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. 2021/2022

Campus Universitario di Savona

La riabilitazione della riparazione meniscale: una revisione narrativa

Candidato:

Dott. Ft Ghinaglia Lorenzo

Relatore:

Dott. Ft OMPT Colombo Claudio

SOMMARIO

1. ABSTRACT *1*

2. INTRODUZIONE *2*

2.1 Anatomia e fisiologia dei menischi **2**

Lesioni meniscali **6**

Chirurgia e riparazioni meniscali **9**

3. MATERIALI E METODI *13*

3.1 Selezione degli studi **13**

3.2 Banche dati utilizzate e stringa di ricerca **13**

3.3 Criteri di inclusione **14**

3.4 Criteri di esclusione **14**

3.5 Estrazione dei dati **14**

3.6 Analisi dei risultati **14**

4. RISULTATI *16*

4.1 Selezione degli studi **16**

4.2 Risultati degli studi **16**

4.2.1 Trattamento riabilitativo di elezione **18**

4.2.1.1 Concessione Del Carico 18

4.2.1.2 ROM 19

4.2.1.3 ESERCIZIO 19

4.2.2 Misure di outcome **24**

4.2.3 Return to Play **27**

5. DISCUSSIONE *29*

5.1 Sintesi delle Evidenze **29**

5.1.1 Proposta di protocollo di trattamento 31

5.2 Limitazioni **33**

5.3 Implicazioni per la pratica clinica **33**

5.4 Implicazioni per la ricerca **34**

6. CONCLUSIONI *36*

7. BIBLIOGRAFIA *37*

1. ABSTRACT

Introduzione: La lesione meniscale è uno dei traumi più comuni nell'atleta, e una delle principali cause di intervento chirurgico al ginocchio. In pazienti giovani e attivi, una delle scelte chirurgiche è la riparazione meniscale, volta a conservare tessuto e prevenire conseguenze artrosiche. Di contro, rispetto alla meniscectomia, la sutura meniscale prevede tempi di riabilitazione più lunghi. Gli interventi sono possibili sono nella red-red e red-white zone, e possono essere di tre tipi: inside-out, outside-in e all-inside.

L'obiettivo di questa revisione è individuare il trattamento di elezione, le misure di outcome utilizzate e i criteri prognostici per il return to play (RTP) a seguito di un intervento di riparazione meniscale.

Materiali e metodi: è stata condotta una ricerca sul database MedLine, e a seguito, nella bibliografia delle revisioni analizzate. Sono stati selezionati articoli, in italiano o inglese, che trattassero riabilitazione, outcome e RTP a seguito di riparazione meniscale, escludendo quelli che confrontavano la sutura meniscale con la meniscectomia e quelli che trattavano solo di chirurgia meniscale.

Risultati: sono stati inclusi 13 studi: tutti affrontavano tutti e tre i campi di ricerca analizzati. Dalla sintesi dei dati non si evince un trattamento di elezione principale, misure di outcome validate e criteri prognostici chiari per il RTP.

Discussione e conclusioni: il trattamento a seguito di intervento di sutura meniscale può essere standard o accelerato: non ci sono evidenze a favore di uno dei due, quindi, la scelta va individualizzata sul singolo paziente. Le misure di outcome più utilizzate sono la Tegner score, la Lysholm scale e il tasso di successo dell'intervento. Infine, i criteri prognostici per il RTP sono confusionari, ma si evince l'importanza della simmetria di forza e controllo tra i due arti, il ROM e la componente psicologica di apprensione nel gesto atletico.

Queste evidenze sono però di basso livello, si necessita di ulteriori studi per approfondirle e renderle più chiare e fruibili in clinica dal terapista.

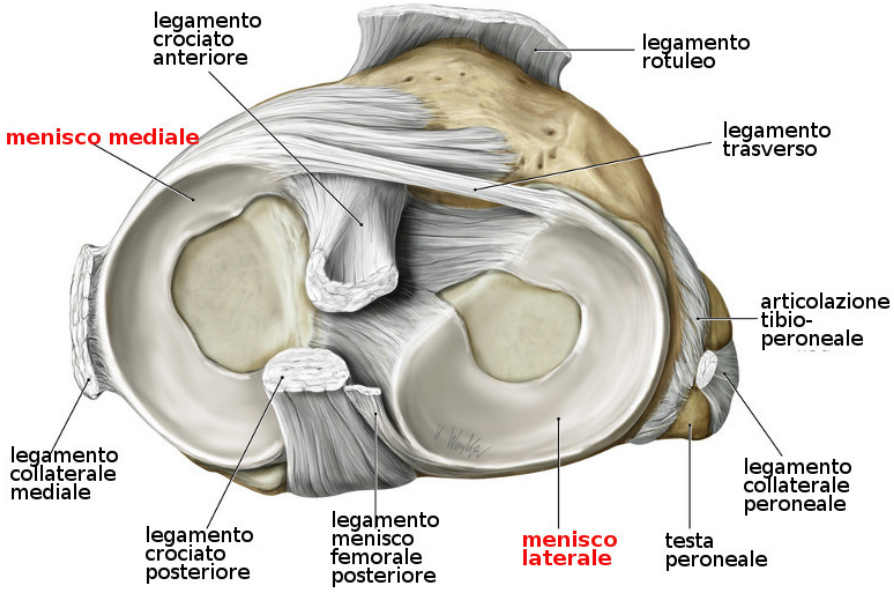
2. INTRODUZIONE

2.1 Anatomia e fisiologia dei menischi

L'articolazione del ginocchio è composta da superfici articolari incongrue, quindi necessita di altre strutture (statiche e dinamiche) per fornire stabilità: i legamenti crociati anteriore e posteriore, i legamenti collaterali mediale e laterale, i menischi mediale e laterale, la capsula e i muscoli che attraversano l'articolazione.[1]

I menischi sono due strutture fibrocartilaginee semilunari a forma di cuneo (in sezione) con bordo esterno convesso, interposte tra tibia e femore e che prendono contatto anche con la rotula anteriormente.[2-3]

Il menisco mediale è più assottigliato e assomiglia a una "C", il menisco laterale è più ovattato e assomiglia ad una "O".



I menischi sono costituiti da fibrocondrociti, presenti nella parte più interna del corpo meniscale e che producono matrice extracellulare, e fibroblasti, presenti nella parte esterna e che sintetizzano le primarie componenti dei menischi: collagene (di tipo 1 principalmente, ma è presente anche collagene di tipo 2,3,4 e 5) e proteoglicani[3].

La maggior parte delle fibre collagene sono orientate in maniera circolare per resistere alle forze di trazione e alle sollecitazioni dovute al carico. In realtà, il

collagene dei menischi è organizzato microscopicamente in tre strati distinti: lo strato più superficiale è composto di fibre organizzate a maglia, il secondo livello ha fibre orientate in maniera casuale, mentre il terzo e più profondo ha le fibre orientate in modo circolare: una lesione in questa zona altera l'architettura meniscale e causa le lesioni più gravi[1,15,16].

Questa microstruttura determina le proprietà dei menischi, ovvero la capacità di resistere a forze compressive, stress torsionali e trazionali e forze di taglio.

Entrambi i menischi sono divisi anatomicamente in tre parti orizzontali: il corno posteriore, il corpo e il corno anteriore.

Il diametro dei menischi è circa 35 mm, e sono connessi alla capsula articolare con la loro parte periferica convessa, che ha lunghezza di 110mm. Le corna anteriori e posteriori sono saldamente collegate all'osso tramite legamenti inserzionali che prendono il nome di entesi meniscali[17].

I menischi sono direttamente collegati all'osso della tibia tramite i legamenti coronari e alla capsula articolare per tutta la loro estensione, tranne che nell'angolo postero-laterale.

Il menisco mediale è collegato allo strato profondo del legamento collaterale mediale, mentre il laterale è connesso debolmente alla porzione laterale della capsula articolare: il collegamento del menisco mediale è molto più sicuro di quello laterale.

Inoltre, il menisco mediale non condivide alcuna fibra con il legamento collaterale laterale, per cui risulta mobile più del doppio rispetto al menisco mediale e può ruotare fino a 15°-20°.

Il corno posteriore del menisco laterale è però attaccato al femore tramite i legamenti menisco-femorali: il legamento di Humphrey, che passa anteriormente al legamento crociato posteriore (LCP) e il legamento di Wrisberg, che passa posteriormente al LCP[2,17,18].

Le corna anteriori si muovono maggiormente rispetto alle posteriori, causando la possibilità di blocco delle corna posteriori tra femore e tibia, e questo causa la maggior frequenza di una lesione in questa zona.

La vascolarizzazione dei menischi è abbastanza carente. Alla nascita, l'intero menisco è vascolarizzato, mentre negli adulti la maggior parte è avascolarizzata;

è stato teorizzato che questa progressiva perdita di irrorazione dipenda dal carico e dal movimento del ginocchio.

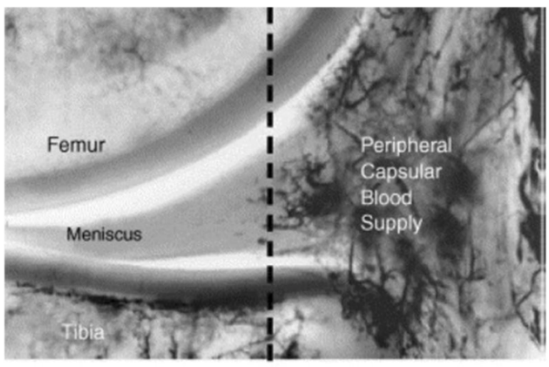
Dopo la seconda decade solo il margine periferico rimane irrorato, con una fornitura di sangue limitata dovuta al plesso capillare peri meniscale che origina dall'arteria poplitea, e che irrora il 10-30% del menisco mediale e il 10-25% di quello laterale[2,16,17].

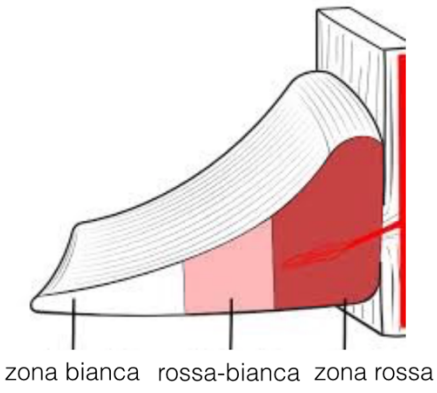
La vascolarizzazione decresce passando dalla zona periferica a quella centrale. A causa della povera vascolarizzazione, il processo di riparazione di una lesione rimane limitato nella zona centrale del menisco, Arnoczky e Warren riportano che per avere possibilità di guarigione la lesione deve entrare in contatto con la zona periferica vascolarizzata[19].

I menischi possono essere divisi in tre zone in base alla loro vascolarizzazione[2,3,19]:

- Zona "red-red": situata nel terzo periferico del menisco, è densamente vascolarizzata.
- Zona "red-white": localizzata nel terzo centrale del menisco, raccoglie le terminazioni dei capillari situati nella parte periferica.
- Zona "white-white": situata nel terzo più interno del menisco, non ha vascolarizzazione.

VASCOLARIZZAZIONE DEL MENISCO





I menischi presentano molte terminazioni nervose libere e 3 differenti tipi di meccanocettori (corpuscoli di Ruffini e di Pacini e organi tendinei del Golgi),

soprattutto nelle corna posteriori e anteriori, ma anche nella parte centrale. Infatti, queste strutture servono come organi propriocettivi, fornendo un meccanismo feedback per il movimento dell'articolazione del ginocchio[2].

Karahan et al hanno dimostrato che una meniscectomia parziale consegue in una significativa perdita del joint position sense del ginocchio tra 60° e 80° ad un follow-up di 2 anni[20].

Il ginocchio ha 2 gradi di libertà: flesso-estensione e rotazione.

Il movimento di flesso-estensione è consentito dal simultaneo movimento rotatorio e traslatorio della tibia sul femore, insieme alla traslazione della patella sul femore.

I menischi effettuano uno shift anteriore durante l'estensione ed un movimento posteriore durante la flessione, seguendo fondamentalmente la posizione dei condili femorali.

Durante la rotazione invece i menischi si muovono in direzione opposta[1,21].

Nonostante le differenze morfologiche tra i due menischi, questi svolgono le medesime funzioni, tra le più importanti annoveriamo: la distribuzione del carico nell'articolazione femoro-tibiale, l'aumento della congruità articolare durante il movimento di flesso-estensione, l'assorbimento di urti e delle forze a cui è sottoposta l'articolazione, il nutrimento e la lubrificazione della cartilagine e, come già riportato, la propriocezione del ginocchio[4,16].

Riportiamo nel dettaglio le varie funzioni dei menischi:

- **Distribuzione del carico:** il menisco mediale trasmette circa il 50% del carico e il laterale circa il 70%[1,3].

  I menischi insieme gestiscono tra il 30% e il 70% del carico totale applicato al ginocchio, il 50% delle forze compressive assiali sull'articolazione in completa estensione e approssimativamente l'85% del carico a 90° di flessione[1,21].
- **Aumento della congruenza articolare:** la superficie del femore è convessa, mentre quella dei piatti tibiali è fondamentalmente piatta, per cui c'è necessità di un meccanismo per aumentare la congruità tra i segmenti ossei: questo meccanismo è rappresentato dai menischi. Per mantenere la congruenza, durante la flessione del ginocchio i menischi si spostano posteriormente per consentire il roll-back femorale sulla tibia; in

particolare, il corno anteriore mostra un grande spostamento che gli consente di rimanere in stretto contatto con il condilo femorale[2,22].

- **Aumento della superficie di contatto:** i menischi aumentano la superficie di contatto del 60%, questo è possibile grazie alla forte connessione con le strutture ossee tramite le entesi anteriori e posteriori. Il 55% del contatto articolare in posizione eretta è scaricato dai menischi, un intervento di meniscectomia aumenta il contatto tra i capi ossei dal 50% al 70%. Per questo in conseguenza a questo tipo di intervento chirurgico si ha un incremento notevole di degenerazione della cartilagine e lo sviluppo precoce di osteoartrosi[4,20].
- **Lubrificazione articolare:** a causa del loro alto contenuto di acqua, circa il 74%. Le forze di compressione spremono il liquido nell'articolazione consentendo ai capi ossei di scorrere in modo migliore.
- **Stabilità del ginocchio:** i menischi contribuiscono al legamento crociato anteriore nell'impedire la traslazione anteriore della tibia sul femore, aumentando di fatto la stabilità dell'articolazione.

Lesioni meniscali

Le lesioni meniscali sono traumi tipici dell'atleta professionista ed amatoriale e sono tra le cause più comuni di chirurgia al ginocchio insieme alle lesioni LCA.
L'incidenza annuale media delle lesioni meniscali è 60-70/100.000, sono più comuni nei maschi rispetto alle femmine con un rapporto tra il 2.5:1 e il 4:1[21].
L'incidenza massima per questo infortunio traumatico è nella terza decade, invece, risulta massima l'incidenza della lesione degenerativa meniscale tra la quarta e la sesta decade: nei pazienti giovani, quindi, è più frequente un episodio acuto e traumatico, nei pazienti anziani un meccanismo degenerativo[17].
In uno studio di Poehling et al[25]. circa il 30% di tutte le lesioni meniscali presentavano in concomitanza lesione LCA, e questo si verificava con maggiore incidenza negli uomini tra 21-30 anni e nelle ragazze tra 11-20 anni.
Nei pazienti con lesione acuta del LCA le lesioni del menisco laterale si verificano con maggiore frequenza rispetto al menisco mediale, nei pazienti con lassità cronica del LCA, invece, sono più frequenti quelle del menisco mediale (per

questo si ritiene che il menisco mediale contribuisca di più nel ruolo stabilizzatore della traslazione anteriore tibiale)[23,24].

In generale il tasso di lesione del menisco mediale è maggiore di quello del laterale (86.9% vs 28.9%)[2].

Circa un terzo dei menischi lesionati sono legati allo sport. Attività che prevedono rapidi cambi di direzione come calcio, rugby, basket e wrestling mostrano il maggior numero di infortuni legati ai menischi.

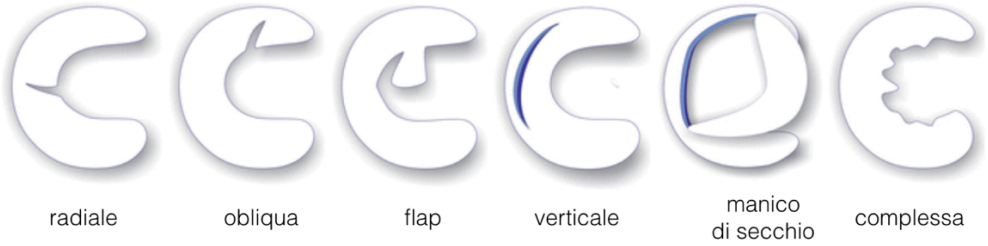
Uno studio multicentrico ha cercato di identificare le caratteristiche di chi va incontro a una lesione meniscale, prendendo in considerazione età, sesso, tipo di lesione, lesioni associate e trattamento. Hanno dimostrato che le lesioni traumatiche che si verificano nella zona periferica del menisco sono più frequenti in pazienti di età inferiore a 30 anni, mentre lesioni complesse e degenerative in pazienti di età maggiore a 30 anni[25].

I traumi indiretti sono i meccanismi di lesione più comuni: si verificano tipicamente con una rapida accelerazione o decelerazione in combinazione con un cambio di direzione che blocca i menischi tra la tibia e il femore.

Per quanto riguarda le lesioni degenerative invece, sono causate dall'aumento della rigidità meniscale con l'età: è stato osservato che il tessuto meniscale di pazienti oltre i 40 anni ha una riduzione di tessuto cellulare e una diminuzione della risposta di guarigione rispetto a pazienti più giovani[2,26].

Esistono vari tipi di possibili lesioni meniscali: le lesioni verticali (longitudinali o radiali), le lesioni oblique, quelle complesse (o degenerative) e quelle orizzontali. Le lesioni longitudinali e oblique rappresentano l'81% di tutte le lesioni meniscali[21].

DIFFERENTI TIPI DI LESIONE MENISCALE



- **Lesioni verticali longitudinali:** sono parallele all'asse longitudinale del menisco, sono le lesioni più comunemente associate alla rottura del LCA e possono essere complete o incomplete. Quelle complete, conosciute come lesioni a manico di secchio, solitamente originano dal corno posteriore e coprono circa i 2/3 del menisco. Solitamente causano il classico blocco del ginocchio.

  Possono essere suddivise in concentriche (parallele al bordo meniscale) e radiali (tangenti al bordo meniscale).
- **Lesioni radiali:** è perpendicolare all'asse del menisco, nelle situazioni più gravi sono note come lesioni flap o a becco di pappagallo.

  Nel menisco mediale si trovano solitamente tra la parte posteriore ed il terzo medio, in quello laterale vicino all'inserzione posteriore.

  Si dividono in parziali e complete: nelle lesioni parziali solitamente l'architettura del menisco rimane intatta, garantendo le funzionalità già discusse; le lesioni complete invece alterano la capacità del menisco di distribuire i carichi, e solitamente queste lesioni non sono riparabili.
- **Lesioni oblique:** chiamate a lembo meniscale, possono verificarsi ovunque ma avvengono maggiormente vicino al corno posteriore.
- **Lesioni orizzontali:** sono lesioni che avvengono su un piano parallelo al piatto tibiale, causano la divisione di una parte del menisco in superiore ed inferiore. Sono più frequenti vicino al bordo interno del menisco e si estendono verso la capsula. La loro frequenza aumenta con l'età e sono causate principalmente dalle forze di taglio generate dalla compressione assiale. Più comuni nei menischi laterali dei corridori.
- **Lesioni complesse/degenerative:** si manifestano su piani multipli e sono più comuni in pazienti di età avanzata. Prevedono due o più strappi e si

concentrano comunemente vicino al corno posteriore o nella porzione intermedia del corpo.[2,21,27]

Chirurgia e riparazioni meniscali

Il trattamento artroscopico delle lesioni meniscali è una delle procedure ortopediche più diffuse, negli Stati Uniti costituisce il 10-20% di tutti gli interventi chirurgici.

È fondamentale, per eseguire un buon intervento chirurgico, aver effettuato in precedenza un'accurata anamnesi ed esame obiettivo, ed aver valutato le immagini diagnostiche derivanti da una risonanza magnetica, metodo principale per la diagnosi di lesione meniscale.

L'alternativa più comune all'intervento di riparazione meniscale è la meniscectomia (parziale o totale): l'asportazione di una parte o di tutto il menisco. La seconda eventualità è di gran lunga meno frequente e riguarda principalmente le gravi lesioni a manico di secchio.

La meniscectomia porta spesso a dei danni, la cartilagine degenera, si appiattiscono le superfici articolari e si ha sclerosi dell'osso subcondrale[11].

Per questo riuscire a preservare il tessuto meniscale determina a lungo termine un mantenimento delle funzionalità, molto importante soprattutto in pazienti giovani e che svolgono attività fisica. Non tutte le lesioni meniscali possono però essere riparate[11].

Questo tipo di sutura chirurgica è possibile solo se la lesione si trova nella zona vascolarizzata del menisco, in alternativa si utilizzeranno altre procedure, tra cui meniscectomia o trapianto meniscale.

I criteri più comunemente accettati per una riparazione meniscale sono[28]:

- Lesione longitudinale verticale completa >10mm
- Lesione compresa nel 10-30% della zona periferica del menisco
- Lesione instabile, che può essere scomposta durante un sondaggio artroscopico
- Lesione senza degenerazione o deformità secondaria
- Lesione in un paziente attivo
- Lesione associata a concomitante stabilizzazione legamentosa, ovvero in un ginocchio stabile

Non tutte le lesioni però sono sintomatiche e causano problemi. Henning et al hanno suggerito che alcune lesioni possono non richiedere trattamenti perché guariscono spontaneamente o restano asintomatiche, tra queste troviamo: lesioni longitudinali verticali stabili di breve lunghezza (<10mm), le piccole lesioni radiali (<3mm) e le lesioni a spessore parziali stabili (<50% dello spessore del menisco)[29].

Gli studi clinici hanno dimostrato che le suture di lesioni del menisco laterale hanno un migliore tasso di guarigione rispetto a quelle del menisco mediale: in generale il tasso di successo si attesta sul 70-90% delle suture nella zona red-red[2,3].

Nei pazienti più giovani, però, la riparazione meniscale può essere considerata anche in lesioni che si trovano nella zona centrale del menisco, ovvero la zona red-white, parzialmente avascolarizzata.

Rubman et al hanno riportato in uno studio che su 198 riparazioni meniscali nella zona avascolarizzata, 159 (80%) non mostravano sintomi al follow-up a 42 mesi[30].

Si attribuisce ad Annandale nel 1885 il primo intervento di riparazione meniscale, tuttavia, è solo negli ultimi 20 anni del ventesimo secolo che queste operazioni sono diventate popolari.

Esistono varie tipologie di suture per le riparazioni meniscali: la riparazione inside-out, outside-in, all-inside e le riparazioni a cielo aperto.

- **Tecnica inside-out:** viene resa famosa da Henning negli anni 80, e per molti chirurghi rimane il trattamento di elezione per la maggior parte delle lesioni meniscali. Il rischio principale di questo tipo di riparazione è la necessità di incisioni laterali accessorie per recuperare l'ago utilizzato per la sutura, e c'è un grande rischio di lesioni neurovascolari.
  È utilizzabile in quasi tutti i tipi di lesione, anche se i risultati migliori sono riportati per lesioni al terzo centrale del menisco e delle corna posteriori[2].
- **Tecnica outside-in:** venne sviluppata per cercare di ridurre il rischio di lesioni neurovascolari associate alla tecnica inside-out. Prevede il passaggio di un ago attraverso la lesione dall'esterno all'interno

dell'articolazione, poi viene praticata un'incisione anteriore facendo uscire l'ago col filo e annodando all'esterno la sutura con la capsula articolare. La tecnica outside-in viene utilizzata maggiormente per lesioni che interessano il corno anteriore e il terzo medio del menisco[31,32].

- **Tecnica all-inside:** è indicata per le lesioni verticali longitudinali instabili della porzione periferica del corno posteriore del menisco. Con questa tecnica non si va ad eseguire un'incisione, per cui è quella più sicura dal punto di vista di possibili lesioni neurovascolari. Tra i dispositivi utilizzati per questo tipo di riparazione troviamo il T-fix e il Meniscal Arrow, possono essere realizzati in materiale permanente o riassorbibile, anche se alcuni studi più recenti hanno dimostrato un più alto tasso di fallimenti per questi ultimi[31]. A causa del minor numero di rischi, la tecnica all-inside sta diventando una delle più utilizzate, anche se il gold standard rimane tutt'ora la tecnica inside-out[32].
- **Tecnica a cielo aperto:** sono le prime tecniche utilizzate come riparazioni meniscali, spesso perchè venivano riparati in contemporanea anche i legamenti collaterali. È specialmente utile nelle lesioni periferiche. Ha un tasso di successo molto alto, probabilmente anche a causa dell'utilizzo in lesioni periferiche nella zona red-red che è molto vascolarizzata e consente quindi una guarigione ottimale. Molti autori ritengono che la preparazione del menisco e la fissazione per mezzo di sutura si ottengano più facilmente con una tecnica a cielo aperto[32]. Attualmente l'utilizzo principale di questa tecnica è per le lesioni posteriori del menisco mediale (entro i 2mm dalla giunzione menisco-sinoviale), per cui un accesso anteriore con tecnica all-inside sarebbe molto più complicato.

Non esiste un criterio uniforme per la valutazione del successo di una riparazione chirurgica meniscale, negli ultimi anni i metodi più utilizzati sono stati l'artroscopia di controllo, la valutazione clinica e la risonanza magnetica: le percentuali di riuscita variano in base al criterio scelto.

Una revisione della letteratura evidenzia che i tassi di successo sono maggiori se viene effettuata una concomitante riparazione di LCA, probabilmente per la presenza di emartro che influenza la velocità di guarigione della sutura e perché è solitamente un evento traumatico su un menisco che fino a poco prima era

perfettamente funzionante. Inoltre, le lesioni meniscali con ampiezza <3mm, quelle che derivano da lesioni acute e quelle che interessano il menisco laterale sembrano presentare un maggiore potenziale di guarigione.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Selezione degli studi

La selezione degli studi è stata condotta in due fasi:

- Nella prima fase è stata effettuata una lettura di titolo e abstract per scremare gli articoli che potevano rientrare nella ricerca.
- Nella seconda fase è stata effettuata una lettura completa degli articoli, e sulla base dei criteri di inclusione ed esclusione sono stati individuati quelli idonei alla ricerca.

3.2 Banche dati utilizzate e stringa di ricerca

Gli studi sono stati identificati attraverso una ricerca sul database MedLine.
Successivamente, sono stati cercati eventuali studi eleggibili per questa ricerca nella bibliografia degli articoli inclusi.
Sono state utilizzate tre stringhe di ricerca, per identificare la letteratura presente riguardo alla riabilitazione dopo intervento di riparazione meniscale, rispettivamente per studiare il trattamento di elezione, i criteri per il return to play e le misure di outcome utilizzate.

Le stringhe di ricerca che ne sono risultate sono le seguenti:

((((("meniscal surgery") OR ("meniscal repair") OR ("meniscal suture") OR ("arthroscopic meniscal repair")) AND ((("meniscal tear") OR ("meniscal lesion") OR ("Meniscal root-tear") OR ("meniscus") OR ("degenerative meniscus"))))) AND ((("physiotherapy") OR ("physical therapy")) OR ("rehabilitation"))

((((("meniscal surgery") OR ("meniscal repair") OR ("meniscal suture") OR ("arthroscopic meniscal repair"))) AND ((("meniscal tear") OR ("meniscal lesion") OR ("Meniscal root-tear") OR ("meniscus") OR ("degenerative meniscus")))) AND (("return to play") OR ("return to sport"))

(((((("meniscal surgery") OR ("meniscal repair") OR ("meniscal suture") OR ("arthroscopic meniscal repair"))) AND ((("meniscal tear") OR ("meniscal lesion") OR ("Meniscal root-tear") OR ("meniscus") OR ("degenerative meniscus"))))) AND (("outcome") OR ("outcome measures") OR ("prognosis"))

3.3 Criteri di inclusione

Sono stati inclusi nella ricerca tutti gli articoli in inglese o italiano che si occupassero di pazienti sottoposti a chirurgia di riparazione meniscale, che esponessero criteri per il trattamento riabilitativo, per la scelta degli outcome o per il return to play. Sono stati inclusi inoltre studi in cui la lesione meniscale fosse associata a lesione del crociato anteriore. Sono stati analizzati anche studi che confrontano protocolli riabilitativi senza fare direttamente riferimento a una popolazione di pazienti.

3.4 Criteri di esclusione

Sono stati esclusi articoli non pertinenti alla ricerca, che riguardavano solo la chirurgia meniscale, studi su animali o in vitro, studi sul trattamento conservativo post lesione meniscale.
Sono stati inoltre esclusi studi di confronto con meniscectomia e studi che analizzavano l'associazione tra lesioni meniscali e osteoartrosi.

3.5 Estrazione dei dati

Dagli articoli inclusi nella ricerca sono stati estratti la popolazione di studio (quando presente), la tipologia di lesione meniscale e l'intervento chirurgico effettuato, i dettagli dell'intervento riabilitativo, le misure di outcome utilizzate, i tempi e criteri del return to play ed i risultati.

3.6 Analisi dei risultati

All'interno dei singoli studi analizzati sono state ricercate le informazioni su trattamento riabilitativo, scale di outcome utilizzate e criteri per il return to play.

Nei risultati verranno presentati in capitoli separati:

- Il trattamento di elezione: l'utilizzo o meno di immobilizzazione con tutore, la precocità del carico concesso, la progressione del ROM e l'inserimento di esercizi di rinforzo, propriocezione e aerobici.
- Le misure di outcome: quali sono le principali utilizzate e se esistono cut-off per il passaggio tra fasi riabilitative.
- Il return to play: quali sono le tempistiche e se sono stati codificati dei criteri oggettivi e soggettivi per il ritorno all'attività sportiva.

4. RISULTATI

4.1 Selezione degli studi

La ricerca sul database MedLine ha identificato 483 articoli.
La lettura di titolo e abstract ha portato alla rimozione di 448 articoli per incongruenza con i criteri di inclusione.
3 articoli non presentavano full-text, per cui dei 35 studi rimasti è stato letto integralmente il contenuto: 7 sono stati esclusi perché esponevano outcome post-operatori ma senza affrontare la tematica della riabilitazione, 8 sono stati esclusi perché trattavano esclusivamente di chirurgia e infine 6 perché trattavano principalmente di lesione LCA.
Oltre a questi 11 studi sono stati individuati 2 lavori reperiti dalla bibliografia degli studi presi in considerazione.
Il lavoro di revisione è stato quindi effettuato su un totale di 13 studi.

4.2 Risultati degli studi

L'obiettivo di questa analisi della letteratura era individuare lo stato dell'arte riguardo la riabilitazione in seguito all'operazione chirurgica di riparazione meniscale, e sottolinearne il trattamento di elezione, gli outcome prognostici e i criteri per il return to play.
Di seguito sono indicati in tabella gli articoli inclusi nella revisione e le loro caratteristiche.

TITOLO	AUTORE E ANNO	CARATTERISTICHE
Patient outcomes following T-Fix meniscal repair and a modifiable, progressive rehabilitation program, a retrospective study	*Yavuz Kocabey, John Nyland, William M. Isbell, David N. M. Caborn* *(2004)*	Studio retrospettivo, 52 pazienti, età media 26.7aa. 62% dei pz avevano lesione LCA concomitante.
The meniscus tear. State of the art of rehabilitation protocols related to surgical procedures	*Frizziero Antonio, Ferrari Raffaello, Giannotti Erika, Ferroni Costanza, Poli Patrizia, Masiero Stefano*	Review di protocolli di riabilitazione in seguito a tipologie di intervento chirurgico.

	(2012)	
Return to Sport After Meniscal Repair	*Anthony M. Barcia, Erick J. Kozlowski, John M. Tokish* *(2012)*	Protocollo di trattamento per riparazione meniscale. Popolazione di atleti.
All-inside meniscal repair using the FasT-Fix meniscal repair system: Is still needed to avoid weight bearing? A systematic review	*Alberto Vascellari, Enrico Rebuzzi, Stefano Schiavetti, Nicolo` Coletti* *(2012)*	Revisione sistematica, 8 articoli, 439 pazienti, età media 30.1aa 140 pz protocollo standard, 299 pz protocollo accelerato
Rehabilitation following meniscal repair	*John T. Cavanaugh, Sarah E. Killian* *(2012)*	Review di protocolli di trattamento. Non c'è popolazione specifica.
Meniscus Repair and Transplantation: A Comprehensive Update	*Frank R. Noyes, Timothy P. Heckmann, Sue D. Barber-Westin* *(2012)*	Revisione sistematica, 177 pazienti con lesione complessa di menisco, età media 31aa.
Weightbearing Versus Non-weightbearing After Meniscus Repair	*Kelly L. VanderHave, Crystal Perkins, Michael Le* *(2015)*	Revisione sistematica, 105 studi, confronto WB vs NWB.
Return to Play Following Meniscus Surgery	*Alaina M. Brelin, John-Paul H. Rue* *(2016)*	Protocollo di trattamento per riparazione meniscale
Rehabilitation Protocols After Isolated Meniscal Repair: A Systematic Review	*Kevin O'Donnell, Kevin B. Freedman, Fotios P. Tjoumakaris* *(2016)*	Revisione sistematica, 15 studi, 512 pazienti, 4 tipi di gruppi di trattamento. Età media: 29aa.
Return to Play Following Meniscal Repair	*Taylor J. Wiley, Nicholas J. Lemme, Stephen Marcaccio, Steven Bokshan, Paul D. Fadale, Cory Edgar, Brett D. Owens* *(2020)*	Review su RTP post riparazione meniscale vs meniscectomia.
Postoperative rehabilitation and outcomes following arthroscopic isolated meniscus repairs: A systematic review	*Gulcan Harput, Hande Guney-Deniz, John Nyland, Yavuz Kocabey* *(2020)*	Revisione sistematica, 18 articoli, 665 pz, protocolli di riabilitazione. Età media: 25.6aa
Publicly Available Rehabilitation Protocols Designated for Meniscal Repairs Are Highly Variable	*Seth L. Carder, William G. Messamore, David R. Scheffer, Nick E. Giusti, John Paul Schroeppel, Scott Mullen, Bryan G. Vopat* *(2021)*	Review di protocolli riabilitativi pubblicati. 6 protocolli su lesioni radiali, 53 su non radiali.
Sport-specific outcomes after isolated meniscal repair: a systematic review	*Helge Eberbach, Jörn Zwingmann, Lisa Hohloch, Gerrit Bode, Dirk Maier, Philipp Niemeyer, Norbert P. Südkamp, Matthias J. Feucht* *(2018)*	Revisione sistematica su outcome sport-specifici e funzionali. 28 studi, 664 pazienti, popolazione di sportivi.

WB (weightbearing), NWB (non-weightbearing), RTP (Return to Play)

4.2.1 Trattamento riabilitativo di elezione

4.2.1.1 Concessione Del Carico

La letteratura si concentra prevalentemente sulla scelta nell'esposizione al carico durante le prime settimane post-operatorie. Storicamente è sempre stato utilizzato un protocollo di protezione al carico nelle prime settimane, per proteggere la sutura e consentire un'adeguata guarigione del tessuto.[2,4,5,6,7]

I tempi medi di raggiungimento del carico completo si attestano in media su 6 settimane[7].

Negli ultimi anni alcuni lavori hanno cercato un approccio più aggressivo e veloce, che permettesse di caricare fin da subito e recuperare il carico completo in minor tempo: O'Donnell et al[6] nel 2017 effettuano una revisione sistematica con l'obiettivo di controllare diversi gruppi di trattamento (accelerato, restrizione di carico, restrizione di ROM e restrizione di entrambi), andando ad analizzare i tempi di recupero per la normale attività quotidiana; attualmente non si evidenziano differenze statisticamente significative tra i due approcci, ma non ci sono neanche differenze nel rischio di rilesione[6,8], per cui viene generalmente preferito un protocollo accelerato per evitare conseguenze da immobilizzazione.

Kocabey et al hanno studiato le differenze nella gestione di una lesione radiale, complessa e longitudinale (< o > 3cm), individuando nelle lesioni radiali quelle che beneficiano di una riabilitazione più graduale (carico parziale fino a 6 settimane e completo fino a 8), mentre le lesioni longitudinali sono quelle con meno rischio di ri-lesione e per questo viene consentito un carico immediato e il recupero del carico totale a 3 settimane[10]: la valutazione del successo dell'intervento è stata effettuata sulla base del raggiungimento del ROM completo e su test funzionali di salto, i risultati esprimono il 96% di successo dell'intervento chirurgico e riabilitativo.

In tre studi i pazienti avevano una concomitante lesione LCA, ma i risultati sono invariati sia come tempo di recupero del carico totale sia come outcome finali che vengono definiti eccellenti[5,8,10], seppur più lunghi rispetto a una lesione di menisco isolata.

4.2.1.2 ROM

Nove articoli riportano l'utilizzo in fase iniziale di un tutore in estensione per proteggere la sutura dalle forze di taglio e compressive per un tempo tra le 2 e le 6 settimane per lesioni complesse e radiali[2,4,6,8,10-14].

Per quanto riguarda le lesioni longitudinali non viene consigliato un tutore, ma si lascia libero il ROM passivo e attivo sin dai primi giorni anche se non completo[4-6,8,10,11,13].

Uno studio consiglia di evitare l'iperestensione nelle prime 2 settimane in lesioni del corno anteriore[11].

Nove studi hanno analizzato le limitazioni imposte sul ROM nelle prime settimane e il tempo di recupero del ROM totale[1,2,5,6,8,10,11,13,14]: nelle lesioni periferiche viene limitato il ROM a 90° per le prime due settimane, e la media del recupero completo è 4-5 settimane[1,2,5,8,11,13,14]; per quanto riguarda le lesioni complesse i tempi si allungano leggermente e si limita il ROM a 90° per le prime 3-4 settimane, per arrivare al recupero completo tra la sesta e l'ottava settimana[2,6,10]. Il ROM viene limitato per evitare forze di taglio e compressive che potrebbero andare a danneggiare la sutura appena effettuata, tutti gli studi consigliano di limitare la flessione massima in quanto posizione più stressante per i menischi e l'iperestensione solo in caso di lesione nella porzione anteriore del menisco.

Il recupero del ROM è ovviamente più rapido nel protocollo accelerato rispetto al protocollo standard, anche se come individuano Vascellari, VanderHave, O'Donnel, Harput e Barcia non ci sono differenze statisticamente significative negli outcome a lungo termine tra i due gruppi[4-6,12,14].

4.2.1.3 ESERCIZIO

L'esercizio terapeutico è la base della riabilitazione post-chirurgica, è importante ricondizionare la muscolatura e contrastare gli effetti dell'immobilità.

Sei articoli hanno studiato dei protocolli di trattamento basati su una prima fase di rinforzo muscolare principalmente del quadricipite, una seconda fase di rinforzo degli arti inferiori e di esercizi in carico bipodalici, poi l'introduzione di esercizi propriocettivi, aerobici e infine pliometrici. La corsa è l'ultimo gradino prima del return to play e quindi della ri-atletizzazione sport-specifica[1,2,8,11,13,14].

Un articolo indaga anche l'utilizzo dell'esercizio preoperatorio con il rinforzo del core per avere più stabilità anche nel primo periodo post-operatorio[14]. (fig.1)

Fig.1: stabilizzazione del core in fase pre-operatoria e iniziale post-operatoria

Nei primi giorni post-intervento tutti gli studi introducono esercizi isometrici per il quadricipite e lo straight leg raise (SLR), ad eccezione di pazienti con lesioni delle corna anteriori del menisco, per cui la contrazione isometrica del quadricipite è rimandata di 1-2 settimane[11].

In seconda fase, nelle settimane 1-5 vengono introdotti esercizi propriocettivi in carico bipodalico[2,11], esercizi in catena cinetica chiusa (CCC) in un ROM vicino all'estensione[8,13], rinforzo generale dell'arto inferiore con toe raises, hamstring curl, wall sits[1,11,8].

Gli esercizi diventano più complessi nelle settimane 6-12, aumenta il ROM per gli esercizi in CCC[2,13], si introducono step up, lunges, single leg squat[1,8,14], esercizi aerobici in carico e non (cyclette e nuoto)[2,13,14] e continua il lavoro propriocettivo aumentando gradualmente velocità e direzioni di movimento[14].

Dopo le 12 settimane inizia la fase di RTP, il training propriocettivo diventa più complesso con movimenti 3D, veloci e su superfici instabili[8,14], si introduce la pliometria e gradualmente la corsa[2,8,13,14] e si passa ad esercizi sport specifici. Per le lesioni complesse l'introduzione della corsa e della pliometria viene posticipata alla 16° settimana[8,13].

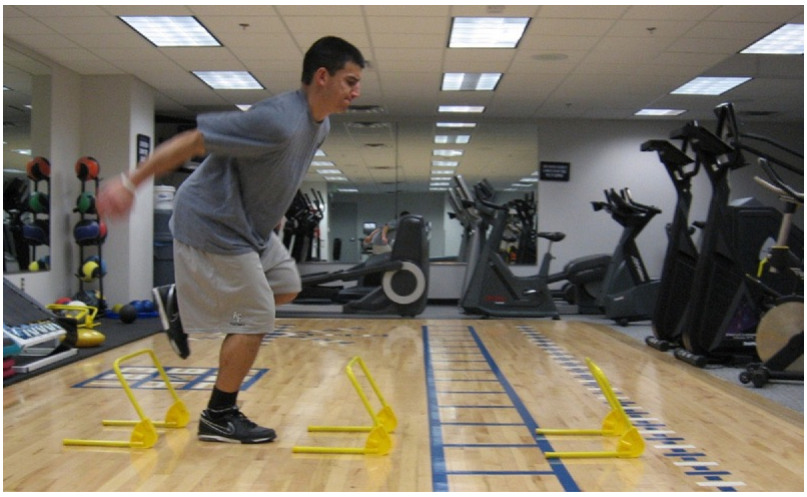


Fig. 2: esercizi pliometrici in fase riabilitativa finale, si può modificare la componente tempo per lavorare su forza esplosiva, veloce o massima.

AUTORE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI
Cavanaugh et al.	*0-6w:* tutore in estensione completa, carico ridotto, ROM: 0-90°, isometria quadricipite, es. propriocettivi bipodalici. *6-14w:* ROM completo, carico completo, rinforzo CCC e CCA, aerobico. *14-22w*: corsa pain-free, pliometria, es. sport specifici.	Forza: macchina isocinetica (quadricipite e hamstring) Test funzionali: single leg hop test crossover hop test	Forza>85% controlaterale Simmetria>85% controlaterale
Vascellari et al.	*SG:* carico limitato e immobilizzazione con stampelle per 4-6w. *AG:* carico immediato e assenza di immobilizzazione.	Disabilità: Lysholm scale (0-100) Disabilità in lavoro e sport: Tegner score (0-10)	Lysholm: SG=90.4 AG=87.4 AG=SG Tegner: SG=6.2 AG=7.2 AG=SG
VanderHave et al.	*WB GROUP:* carico immediato e assenza di tutore. ROM passivo consentito da subito e limitato 0°-90° per 4w. *NWB GROUP*: 0-4w→carico assente e ROM 0°-90°, 4-6w→carico parziale e aumento ROM, >6w→carico completo e ROM totale.	Tasso di fallimento: percentuale di re-interventi	Fallimenti: WB=13% NWB=10% Successi: WB=70-94% NWB=60-95% WB=NWB
O'Donnel et al.	*AG: 0-2w*→ROM 0°-90°, carico parziale. *>3w*→ROM completo, carico totale. *MRG:0-3w*→carico totale con stampelle. *0-5w*→ROM 0°-60° con tutore, *>6w*→recupero ROM totale.	Fallimenti: -sintomi durante il follow-up -segni in MRI e artroscopia di controllo	AG=14% MRG=13.5% WRG=27.25% DRG=17.6% →No differenze significative intergruppi

	WRG: 0-1w→carico assente. *1-5w*→carico parziale e ROM 0°-90°. *>6w*→recupero carico totale e ROM completo. *DRG: 0-3w*→immobilizzazione in estensione e carico assente. *4w*→carico parziale e ROM 0°-60°. *4-6w*→ROM 0°-90°. *>6w*→recupero ROM completo e carico totale.	(necessità re-intervento) Disabilità: Lysholm scale (0-100) Disabilità in lavoro e sport: Tegner score (0-10)	-pre→post-intervento: p<0.05 -inter-gruppi: AG=MRG=WRG=DRG
Wiley et al.	*FASE DI PROTEZIONE: 0-6w* Controllo edema/dolore, isometria quadricipite, lesioni longitudinali→carico totale e ROM: 0°-90°(1w) e 0°-135°(1-4w), lesioni radiali/complesse→carico parziale e ROM: 0°-70° (0-3w), 0°-90° (4w) e 0°-120° (5w). *FASE RESTORATIVA: 6-12w* Esercizi CCC, squat>90°, affondi e step-up. Rinforzo hamstring e training propriocettivo. *RETURN TO SPORT: 12-16w* Aumento della forza AAII, ritorno alla corsa, esercizi di agilità a bassa/alta intensità. Per lesioni complesse ci si sposta a 16-24w.	Tasso di successo: assenza di sintomi al follow-up Tempo RTP: tempo di ritorno allo stesso livello pre-lesione	Tasso di successo=80-95% Tempo RTP: 4-6 mesi (menisco isolato) 8-12 mesi (LCA+ menisco)
Kocabey et al.	*LESIONE RADIALE:* 0-3w: no carico, tutore in est. 3-6w: carico parziale, ROM 0°-90°. 6-8w: carico completo, ROM 0°-125° e rimozione tutore. *LESIONE COMPLESSA:* 0-3w: carico parziale con stampelle, ROM 0°-90° con tutore. 3-6w: carico completo, ROM 0°-125° e rimozione tutore. *LESIONI LONGITUDINALI:* *>3cm*: 0-6w carico completo, ROM 0°-90° con tutore. 6-8w: ROM 0°-125° senza tutore. *≤3cm*: 0-3w: carico completo e ROM 0°-90°. 3-6w ROM 0°-125°. 6-8w: ROM completo.	Valutazione clinica: -ROM -McMurray negativo -Single leg jump test Numero di ri-lesioni	Risultato eccellente alla valutazione=96% Numero ri-lesioni=5
Frizziero et al.	*0-2w:* tutore in estensione, ROM 0°-90°, carico parziale, reclutamento quadricipite isometrico. *3-4w:* ROM 0°-120°, training propriocettivo, aumento graduale del carico (abbandono tutore per lesioni periferiche). *4-8w:* rimozione tutore in lesioni complesse, recupero ROM completo, consentiti esercizi in carico totale.	Questionario su: -dolore -gonfiore -ROM -squat →Risultati post-operatori e a 8 anni	Valutazione eccellente al questionario: -post-operatorio=92% -a 8 anni=62%
Noyes et al.	*0-2w:* isometria quadricipite, tutore in estensione (lesioni complesse), mobilità passiva in flessione e attiva in estensione. *3-4w*: tutore in carico 0°-90°, recupero della flessione completa e dell'iperestensione in	Tasso di successo: -no dolore -assenza di re-intervento	Tasso di successo: -lesioni periferiche=90% -lesioni centrali=60-80%

	lesioni del corno anteriore, esercizi in CCC a 0°-60°. *5w*: rimozione tutore, esercizi CCC 0°-90°, leg press. *6-8w:* esercizi CCC in lesioni complesse *9-12w:* cammino e nuoto, a seguire corsa.	-ritorno all'attività sportiva	
Harput et al.	Tutore in estensione per 2-6w, carico limitato per 6w (SG) e carico totale a 3w (AG). ROM limitato 0°-90° per 4-6w.	Disabilità: Lysholm scale (0-100) Disabilità in lavoro e sport: Tegner score (0-10) Funzione e attività: IKDC (0-100) Sintomi, attività e QoL: KOOS (0-100) Tasso di fallimento: percentuale di re-interventi	AG=SG
Brelin et al.	*0-2w:* carico totale con tutore in estensione, ROM 0°-90°, rinforzo isometrico quadricipite. *2-6w:* esercizi CCC con ROM vicino all'estensione. *6-12w*: carico completo, rimozione tutore, recupero ROM completo, rinforzo hamstring e training propriocettivo, leg press 0°-90° e cyclette. *12-20w*: nuoto e rinforzo AAII, a 16w corsa, salti ed esercizi sport specifici.	Tasso di successo: assenza di sintomi al follow-up Disabilità in lavoro e sport: Tegner score (0-10)	Tasso di successo=90%. Tegner score: p>0.005
Barcia et al.	*FASE PRE-OPERATORIA*: rinforzo del core. *FASE POST-OPERATORIA*: continuo rinforzo del core, immobilizzazione con tutore in estensione, carico parziale e isometria quadricipite. Recupero del ROM completo nelle settimane successive. *RTP STATIC PHASE*: recupero forza AAII, allenamento aerobico e propriocettivo. *RTP DYNAMIC PHASE*: pliometria bipodalica e poi monopodalica, esercizi da 1D a 3D, da lenti a veloci e su superfici instabili.	Tasso di fallimento: percentuale di re-interventi	AG=SG

	RTP BALLISTIC PHASE: esercizi sport specifici e sul campo.		

w (week), SG (standard group), AG (accelerated group), MRG (motion restricted group), WRG (weight restricted group), DRG (dual restricted group), $p<0.05$ (statisticamente significativo)

4.2.2 Misure di outcome

Le scale di misura più utilizzate in letteratura per valutare le condizioni funzionali e sport specifiche in soggetti che hanno effettuato una riparazione meniscale sono la Lysholm scale, Tegner score e la International Knee Documentation Committee (IKDC):

- **Lysholm scale:** questionario che valuta i sintomi durante le attività quotidiane, punteggio 0-100.
- **Tegner score:** scala designata per pazienti con lesioni legamentose o meniscali, indaga l'attività basata sullo sport e il lavoro. Punteggio 0-10.
- **International Knee Documentation Committee (IKDC):** questionario validato in lingua italiana che rileva i cambiamenti in sintomi, funzione e attività sportive legati alla disabilità del ginocchio. Non è specifica per lesioni meniscali. Punteggio 0-100.

Sette studi utilizzano tutte e tre le scale come outcome sia per il passaggio da una fase di riabilitazione a una di preparazione al return to play, sia come indice funzionale per il ritorno all'effettiva attività sportiva[4-6,8,9,12,14].

Eberbach et al mostrano per la Tegner scale oltre alla differenza tra pre-operazione e post-operazione anche quella tra pre-lesione e post-intervento, mostrando un significativo incremento nel primo ($3.5\pm0.3 \rightarrow 6.2\pm0.8$), e una sostanziale uguaglianza nel secondo ($6.3\pm1.1 \rightarrow 5.7\pm0.8$), per dimostrare gli eccellenti livelli raggiunti dagli atleti nel ritorno allo stesso livello di attività pre-lesione[9]. In questo studio viene inserita come scala di outcome anche il tasso di insuccessi, ovvero il numero di re-interventi necessari, che si attesta sul 21% e sul 9% negli atleti professionisti.

Cinque studi oltre ai questionari citati introducono altre misurazioni soggettive ed oggettive, come il test di McMurray, il ROM in flessione ed estensione di ginocchio, la forza dell'AI operato rispetto al controlaterale e la stabilità del soggetto durante attività funzionali (valutata con il mantenimento di uno squat

monopodalico a 60° per 5 secondi senza attuazione di compensi): queste misure di outcome esprimono il tasso di successo dell'intervento chirurgico e riabilitativo, che si attesta in media intorno al 90% per le lesioni periferiche[5,6,8,10,14], inferiore per le lesioni centrali, 60-80%[11].

Misurazioni soggettive ed oggettive, come il test di McMurray, il ROM in flessione ed estensione di ginocchio, la forza dell'AI operato rispetto al controlaterale e la stabilità del soggetto durante attività funzionali (valutata con il mantenimento di uno squat monopodalico a 60° per 5 secondi senza attuazione di compensi): con queste misure di outcome

Solo due studi inseriscono in maniera ordinata dei criteri per il passaggio tra le fasi della riabilitazione: Barcia et al, per iniziare una fase più funzionale del trattamento riabilitativo, individuano come necessari un punteggio >75 alla Lysholm scale, il recupero del ROM completo, il 70% di forza rispetto al controlaterale al single leg press e il 60% al single leg squat. Successivamente, prima di iniziare la fase dinamica del RTP viene richiesta una forza >80% del controlaterale e il controllo necessario per effettuare un single leg squat a 60° per 5 secondi e risalire senza attuare compensi (Fig. 3)[14], anche in questo caso gli autori non trovano differenze statisticamente significative tra il gruppo AG E il gruppo SG.

Fig. 3: single leg squat a 60° per valutare il controllo motorio.

Wiley et al utilizzano criteri simili, modificando solo la forza finale richiesta (>90% del controlaterale), l'esecuzione di una corsa pain free, e dei test di salto (single leg hop test, single leg lateral hop) uguali tra i due arti inferiori; inseriscono però anche l'aspetto psicologico, individuando nella mancanza di apprensione al gesto sportivo un criterio fondamentale per il RTP[8]: il tasso di successo dell'intervento, considerato come assenza di sintomi al follow-up, si attesta sull'80-95%.
Harput et al introducono nelle scale utilizzate anche la Knee injury and Osteoarthritis Outcome score (KOOS), questionario che quantifica la sintomatologia, la disabilità e la qualità della vita in pazienti con problematiche al ginocchio, riportando un punteggio medio preoperatorio di 69.4 e post-operatorio di 78.4.

AUTORE	SCALE DI OUTCOME
Vascellari et al.	*Lysholm scale:* SG=AG *Tegner activity scale*: AG>SG
VanderHave et al.	-Assenza di sintomi/no joint line tenderness -McMurray negativo *-Lysholm scale* *-Tegner score* *-IKDC score*
O'Donnel et al.	-Sintomi clinici -MRI -Artroscopia di controllo *-Lysholm scale* *-Tegner score* *-IKDC score*
Wiley et al.	*-Lysholm scale > 75* -Single leg squat >90% controlaterale -single leg jump/lateral hops = tra gli AAII -mancanza di apprensione al gesto atletico
Eberbach et al.	*Tegner score:* -pre-operatorio =3.5±0.3 → post-operatorio =6.2±0.8 -pre-lesione =6.3±1.1 → post-operatorio =5.7±0.8 *Lysholm scale:* -pre-operatorio =58.8±9.6 → post-operatorio =84.5±8.1 *IKDC score:* -pre-operatorio =56.5±12.8 → post-operatorio =86.8±3.8 Tasso di fallimento: popolazione mixed-level =21%, atleti professionisti 9%
Kocabey et al.	-ROM completo -McMurray negativo -Single leg jump test
Harput et al.	*-Lysholm scale* Pre-operatorio =62.5±7.7 → Post-operatorio =86.3±8.4 *-Tegner score*

	Pre-operatorio =4.6±2.1 → Post-operatorio =6.9±1.0 *-IKDC* Pre-operatorio =56.9±11.9 → Post-operatorio =90.3±0.1 -KOOS Pre-operatorio =69.4 → Post-operatorio = 78.4
Barcia et al.	*-Lysholm scale* >75 -ROM completo -Single leg press >80% controlaterale - single leg squat a 60° per 5 secondi e risalire senza attuare compensi

4.2.3 Return to Play

Il Return to Play è considerato come il ritorno all'attività sportiva effettuata al momento della lesione meniscale allo stesso livello di performance e con la stessa confidence nel gesto atletico[14].

La letteratura analizzata indica solo le tempistiche del ritorno all'attività sportiva post-intervento chirurgico di sutura meniscale, separando le lesioni longitudinali (4 mesi)[2,7,8,10-12] e le lesioni complesse e radiali (5-6 mesi)[2,7,8,10-12].

Un articolo si concentra sulla differenza fra una popolazione di atleti professionisti e una popolazione mista di sportivi mixed-level di cui non si esplicita la disciplina sportiva effettuata: gli atleti professionisti hanno un tasso di RTP allo stesso livello pre-lesione dell'86%, con un tasso di fallimento (secondo intervento sullo stesso menisco) del 9% in un tempo medio di 5.6 mesi; gli sportivi mixed-level hanno un tasso di RTP allo stesso livello del 90% ma un tasso di fallimento al 21% in un tempo di 5.4±1.1 mesi[9].

Due studi esplorano i criteri per il passaggio al RTP ponendo il focus sul rapporto di forza tra i due AAII (>90%), sul controllo nel single leg squat e nei test di salto, la presenza di ROM completo la capacità di eseguire una corsa pain-free. Infine, viene valutato il controllo motorio del ginocchio in situazioni instabili come il mantenimento di uno squat monopodalico per 5 secondi a 60° e ritorno in posizione eretta senza attuare compensi, l'utilizzo di una pedana instabile e la mancanza di apprensione nel gesto sport specifico[8,14]: gli autori concludono che in letteratura non sono validati dei criteri oggettivi che consentano di permettere un RTP sicuro, ma esistono alcuni dati che vengono sistematicamente utilizzati da tutti gli studi, tra cui il recupero completo del ROM, l'assenza di sintomi e di

versamento, alcuni test di salto (single leg jump test) e una valutazione della forza tra gli AAII anche se viene misurata con criteri diversi.

AUTORE	RTP
Cavanaugh et al.	Criteri per il RTP: -Single leg hop test e cross-over hop test > 85% arto sano. -Forza quadricipite e hamstring >85% arto sano -mancanza di apprensione in movimenti sport specifici
Carder et al.	LESIONI NON RADIALI: 17.8 settimane (4.4 mesi) LESIONI RADIALI: 23.3 settimane (6 mesi)
Wiley et al.	Lesione di menisco isolata: 4-6 mesi in base al tipo di lesione. Lesione meniscale + LCA: 8-12 mesi. Criteri per il RTP: -ROM completo -Corsa pain-free -single leg jump, lateral hops = tra i due arti -Single leg squat > 90% arto sano -Mancanza di apprensione al pensiero del gesto atletico
Eberbach et al.	Tasso di RTP: -popolazione mista: 90% (follow-up 34.7 mesi) -atleti professionisti: 86% (follow-up 36.9 mesi) Tempo medio: 4.3-6.5 mesi in base al tipo di lesione
Kocabey et al.	LESIONI RADIALI: 4-6 mesi LESIONI COMPLESSE: 4 mesi LESIONI LONGITUDINALI: 3 mesi
Noyes et al.	LESIONI PERIFERICHE: 4 mesi LESIONI COMPLESSE: 6 mesi
Harput et al.	Tempo medio: 4-6 mesi in base al tipo di lesione. Un solo studio nella revisione pone come criteri l'assenza di versamento, ROM completo e forza e controllo motorio adeguati durante il gesto funzionale.
Barcia et al.	Criteri per l'inizio del RTP: -Lysholm score >75 -no gonfiore e ROM completo -forza >70% controlaterale Per iniziare la fase di preparazione sport specifica sul campo: -Single leg press >80% controlaterale -Single leg squat a 60° per 5 secondi e risalire senza attuare compensi -valutazione clinica del controllo motorio in situazioni instabili

5. DISCUSSIONE

5.1 Sintesi delle Evidenze

La letteratura in merito alla riabilitazione a seguito di intervento di riparazione meniscale è molto eterogenea, sia come trattamento proposto che come criteri per determinare la riuscita dell'operazione.
La maggior parte degli autori si concentra nella scelta tra un protocollo standard, con tempi di immobilizzazione e di limitazioni di carico più lunghi, e un protocollo accelerato, in cui è da subito consentito il carico a tolleranza del paziente e non ci sono restrizioni di movimento.
Il protocollo standard è stato utilizzato per molti anni in passato per proteggere la sutura ed evitare azioni che avrebbero potuto compromettere il buon esito dell'intervento chirurgico[2,4-6,12,14]. Solitamente prevedeva l'utilizzo di un tutore in estensione per 4-6 settimane e carico assente o limitato con stampelle; i tempi di recupero del ROM e della forza erano più lunghi e si era in generale più conservativi nell'introdurre esercizi a gradi di movimento maggiori.
Negli ultimi anni è stato introdotto l'utilizzo di un protocollo di riabilitazione accelerato, volto a ridurre le conseguenze dell'immobilizzazione da tutore, e con lo scopo di velocizzare i tempi di recupero e di return to play. Questo approccio prevede nella maggioranza dei casi l'assenza del tutore e la libertà nel caricare già dalle prime settimane.
Negli studi di Harput et al, Vascellari et al, O'Donnell et al e VanderHave et al sono stati indagati gli effetti di entrambi i gruppi (standard group e accelerated group) nella riabilitazione a seguito di sutura meniscale, e nel complesso si evince una sostanziale uguaglianza negli outcome a lungo termine, tra cui i punteggi alla Lysholm scale e Tegner score e i tassi di successo e fallimento delle operazioni, con solo quelli a breve termine (velocità di raggiungimento degli obiettivi nelle prime fasi fino al RTP) leggermente a favore del gruppo AG[4-6,12].
In questo caso, nonostante i risultati dei due gruppi siano sovrapponibili, le evidenze sono di scarsa qualità perché non tutti gli studi analizzati esplicitano un protocollo preciso e riproducibile, e i criteri per identificare un protocollo come AG o SG non sono dichiarati e validati.

Inoltre, anche gli esercizi proposti sono diversi e spesso non riportati, e questo rende impossibile confrontare risultati di studi differenti.
Avendo appurato la validità di entrambi i protocolli, viene sostanzialmente lasciata la scelta di utilizzo al chirurgo e al terapista, in base al tipo di lesione o riparazione e soprattutto al singolo paziente.
Cavanaugh et al consigliano di considerare dei criteri di progressione predeterminati, ma individualizzarli in base al soggetto[2]: il paziente giovane che pratica un'attività sportiva ad alto livello sarà più indirizzato verso una riabilitazione aggressiva e veloce nel raggiungimento dei primi obiettivi, mentre il paziente più anziano, o con più paura del dolore, beneficerà di un trattamento standard con più protezione e un avanzamento più delicato.

Il tipo di lesione influenza, oltre alla procedura chirurgica, anche le scelte durante il trattamento e le tempistiche di RTP. Le lesioni periferiche longitudinali e oblique, che sono le più comuni, sono anche le lesioni con minor rischio di recidiva e di fallimento dell'operazione. Gli studi affermano che si può evitare il tutore e si può caricare da subito senza paura di un'apertura nella sutura, si possono introdurre già nelle prime 4 settimane esercizi in carico fino a 90°-120° ed esercizi propriocettivi. Anche il RTP sarà più rapido, attestandosi intorno ai 4 mesi.
Per quanto riguarda altri tipi di lesioni, Kocabey et al dividono i protocolli analizzando anche le lesioni complesse e quelle radiali, soprattutto queste ultime presentano tempi di recupero maggiori e maggior bisogno di protezione della sutura, utilizzando quindi un tutore bloccato in estensione nelle prime settimane e limitando gli esercizi oltre i 60°-90° nelle 2 settimane seguenti[10].
Per quanto riguarda le lesioni del corno anteriore, Noyes et al[11] consigliano di evitare per le prime 4-5 settimane l'iperestensione del ginocchio per evitare compressioni e aumento delle forze di taglio su quella parte del menisco.
Attualmente non sono presenti in letteratura studi che valutano, con protocolli definiti e misure di outcome validate, l'intervento riabilitativo in pazienti che sono stati sottoposti a interventi di sutura meniscale differenti: questo non permette di individuare differenze nei risultati tra questi gruppi, risultando in lavori di scarso utilizzo clinico da parte del terapista che non ha evidenze chiare su questo aspetto.

In alcuni studi vengono fornite informazioni differenti a seconda della tipologia di lesione meniscale, ma i lavori sono pochi e di scarsa qualità, e spesso riportano solo le tempistiche per il ritorno alla normale attività, traducendosi anche qui in implicazioni poco utili per la clinica.

Il tutore viene utilizzato spesso anche nelle lesioni riparate con tecnica chirurgica all-inside, come riportato da Vascellari et al e Noyes et al[4,11], per proteggere i punti di sutura: in realtà non vi è dimostrazione di una differenza significativa tra AG e SG, entrambi gli autori affermano che l'utilizzo di una riabilitazione standard è ancora preferita da pazienti e chirurghi che si sentono più sicuri, ma è solo una supposizione degli autori non supportata da evidenze.

La mancanza di criteri validati in letteratura per il RTP dopo intervento di riparazione meniscale riduce la valenza clinica di questi studi.
Pochi articoli affrontano questo argomento cercando di estrapolare qualche dato che possa garantire un sicuro ritorno all'attività sportiva allo stesso livello pre-lesionale, e mancano studi che validino questi criteri per poterli rendere chiari ed utilizzabili in clinica.
Inoltre, tutti gli articoli includono una popolazione mista, l'unico studio che confronta un gruppo di atleti professionisti con un gruppo mixed-level, comunque, non espone gli sport praticati: questo potrebbe portare a differenze nelle richieste funzionali e quindi anche nel tipo di riabilitazione e di esercizi proposti, e soprattutto nei criteri per il RTP.

5.1.1 Proposta di protocollo di trattamento

- Fase 1: gestione immediata post-operatoria (1-6 settimane)
    - *ROM e gestione dell'immobilizzazione:* per lesioni complesse o radiali, o in caso di riabilitazione standard, viene consigliato un tutore bloccato inizialmente in estensione e poi limitato a 60°-90° per le prime 4-6w.

      Nelle prime 6 settimane si recupera il ROM fino a 120° per lesioni longitudinali e fino a 90° circa per lesioni complesse, il lavoro di

recupero è raggiunto sia tramite mobilizzazioni passive che attive e autonomamente dal paziente a domicilio.

- *Carico:* in lesioni radiali o complesse il carico è limitato con utilizzo di stampelle, in lesioni longitudinali o oblique invece è concesso carico parziale tollerato senza stampelle fin da subito.
- *Esercizio:* la prima fase è di gestione delle complicanze post-operatorie: gestione dell'edema, mobilizzazione patellare, compressione ed elevazione e l'inizio del coinvolgimento del quadricipite.

  Il primo approccio è l'isometria di quadricipite, coadiuvata se necessario da elettrostimolazione. In aggiunta, in fase molto iniziale si può proseguire un lavoro di rinforzo del core, consigliato anche come trattamento pre-operatorio.

  Si iniziano tra la 4° e la 6° settimana straight leg raise e estensioni di ginocchio e successivamente esercizi in CCC come wall sits e leg press in un range controllato vicino all'estensione (0°-60°) e quando il paziente raggiunge un mantenimento del carico valido, si possono introdurre semplici esercizi propriocettivi in bipodalica.

- Fase 2: recupero della forza e funzionalità (6-12 settimane)
  - *ROM:* rimozione del tutore e si recupera completamente il ROM, per le lesioni complesse e radiali si ha un passaggio intermedio a 6-8 settimane in cui si mantiene il movimento limitato a 0°-120°.
  - *Carico:* carico concesso completamente per tutti i tipi di lesione.
  - *Esercizio:* continuare il lavoro in CCC aumentando il ROM, si arriva intorno ai 90° inizialmente e poi a ROM completo. Si introducono esercizi come lunges e sit-up e il rinforzo degli hamstring. Prosegue il training propriocettivo aumentando la difficoltà e gli esercizi in monopodalica.

    Si avvia un lavoro aerobico, inizialmente con cicloergometro a braccia e poi con cyclette o nuoto.

- Fase 3: esercizi sport-specifici e RTP (12-24 settimane)

  Nel lavoro aerobico viene introdotta gradualmente la corsa, mentre negli esercizi si continua il lavoro di rinforzo del quadricipite e in generale di tutto l'arto inferiore.

  Il training propriocettivo prosegue e gli esercizi diventano sempre più funzionali, con appoggio monopodalico e movimenti dinamici in più direzioni e su superfici instabili.

  Viene introdotta la pliometria, inizialmente con l'aiuto di materiale come un tappeto elastico e successivamente a terra e con destabilizzazioni.

  Verso le ultime settimane la corsa non è più in rettilineo ma si utilizzano esercizi di agilità con cambi di direzione.

  Finita questa fase il paziente è pronto per riavvicinarsi alla sua precedente attività sportiva concentrandosi su movimenti funzionali ed esercizi sport-specifici.

5.2 Limitazioni

I limiti principali di questo studio sono, per quanto concerne gli articoli inclusi, la grossa presenza di revisioni narrative e la disomogeneità degli studi selezionati per quanto riguarda popolazione studiata, protocolli di ricerca e scale di outcome utilizzate, che non consentono di comparare in modo efficace determinati protocolli, o anche di individuare con chiarezza quali siano le caratteristiche di questi ultimi.

Un altro limite è la ricerca effettuata su una sola banca dati e da un solo autore, che ne penalizza l'affidabilità e la completezza.

5.3 Implicazioni per la pratica clinica

In seguito ad intervento di riparazione meniscale, il paziente deve affrontare un lungo percorso fisioterapico per ritornare alla capacità funzionale pre-lesione. In letteratura vengono affrontati due metodi di approccio a questo trattamento riabilitativo, il trattamento accelerato, consigliato per pazienti più giovani e più motivati al ritorno all'attività, e il trattamento standard, più conservativo con

l'utilizzo di tutore e limitazione di carico, consigliato per pazienti più adulti e con più paura di ripercussioni sulla sutura.
Sostanzialmente non si individuano differenze tra i due gruppi né come outcome funzionali nè come tempistiche di ritorno all'attività, quindi entrambe le scelte sono valide.
Soprattutto in caso di lesioni più comuni (longitudinali periferiche) è consigliato l'utilizzo di un protocollo più accelerato per ridurre sintomi da immobilizzazione, avere un decorso più rapido e probabilmente anche una compliance maggiore[8,10].
In caso di lesioni complesse o radiali invece, il trattamento deve tenere conto della maggiore instabilità della sutura, attuando quindi quelle misure di sicurezza tipiche del protocollo standard.
Il trattamento riabilitativo ha come obiettivo inizialmente il recupero del carico, del ROM completo e della forza del quadricipite, e successivamente il recupero funzionale con attività propriocettiva, aerobica e pliometrica.
La difficoltà di individuare dei criteri oggettivi per il RTP lascia spazio al terapista di giudicare soggettivamente quando un atleta è pronto per il rientro in campo, anche se alcuni parametri sono indicati da molti studi e appaiono come le basi fondamentali per considerare riuscita la riabilitazione: il recupero completo del ROM, l'assenza di versamento e di sintomi, la parità di forza tra gli AAII e in qualche test funzionale e di salto. Si consiglia di valutare anche la componente psicologica del paziente, per considerare un RTP sicuro è fondamentale che si senta sicuro e non abbia apprensione nei movimenti e nei gesti tipici della propria attività sportiva: due studi riportano quanto sia importante il confronto e il lavoro di squadra tra terapista e preparatore atletico, che facilita il riconoscimento di movimenti compensatori e problemi di confidenza con l'attività specifica[8,14].

5.4 Implicazioni per la ricerca

In futuro, sarebbe utile studiare come l'approccio riabilitativo possa variare in relazione alle diverse tecniche chirurgiche utilizzate (inside-out, outside-in e all-inside) e al tipo di lesione meniscale.

C’è necessità di utilizzare scale di outcome validate che possano dare un’indicazione chiara e comune del raggiungimento dell’obiettivo, e magari differenziarle in base all’attività sportiva eseguita.
In letteratura mancano evidenze di alta qualità e RCT che consentano di studiare quale tipologia di trattamento sia la più indicata in caso di riparazione meniscale.
Si consiglia di studiare dei criteri uniformi e il più possibile oggettivi per valutare il RTP di un paziente, attualmente pochissimi studi indicano qualche condizione necessaria al ritorno all’attività sportiva, ma senza valutarne l’efficacia e il rapporto col rischio di ri-lesione e quindi fallimento dell’intervento chirurgico e riabilitativo.
Infine, viene riportata in letteratura la necessità di valutare la componente psicologica nella ripresa del gesto sport-specifico, ma manca di criteri univoci, e attualmente si basa solo sulla valutazione visiva dei terapisti[8,14].

6. CONCLUSIONI

I risultati di questa revisione riportano scarse evidenze sulla migliore tipologia di riabilitazione in seguito a intervento di riparazione meniscale, così come sulle misure di outcome utilizzate e sui criteri per il return to play.

In assenza di evidenze importanti, è consigliato scegliere il trattamento accelerato o quello standard in base al tipo di paziente che il terapista si trova davanti e alle aspirazioni sul ritorno all'attività sportiva a livello più o meno alto.

Le misure di outcome più utilizzate sono il tasso di successo dell'intervento, misurato tramite la limitazione di ROM e la simmetria in forza e stabilità degli AAII, e le scale funzionali Tegner score e Lysholm scale.

I criteri per il RTP non sono validati in letteratura, gli autori consigliano di utilizzare il single leg squat (>80-90% del controlaterale sano), test di stabilità come il mantenimento del single leg squat a 60° per 5 secondi senza compensi, test di salto e la mancanza di apprensione nel gesto sport-specifico.

Per confermare le informazioni della letteratura sono necessari studi di migliore qualità e che indaghino anche le variabili tra tipologie di intervento chirurgico differenti.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Frizziero A, Ferrari R, Giannotti E, Ferroni C, Poli P, Masiero S. The meniscus tear. State of the art of rehabilitation protocols related to surgical procedures. Muscles Ligaments Tendons J. 2013 Jan 21.

2. Cavanaugh JT, Killian SE. Rehabilitation following meniscal repair. Curr Rev Musculoskelet Med. 2012 Mar.

3. Messner K, Gao J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment. J Anat. 1998 Aug.

4. Vascellari A, Rebuzzi E, Schiavetti S, Coletti N. All-inside meniscal repair using the FasT-Fix meniscal repair system: is still needed to avoid weight bearing? A systematic review. Musculoskelet Surg. 2012 Dec.

5. VanderHave KL, Perkins C, Le M. Weightbearing Versus Nonweightbearing After Meniscus Repair. Sports Health. 2015 Sep-Oct.

6. O'Donnell K, Freedman KB, Tjoumakaris FP. Rehabilitation Protocols After Isolated Meniscal Repair: A Systematic Review. Am J Sports Med. 2017 Jun.

7. Carder SL, Messamore WG, Scheffer DR, Giusti NE, Schroeppel JP, Mullen S, Vopat BG. Publicly Available Rehabilitation Protocols Designated for Meniscal Repairs Are Highly Variable. Arthrosc Sports Med Rehabil. 2021 Jan.

8. Wiley TJ, Lemme NJ, Marcaccio S, Bokshan S, Fadale PD, Edgar C, Owens BD. Return to Play Following Meniscal Repair. Clin Sports Med. 2020 Jan.

9. Eberbach H, Zwingmann J, Hohloch L, Bode G, Maier D, Niemeyer P, Südkamp NP, Feucht MJ. Sport-specific outcomes after isolated meniscal repair: a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2018 Mar.

10. Kocabey Y, Nyland J, Isbell WM, Caborn DN. Patient outcomes following T-Fix meniscal repair and a modifiable, progressive rehabilitation program, a retrospective study. Arch Orthop Trauma Surg. 2004 Nov.

11. Noyes FR, Heckmann TP, Barber-Westin SD. Meniscus repair and transplantation: a comprehensive update. J Orthop Sports Phys Ther. 2012 Mar.

12. Harput G, Guney-Deniz H, Nyland J, Kocabey Y. Postoperative rehabilitation, and outcomes following arthroscopic isolated meniscus repairs: A systematic review. Phys Ther Sport. 2020 Sep.

13. Brelin AM, Rue JP. Return to Play Following Meniscus Surgery. Clin Sports Med. 2016 Oct.

14. Barcia AM, Kozlowski EJ, Tokish JM. Return to sport after meniscal repair. Clin Sports Med. 2012 Jan.

15. Kurosawa H, Fukubayashi T, Nakajima H. Load-bearing mode of the knee joint: physical behavior of the knee joint with or without menisci. Clin Orthop Relat Res. 1980 Jun.

16. Fox AJ, Wanivenhaus F, Burge AJ, Warren RF, Rodeo SA. The human meniscus: a review of anatomy, function, injury, and advances in treatment. Clin Anat. 2015 Mar.

17. Maffulli N, Longo UG, Campi S, Denaro V. Meniscal tears. Open Access J Sports Med. 2010 Apr.

18. Rath E, Richmond JC. The menisci: basic science and advances in treatment. Br J Sports Med. 2000 Aug.

19. Arnoczky SP, Warren RF. Microvasculature of the human meniscus. Am J Sports Med. 1982 Mar-Apr.

20. Karahan M, Kocaoglu B, Cabukoglu C, Akgun U, Nuran R. Effect of partial medial meniscectomy on the proprioceptive function of the knee. Arch Orthop Trauma Surg. 2010 Mar.

21. Greys PE et al. Lesioni Meniscali: scienza di base e valutazione. J AAOS. 2003.

22. Andrews SHJ, Adesida AB, Abusara Z, Shrive NG. Current concepts on structure-function relationships in the menisci. Connect Tissue Res. 2017 May-Jul.

23. Wickiewicz TL. Meniscal injuries in the cruciate-deficient knee. Clin Sports Med. 1990 Jul.

24. Duncan JB, Hunter R, Purnell M, Freeman J. Meniscal injuries associated with acute anterior cruciate ligament tears in alpine skiers. Am J Sports Med. 1995 Mar-Apr.

25. Poehling GG, Ruch DS, Chabon SJ. The landscape of meniscal injuries. Clin Sports Med. 1990 Jul.

26. Fazalare JJ, McCormick KR, Babins DB. Meniscal repair of the knee. Orthopedics. 2009 Mar.

27. Mordecai SC, Al-Hadithy N, Ware HE, Gupte CM. Treatment of meniscal tears: An evidence based approach. World J Orthop. 2014 Jul.

28. Shelbourne KD, Patel DV, Adsit WS, Porter DA. Rehabilitation after meniscal repair. Clin Sports Med. 1996 Jul.

29. Henning CE, Clark JR, Lynch MA, Stallbaumer R, Yearout KM, Vequist SW. Arthroscopic meniscus repair with a posterior incision. Instr Course Lect.

30. Rubman MH, Noyes FR, Barber-Westin SD. Arthroscopic repair of meniscal tears that extend into the avascular zone. A review of 198 single and complex tears. Am J Sports Med. 1998 Jan-Feb.

31. Vaquero J, Forriol F. Meniscus tear surgery and meniscus replacement. Muscles Ligaments Tendons J. 2016 May.

32. Greis PE, Holmstrom MC, Bardana DD, Burks RT. Meniscal injury: II. Management. J Am Acad Orthop Surg. 2002 May-Jun.