injuries. In: *Posterolateral knee injuries: anatomy, evaluation and treatment.* New York: Thieme, 2006:1-8.
50. Pacheco RJ, Ayre CA, Bollen SR. Posterolateral corner injuries of the knee: a serious injury commonly missed. *J Bone Joint Surg Br.* 2011 Feb;93(2):194-7. doi: 10.1302/0301-620X.93B2.25774. PMID: 21282758
51. Csintalan RP, Ehsan A, McGarry MH, Fithian DF, Lee TQ. Biomechanical and anatomical effects of an external rotational torque applied to the knee: a cadaveric study. *Am J Sports Med.* 2006;34:1623-1629. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546506288013>.
52. Gollehon DL, Torzilli PA, Warren RF. The role of the posterolateral and cruciate ligaments in the stability of the human knee. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:233-242.].
53. Grood ES, Stowers SF, Noyes FR. Limits of movement in the human knee. Effect of sectioning the posterior cruciate ligament and posterolateral structures. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:88-97.
54. Veltri DM, Warren RF. Operative treatment of posterolateral instability of the knee. *Clin Sports Med.* 1994;13:615-627.
55. Vasilevska Nikodinovska V, Gimber LH, Hardy JC, Taljanovic MS. The Collateral Ligaments and Posterolateral Corner: What Radiologists Should Know. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2016 Feb;20(1):52-64. doi: 10.1055/s-0036-1579677. Epub 2016 Apr 14. PMID: 27077587.

56. Ross G, Chapman AW, Newberg AR, Scheller AD Jr. Magnetic resonance imaging for the evaluation of acute posterolateral complex injuries of the knee. *Am J Sports Med* 1997;25(4): 444–448.
57. Bennett DL, George MJ, El-Khoury GY, Stanley MD, Sundaram M. Anterior rim tibial plateau fractures and posterolateral corner knee injury. *Emerg Radiol* 2003;10(2):76–83.
58. Dietz GW, Wilcox DM, Montgomery JB. Second tibial condyle fracture: lateral capsular ligament avulsion. *Radiology* 1986;159(2):467–469.
59. DeLee JC, Riley MB, Rockwood CA Jr. Acute straight lateral instability of the knee. *Am J Sports Med* 1983;11(6): 404–411.
60. Martin RK, Berdusco R, MacDonald PB. Physical Examination and Imaging Studies in Posterolateral Corner Injuries. *J Knee Surg.* 2015 Dec;28(6):435-40. doi: 10.1055/s-0035-1559803. Epub 2015 Sep 26. PMID: 26408996.
61. Davies H, Unwin A, Aichroth P. The posterolateral corner of the knee. Anatomy, biomechanics and management of injuries. *Injury.* 2004 Jan;35(1):68-75. doi: 10.1016/s0020-1383(03)00094-9. PMID: 14728958.
62. Rue JP, Kilcoyne K, Dickens J, Kluk M. Diagnosis and treatment of injuries to the posterolateral ligament complex. *J Knee Surg.* 2011 Sep;24(3):143-50. doi: 10.1055/s-0031-1284726. PMID: 21980873
63. Geeslin AG, Moulton SG, LaPrade RF. A Systematic Review of the Outcomes of Posterolateral Corner Knee Injuries, Part 1: Surgical Treatment of Acute Injuries. *Am J Sports Med.* 2016 May;44(5):1336-42. doi: 10.1177/0363546515592828. Epub 2015 Aug 10. PMID: 26260464.
64. Malone AA, Dowd GSE, Saifuddin A. Injuries of the posterior cruciate ligament and posterolateral corner of the knee. *Injury* 2006;37(6):485–501.
65. Magee DJ. *Orthopedic Physical Assessment.* St. Louis, MO: Elsevier; 2014.
66. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities. Part I. The medial compartment and cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58(2):159–172.
67. Sekiya JK, Whiddon DR, Zehms CT, Miller MD. A clinically relevant assessment of posterior cruciate ligament and posterolateral corner injuries. Evaluation of isolated and combined deficiency. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(8):1621–1627.
68. Jung YB, Lee YS, Jung HJ, Nam CH. Evaluation of posterolateral rotatory knee instability using the dial test according to tibial positioning. *Arthroscopy.* 2009 Mar;25(3):257-61. doi: 10.1016/j.arthro.2008.10.007. Epub 2008 Nov 28. PMID: 19245987.

69. Hughston JC, Norwood LA Jr. The posterolateral drawer test and external rotational recurvatum test for posterolateral rotatory instability of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1980;(147):82–87.
70. Jakob RP, Hassler H, Staeubli HU. Observations on rotatory instability of the lateral compartment of the knee. Experimental studies on the functional anatomy and the pathomechanism of the true and the reversed pivot shift sign. *Acta Orthop Scand Suppl* 1981; 191:1–32
71. Daniel DM, Stone ML, Barnett P, Sachs R. Use of the quadriceps active test to diagnose posterior cruciate-ligament disruption and measure posterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70(3):386–391.
72. Barnes CJ, Pietrobon R, Higgins LD. Does the pulse examination in patients with traumatic knee dislocation predict a surgical arterial injury? A meta-analysis. *J Trauma* 2002;53(6):1109–1114.
73. Mills WJ, Barei DP, McNair P. The value of the ankle-brachial index for diagnosing arterial injury after knee dislocation: a prospective study. *J Trauma* 2004;56(6):1261–1265.
74. Djian P. Posterolateral knee reconstruction. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015 Feb;101(1 Suppl):S159-70. doi: 10.1016/j.otsr.2014.07.032. Epub 2015 Jan 14. PMID: 25596981.
75. Chenard KE, Jazrawi LM, Alaia MJ. Posterolateral Corner Injury Evolution of Diagnosis and Treatment. *Bull Hosp Jt Dis* (2013). 2020;78(1):6-11. PMID: 32144957.
76. Kannus P. Nonoperative treatment of grade II and III sprains of the lateral ligament compartment of the knee. *Am J Sports Med* 1989;17(1):83–88.
77. Ranawat A, Baker CL 3rd, Henry S, Harner CD. Posterolateral corner injury of the knee: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2008 Sep;16(9):506-18. PMID: 18768708.
78. Crespo B, James EW, Metsavaht L, LaPrade RF. Injuries to posterolateral corner of the knee: a comprehensive review from anatomy to surgical treatment. *Rev Bras Ortop*. 2014 Dec 24;50(4):363-70. doi: 10.1016/j.rboe.2014.12.008. PMID: 26401495; PMCID: PMC4563052.
79. Shon OJ, Park JW, Kim BJ. Current Concepts of Posterolateral Corner Injuries of the Knee. *Knee Surg Relat Res*. 2017 Dec 1;29(4):256-268. doi: 10.5792/ksrr.16.029. PMID: 29172386; PMCID: PMC5718794.
80. Bin SI, Nam TS. Surgical outcome of 2-stage management of multiple knee ligament injuries after knee dislocation. *Arthroscopy*. 2007;23(10):1066-1072.

81. Harner CD, Waltrip RL, Bennett CH, Francis KA, Cole B, Irrgang JJ. Surgical management of knee dislocations. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(2):262-273.
82. Stannard JP, Brown SL, Farris RC, McGwin G Jr, Volgas DA. The posterolateral corner of the knee: repair versus reconstruction. *Am J Sports Med.* 2005;33(6):881-888.
83. Geeslin AG, LaPrade RF. Outcomes of treatment of acute grade-III isolated and combined posterolateral knee injuries: a prospective case series and surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(18):1672-1683.
84. Bin SI, Nam TS. Surgical outcome of 2-stage management of multiple knee ligament injuries after knee dislocation. *Arthroscopy.* 2007;23(10):1066-1072.
85. Ibrahim SA, Ghafar S, Salah M, et al. Surgical management of traumatic knee dislocation with posterolateral corner injury. *Arthroscopy.* 2013;29(4):733-741.
86. Schechinger SJ, Levy BA, Dajani KA, Shah JP, Herrera DA, Marx RG. Achilles tendon allograft reconstruction of the fibular collateral ligament and posterolateral corner. *Arthroscopy.* 2009;25(3):232-242.].
87. Moulton SG, Geeslin AG, LaPrade RF. A Systematic Review of the Outcomes of Posterolateral Corner Knee Injuries, Part 2: Surgical Treatment of Chronic Injuries. *Am J Sports Med.* 2016 Jun;44(6):1616-23. doi: 10.1177/0363546515593950. Epub 2015 Aug 10. PMID: 26260463.
88. Arciero RA. Anatomic posterolateral corner knee reconstruction. *Arthroscopy.* 2005;21(9):1147.
89. LaPrade RF, Wozniczka JK, Stellmaker MP, Wijdicks CA. Analysis of the static function of the popliteus tendon and evaluation of an anatomic reconstruction: the "fifth ligament" of the knee. *Am J Sports Med.* 2010;38:543-549.
90. Kim SJ, Choi DH, Hwang BY. The influence of posterolateral rotatory instability on ACL reconstruction: comparison between isolated ACL reconstruction and ACL reconstruction combined with posterolateral corner reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(3):253-259.
91. Kim SJ, Jung M, Moon HK, Kim SG, Chun YM. Anterolateral transtibial posterior cruciate ligament reconstruction combined with anatomical reconstruction of posterolateral corner insufficiency: comparison of single-bundle versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction over a 2- to 6-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2011;39(3):481-489.

92. Kim SJ, Kim SG, Lee IS, et al. Effect of physiological posterolateral rotatory laxity on early results of posterior cruciate ligament reconstruction with posterolateral corner reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(13):1222-1227.
93. Kim SJ, Kim TW, Kim SG, Kim HP, Chun YM. Clinical comparisons of the anatomical reconstruction and modified biceps rerouting technique for chronic posterolateral instability combined with posterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2011; 93(9):809-818.
94. LaPrade RF, Johansen S, Agel J, Risberg MA, Moksnes H, Engebretsen L. Outcomes of an anatomic posterolateral knee reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(1):16-22.
95. Bonanzinga T, Zaffagnini S, Grassi A, Marcheggiani Muccioli GM, Neri MP, Marcacci M. Management of combined anterior cruciate ligament-posterolateral corner tears: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2013;42(6):1496-1503.
96. Spitzer E, Doyle JB, Marx RG. Outcomes of Surgical Treatment of Posterolateral Instability of the Knee. *J Knee Surg.* 2015 Dec;28(6):471-4. doi: 10.1055/s-0035-1558857. Epub 2015 Aug 12. PMID: 26266553.
97. Frank JB, Youm T, Meislin RJ, Rokito AS. Posterolateral corner injuries of the knee. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2007;65(2):106-14. PMID: 17581102.
98. Camarda L, Condello V, Madonna V, Cortese F, D'Arienzo M, Zorzi C. Results of isolated posterolateral corner reconstruction. *J Orthop Traumatol.* 2010 Jun;11(2):73-9. doi: 10.1007/s10195-010-0088-9. Epub 2010 Mar 13. PMID: 20229214; PMCID: PMC2896579.
99. Covey DC. Injuries of the posterolateral corner of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2001 Jan;83(1):106-18. doi: 10.2106/00004623-200101000-00015. PMID: 11205847.
100. Chahla J, Moatshe G, Dean CS, LaPrade RF. Posterolateral Corner of the Knee: Current Concepts. *Arch Bone Jt Surg.* 2016 Apr;4(2):97-103. PMID: 27200384; PMCID: PMC4852053.