

Sommario

| | |
|---|----|
| ABSTRACT | 4 |
| | |
| CAPITOLO 1..... | 6 |
| L'articolazione femoro-rotulea..... | 6 |
| 1.1 Osteologia | 6 |
| 1.2 Artrologia | 8 |
| 1.3 Cinematica dell'articolazione femoro-rotulea..... | 10 |
| 1.4 Muscolo Quadricipite femorale | 12 |
| 1.5 Cinetica dell'articolazione Femoro-rotulea | 13 |
| | |
| CAPITOLO 2..... | 18 |
| La Sindrome femoro-rotulea | 18 |
| 2.1 Definizione | 18 |
| 2.2 Eziologia | 18 |
| 2.3 Maltracking rotuleo | 19 |
| 2.4 Diagnosi..... | 22 |
| | |
| CAPITOLO 3..... | 23 |
| Materiali e Metodi..... | 23 |
| 3.1 Scopo della ricerca | 23 |
| 3.2 Criteri di eleggibilità degli studi | 23 |
| 3.3 Strategie di ricerca | 24 |
| 3.4 Identificazione degli studi | 25 |
| 3.5 Diagramma di flusso della ricerca | 26 |
| | |
| CAPITOLO 4..... | 27 |
| Analisi della letteratura | 27 |
| 4.1 Analisi della qualità metodologica | 27 |
| 4.2 Descrizione degli studi | 29 |
| 4.3 Tabelle Sinottiche | 51 |

| | |
|--|----|
| CAPITOLO 5..... | 55 |
| Discussione e risultati..... | 55 |
| 5.1 Discussione..... | 55 |
| 5.2 Outcome principali..... | 55 |
| 5.3 Outcome secondari..... | 56 |
| 5.4 Conclusioni..... | 57 |
| 5.5 Implicazioni per la ricerca..... | 58 |
| 5.6 Implicazioni per la pratica..... | 58 |
| 5.7 Proposte di esercizio terapeutico..... | 59 |
| | |
| BIBLIOGRAFIA..... | 65 |

ABSTRACT

BACKGROUND

La sindrome femoro-rotulea o PFPS (Patello Femoral Pain Syndrome) è una condizione di dolore anteriore al ginocchio frequente ed è una delle patologie maggiormente diagnosticate in medicina generale, in ortopedia ed in ambito sportivo per questa articolazione.

Ha un'eziologia complessa e multifattoriale, infatti la sua esatta patogenesi è sconosciuta e può coinvolgere vari fattori (neurologici, genetici, neuromuscolari e biomeccanici) che possono agire singolarmente o in associazione.

Alterazioni biomeccaniche dell'arto inferiore possono tradursi in un anomalo scorrimento della rotula rispetto ai tre assi di movimento, comportando un maggiore stress dell'articolazione femoro-rotulea.

Tradizionalmente l'intervento fisioterapico si è spesso incentrato sul riequilibrio delle azioni tra vasto mediale e vasto laterale del muscolo quadricipite femorale, al fine di evitare un eccessivo stress laterale dell'articolazione durante l'estensione del ginocchio.

Più di recente invece è stato approfondito il ruolo dei muscoli stabilizzatori dell'anca e della biomeccanica di tutto l'arto inferiore, in quanto in molti pazienti con PFPS sono state riscontrate tendenze ad un'eccessiva adduzione ed intrarotazione del femore durante attività funzionali, comportando un valgismo dinamico che potenzialmente potrebbe favorire una condizione di maltracking rotuleo laterale.

A tal proposito diversi studi hanno iniziato ad analizzare l'efficacia di programmi con esercizi di rinforzo dei muscoli abduttori ed extrarotatori d'anca, oltre alla correzione diretta del valgismo dinamico.

SCOPO DELLA RICERCA

Lo scopo della presente tesi sarà quella di valutare l'efficacia del rinforzo dei muscoli stabilizzatori dell'anca e correzione del valgismo dinamico nel trattamento della PFPS, attraverso una revisione della letteratura su studi randomizzati controllati ricercati nelle banche dati PubMed e PEDro.

MATERIALI E METODI

La ricerca è stata condotta consultando i database Pubmed e PEDro, sono stati selezionati studi randomizzati controllati (RCT) in lingua inglese che trattano l'efficacia di esercizi per i muscoli stabilizzatori d'anca e di correzione del valgismo dinamico comparati a nessun trattamento o altra tipologia di esercizio terapeutico noto, con outcome relativi a dolore e funzionalità.

RISULTATI

La ricerca in letteratura e l'analisi degli studi attraverso i criteri di eleggibilità hanno condotto all'individuazione di sei studi RCT.

CONCLUSIONI

Gli studi analizzati riportano un buon livello di efficacia del trattamento basato sull'esercizio terapeutico di rinforzo dei muscoli dell'anca e correzione del valgo dinamico, risulta quindi consigliata l'aggiunta di tale tipologia di esercizi nei programmi terapeutici già utilizzati per pazienti affetti da PFPS.

CAPITOLO 1

L'articolazione femoro-rotulea

1.1 Osteologia

L'articolazione femoro-rotulea è costituita dal rapporto tra epifisi distale del femore e la faccia posteriore della rotula (o patella), che assieme all'epifisi prossimale della tibia vanno a costituire l'articolazione del ginocchio.

PORZIONE DISTALE DEL FEMORE

L'epifisi distale del femore è costituita da due grosse masse convesse, i condili del femore, distinti in mediale e laterale, di cui il primo è più robusto e sporgente del secondo. Essi sono rivestiti da cartilagine articolare e si articolano con i piatti tibiali. Posteriormente sono separati dalla fossa intercondiloidea che, non essendo superficie articolare, è priva di rivestimento cartilagineo. (1) Anteriormente, i condili sono invece uniti dalla faccia patellare, detta anche troclea del femore. Oltre ai due condili vi sono dei tubercoli detti epicondili, laterale e mediale, su cui si inseriscono superiormente i legamenti collaterali del ginocchio. (FIG. 1.1)

PORZIONE PROSSIMALE DELLA TIBIA

L'estremità prossimale della tibia, più ampia di quella distale, è costituita da due sporgenze, i condili laterali e mediale, le cui facce articolari superiori permettono l'articolazione con i condili femorali. (FIG.1.1) Essi sono separati dall'eminanza intercondilare, costituita da due tubercoli intercondilari laterale e mediale. Inferiormente al condilo laterale, è presente la superficie articolare per la testa della fibula.

(1)

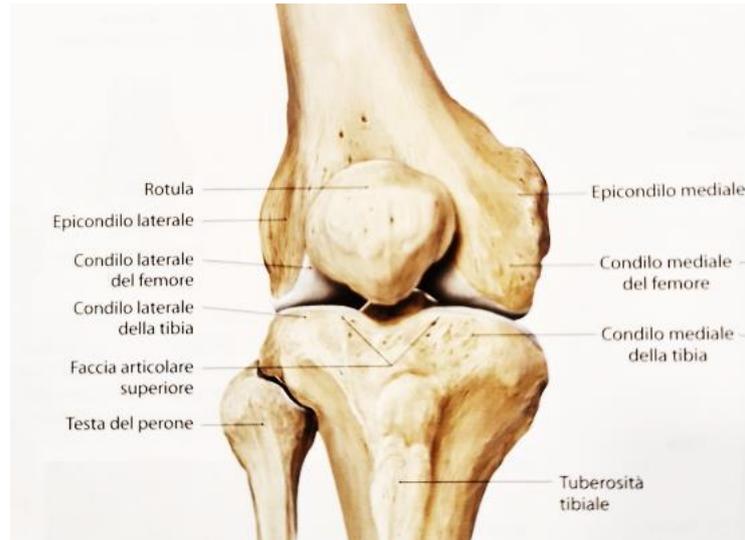


FIGURA 1.1: Osteologia del ginocchio

ROTULA

La rotula (o patella) è un grande osso sesamoide localizzato anteriormente nella porzione distale del femore, nello spessore del tendine del muscolo del quadricipite femorale. Essa è un osso breve, di forma triangolare, che presenta due facce, anteriore e posteriore, una base superiore ed un apice inferiore (FIG.1.2). La faccia anteriore è rugosa, mentre la posteriore è liscia e rivestita da cartilagine, suddivisa da una cresta verticale in due semifaccette articolari un po' concave, di cui una laterale più ampia e una mediale, che si articolano con la faccia patellare del femore (1)

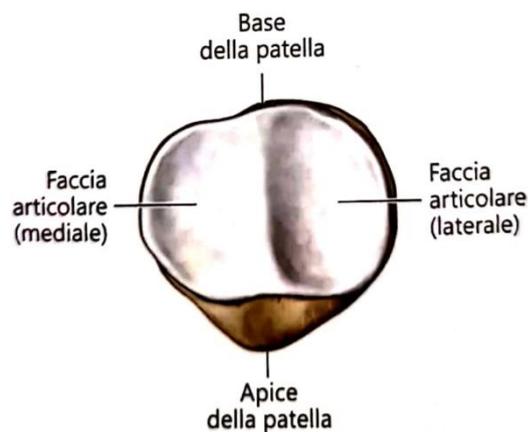


FIGURA 1.2 Visione posteriore della rotula (destra)

1.2 Artrologia

RAPPORTI ANATOMICI

La diafisi del femore si inclina leggermente in direzione mediale verso il ginocchio formando l'angolo naturale di inclinazione di 125° della porzione prossimale del femore, mentre la superficie articolare prossimale della tibia è orientata quasi orizzontalmente, costituendo un angolo di circa 170° - 175° in corrispondenza della faccia laterale del ginocchio. Questo allineamento è indicato come *valgismo fisiologico del ginocchio* (FIG.1.3). (2)

Un angolo laterale inferiore a 170° è chiamato "ginocchio valgo eccessivo" o "ginocchio a X", mentre se questo supera i 180° è chiamato "ginocchio varo" o "gamba a O". (2)

SUPERFICI ARTICOLARI E CAPSULA ARTICOLARE

L'articolazione del ginocchio è composta dalle articolazioni femoro-tibiale e femoro-rotulea: la prima è costituita dai due condili del femore e le facce articolari superiori dei rispettivi condili tibiali, mentre la seconda avviene tra la faccia patellare del femore e la faccia articolare della patella. La capsula articolare, la quale si ispessisce in alcuni punti a costituire i legamenti intrinseci, posteriormente al condilo laterale della tibia è incompleta perché attraversata dal tendine del muscolo popliteo. (1)

La membrana sinoviale, che riveste la superficie interna della capsula fibrosa, dalla superficie posteriore dell'articolazione si riflette anteriormente per avvolgere i due legamenti crociati, che in tal modo risultano essere intracapsulari ma extrasinoviali. Questa membrana si riflette anche verso l'alto a formare la borsa soprapatellare, in profondità della parte distale del muscolo quadricipite. (1)

Il ginocchio ha 14 borse che si formano nelle giunzioni intertissutali, le quali sviluppano attriti durante il movimento, ovvero in tendini, legamenti, pelle, ossa, capsula e muscoli. Esse sono soggette ad infiammazioni dette borsiti, a seguito di attività che comportano forze eccessive e continue. (2)

Spesso attorno ad esse sono associati cuscinetti adiposi, che aiutano a ridurre l'attrito tra le porzioni in movimento. I cuscinetti adiposi più estesi sono associati alla borsa sovrapatellare e infrapatellare profonda, quest'ultimo meglio conosciuto come cuscinetto adiposo di Hoffa. (2)

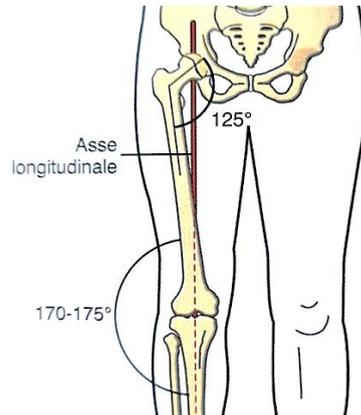


FIGURA 1.3: Angolo del femore e valgismo fisiologico del ginocchio

ARTICOLAZIONE FEMORO ROTULEA

L'articolazione femoro-rotulea (o femoro-patellare) rappresenta l'interfaccia tra il solco trocleare del femore e la faccia articolare posteriore della rotula.

Gli stabilizzatori locali di questa articolazione sono le forze del muscolo quadricipite, l'adattamento delle superfici articolari ed il contenimento passivo esercitato dai tessuti molli circostanti. Una cinematica anomala e un'instabilità sono spesso associate al dolore cronico anteriore del ginocchio. (2)

Nel passaggio ciclico da posizione di flessione a quella di estensione, si verifica un movimento di scorrimento tra la superficie articolare della patella ed il solco trocleare del femore. Durante i movimenti tibiofemorali, come durante un'estensione del ginocchio a catena cinetica aperta, la patella scivola rispetto al solco trocleare fisso del femore (FIG.1.4). A causa della solida inserzione del tendine rotuleo nella tuberosità tibiale, la patella viene spostata nella direzione della tibia in movimento durante la flessione del ginocchio. (2)

Invece durante i movimenti femorotibiali (come accovacciamento) è il solco trocleare a scorrere rispetto alla patella fissa. La patella è mantenuta relativamente stazionaria dall'equilibrio di forze tra la trazione del muscolo quadricipite con attivazione eccentrica e l'inflessibilità del tendine rotuleo. (2)

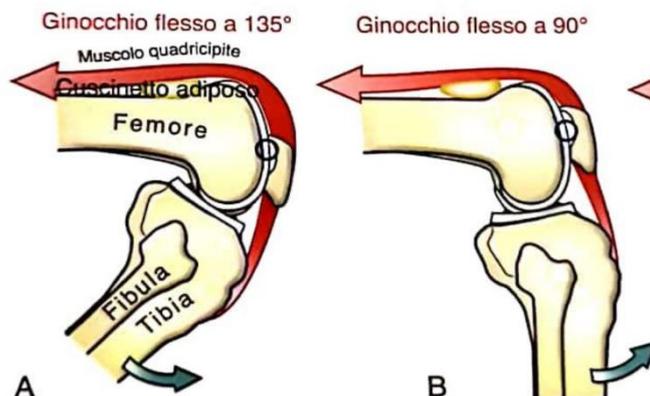


FIGURA 1.4: Cinematica femoropatellare durante l'estensione femorotibiale tra 135° (A) e 90° (B).

1.3 Cinematica dell'articolazione femoro-rotulea

A 135° di flessione la rotula viene in contatto con il femore, principalmente con il suo polo superiore, poggiando molto al di sotto del solco trocleare e passando sopra l'incisura intercondiloidea del femore. Quando il ginocchio si estende a 90° di flessione, la regione di contatto inizia a migrare verso il polo inferiore della rotula e tra circa 90° e 60° essa è in genere ben inserita nel solco trocleare del femore (FIG.1.5). All'interno di questo arco di movimento l'area di contatto tra patella e femore è massima, ma sempre pari ad un terzo della superficie totale della sua faccia posteriore. A questi gradi la pressione all'interno dell'articolazione femoro-rotulea raggiunge livelli molto elevati a causa della forte attivazione del muscolo quadricipite.

Negli ultimi 20-30° durante l'estensione, il punto di contatto sulla rotula è sempre più vicino al polo inferiore. (FIG.1.5) All'interno di questo arco di movimento la patella perde gran parte del suo impegno meccanico all'interno del solco e l'area di contatto si riduce a circa il 45% rispetto a quella che si verifica a 60°.

Infine, raggiunta la piena estensione, la patella appoggia in posizione prossimale rispetto al solco e contro il cuscinetto adiposo sovrapatellare; in questa fase con il muscolo quadricipite rilassato la patella può essere liberamente mobilizzata rispetto al femore, ed è proprio questa aderenza ridotta a spiegare il motivo della maggior parte delle dislocazioni laterali croniche in questa posizione (si parla principalmente di dislocazioni laterali per via della linea complessiva di forza del muscolo quadricipite rispetto all'asse longitudinale del tendine rotuleo). (2)

Oltre a questo, viene descritta anche una cinematica accessoria patellare, che riguarda l'inclinazione patellare, la rotazione e lo spostamento di traslazione. Questa cinematica è relativamente limitata e spesso trascurata ma accompagna tutti i movimenti femoro-rotulei, soprattutto per quel che riguarda lo spostamento mediale o laterale della patella all'interno del solco trocleare. (2)

Un esempio può essere quello della flessione attiva tibiofemorale del ginocchio a partire dalla piena estensione, la tibia tende il tendine rotuleo e sposta la patella distalmente rispetto al femore, facendo sì che la patella si muova leggermente all'interno dei margini irregolari dell'articolazione femoropatellare.

Inoltre la cinematica accessoria è causata dalla rotazione assiale della tibia (correlata allo sblocco del ginocchio), nonché dalla tensione passiva nelle fibre reticolari patello-femorali, nella fascia ileotibiale e nei muscoli. (2)

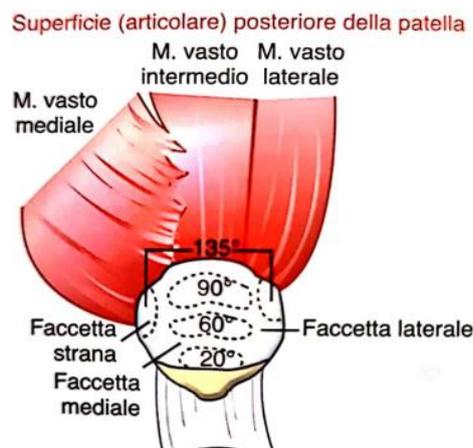


FIGURA 1.5 Decorso delle aree di contatto della patella sul solco trocleare del femore al variare dell'angolo di flessione del ginocchio.

1.4 Muscolo Quadricipite femorale

Il muscolo quadricipite femorale è un grande e potente estensore del ginocchio, costituito dal retto femorale, dal vasto mediale, dal vasto laterale e dal più profondo vasto intermedio. La contrazione dei muscoli vasti estende solo il ginocchio, mentre quella del retto femorale può determinare anche la flessione dell'anca, essendo un muscolo biarticolare. Tutti i capi muscolari si uniscono a formare il tendine rotuleo che si inserisce alla base e ai lati della rotula, collegando l'apice della rotula alla tuberosità tibiale. I muscoli vasti si inseriscono sulla capsula e sui menischi tramite i retinacoli patellari.

Nel meccanismo di estensione, le articolazioni femorotibiale e femoropatellare e alcuni legamenti sono sottoposti regolarmente a forze relativamente grandi e ripetitive, rendendo queste strutture vulnerabili al danno con il progredire del tempo e dell'età. (2)

- **MUSCOLO RETTO FEMORALE:** si inserisce al bacino vicino alla SIAI e sopra l'acetabolo
- **MUSCOLI VASTO LATERALE E MEDIALE:** si inseriscono su un'ampia parte del femore, in particolare sulla faccia antero-laterale della diafisi e la linea aspra, ma il vasto mediale si estende più distalmente verso il ginocchio.

Il muscolo vasto mediale consiste di fibre con due direzioni distinte: le fibre oblique più distali si avvicinano alla patella con orientamento mediale di circa 55° rispetto al tendine rotuleo (detto vasto mediale obliquo), mentre le restanti fibre più longitudinali si avvicinano con 15° - 18° rispetto al tendine (detto vasto mediale lungo) (FIG1.6). Sebbene le fibre oblique rappresentino il 30% dell'area della sezione trasversale dell'intero muscolo, la loro trazione obliqua sulla patella ha importanti implicazioni per stabilizzare e orientare la patella mentre scorre attraverso il solco trocleare del femore. (2)

- **MUSCOLO VASTO INTERMEDIO:** si trova in profondità rispetto al muscolo retto femorale e al muscolo vasto laterale, in profondità ad esso vi è il non ben definito muscolo genoarticolare.
- **MUSCOLO GENOARTICOLARE:** che contiene alcuni fasci di fibre che si inseriscono prossimalmente al lato anteriore della porzione distale del femore e quindi distalmente nella porzione anteriore della capsula. Questo muscolo sposta la capsula e la membrana sinoviale prossimalmente durante l'estensione attiva del ginocchio. (2)

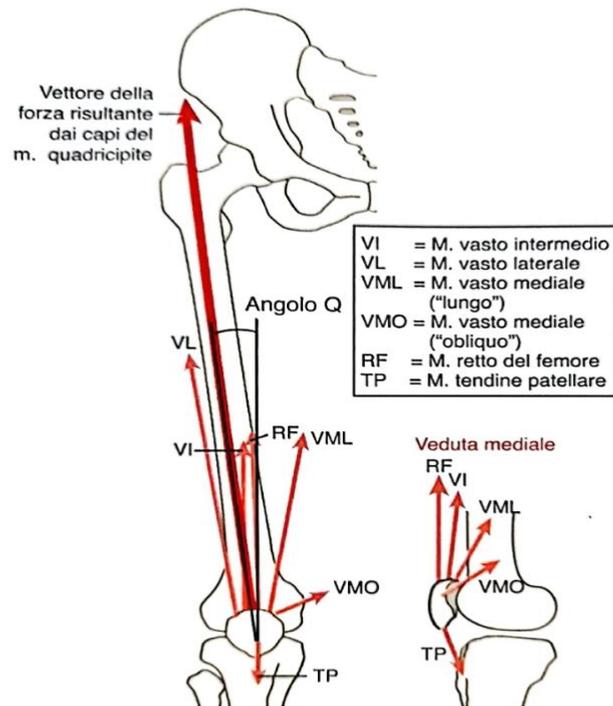


FIGURA 1.6: Illustrazione delle linee di forza del muscolo quadricipite

1.5 Cinetica dell'articolazione femoro-rotulea

L'articolazione femoro-rotulea viene abitualmente sottoposta a elevate forze di compressione date dal muscolo quadricipite sovrastante, ma con entità fortemente influenzata dall'ampiezza di flessione del ginocchio al momento dell'attivazione muscolare.

Durante un'attività che provoca un aumento di compressione come lo squat possiamo notare che sia la forza di compressione sia l'area di contatto articolare sull'articolazione femoro-rotulea aumentano con la flessione del ginocchio, raggiungendo un massimo tra 60° e 90° (FIG.1.5). Questo perché senza l'area di contatto sufficientemente ampia per disperdere la forza intensa di compressione prodotta dai muscoli quadricipiti, lo stress all'interno dell'articolazione aumenterebbe probabilmente a livelli intollerabili, oltre a proteggere naturalmente la cartilagine dalla degenerazione da stress.

Questo meccanismo consente alle articolazioni femoro-rotulee sane e normalmente allineate di tollerare forze elevate nel corso della vita, spesso con lieve o non evidente fastidio o degenerazione di cartilagine, mentre in condizioni patologiche variazioni di questa cinetica contribuiranno allo sviluppo di condizioni dolorose. (2)

LOCALIZZAZIONE DELLA PATELLA

Le forze di compressione nell'articolazione femoro-patellare sono, come detto, generalmente ben tollerate, ma un'articolazione con congruità non ottimale o con piccole anomalie potrebbe presentare una modificazione nella localizzazione della patella, aumentando lo stress di contatto e il conseguente rischio di sviluppare lesioni degenerative e dolore.

Mentre il ginocchio si estende, il muscolo quadricipite contratto sposta la patella non solo superiormente all'interno del solco trocleare del femore, ma anche lateralmente e posteriormente come è possibile vedere dalle linee di forza nella FIG.1.6. (2)

A causa della presunta associazione tra dolore e un eccessivo tracking laterale della patella, si valuta la linea laterale generale di trazione del muscolo quadricipite rispetto alla patella come misura clinica significativa. Essa è indicata dall'angolo Q (FIG.1.6). Questo angolo viene determinato tracciando una linea che rappresenta una stima del vettore forza risultante dai diversi capi del muscolo quadricipite; tale linea collega un punto tra SIAS e il punto medio della patella. Successivamente viene disegnata una seconda linea che rappresenta l'asse longitudinale del tendine patellare, realizzato collegando un punto sulla tuberosità tibiale e il punto medio della patella. L'angolo Q è formato dall'intersezione delle due linee e misura in genere dai 13° ai 15° ed è diventato un indice clinico popolare e semplice per una valutazione generale.

La compressione invece posteriore della patella contro il femore è data dalla stabilizzazione durante il suo percorso. Questo effetto aumenta con il grado di flessione del ginocchio, ma anche ad estensione completa alcune fibre del muscolo quadricipite sono allineate per produrre una compressione posteriore. (2)

Questo effetto di stabilizzazione in estensione è particolarmente utile negli ultimi 20°-30°, quando la patella non è più completamente impegnata nel solco trocleare. Diversi fattori in tutto l'arto inferiore si oppongono alla polarizzazione laterale nella trazione del muscolo quadricipite rispetto all'articolazione femoro-patellare e sono molto importanti per ottenere un tracking ottimale, che permette un movimento tra patella e femore sulla massima superficie possibile e con meno sforzo possibile. Essi si dividono in fattori locali (che agiscono direttamente sull'articolazione femoro-patellare) ed in fattori globali (relativi all'allineamento delle ossa e articolazioni dell'arto inferiore) (2):

FATTORI LOCALI

Oltre alla trazione laterale complessiva del muscolo quadricipite, che risulta maggiore all'aumentare dell'angolo Q, aggiungiamo come fattori lateralizzanti anche un'eccessiva tensione della fascia ileotibiale e dei retinacoli laterali, fornendo alla patella una curvatura "a forma d'arco" (FIG.1.7).

Le strutture che si oppongono a queste forze laterali sono (FIG. 1.7):

- Faccetta laterale del solco trocleare: essa è normalmente più ripida della mediale, permettendo una resistenza naturale alla patella in avvicinamento. Affinchè una patella si dislochi lateralmente, essa deve attraversare completamente in direzione superiore questa pendenza ripida.
- Fibre oblique del muscolo vasto mediale (VMO): le sue fibre oblique sembrano essere orientate per aiutare a compensare almeno in parte la trazione laterale della patella.
- Fibre reticolari patellari mediali: sono fibre che decorrono medialmente e distalmente dal margine mediale della patella.

In letteratura spesso ci si riferisce a queste fibre come legamento femoro-patellare mediale, che comprende un insieme di fibre che mettono in connessione la faccia mediale della patella, il femore, la tibia, il menisco mediale e la superficie inferiore del VMO.

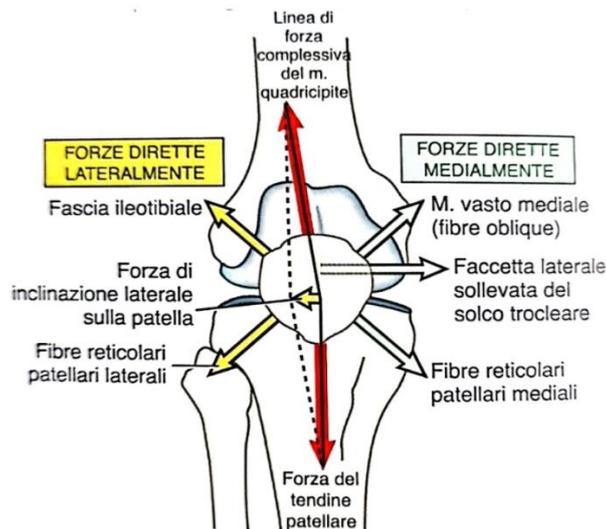


FIGURA 1.7: Fattori locali che influenzano la posizione della patella.

FATTORI GLOBALI

Essi sono fattori associati ad articolazioni distanti, come ad esempio anca e subtalare, che favoriscono il tracking ottimale dell'articolazione femoropatellare, come le resistenze al valgo eccessivo o gli estremi di rotazione assiale dell'articolazione femoro-rotulea: (2)

- Un ginocchio valgo eccessivo in attività dinamiche può aumentare l'angolo Q e quindi la forza di curvatura laterale sulla patella. Questa situazione può verificarsi per lassità o lesioni del legamento collaterale mediale del ginocchio, per una postura dinamica dell'anca che comporta maggior adduzione del femore, per debolezza dei muscoli abduttori dell'anca o per tensione eccessiva dei muscoli adduttori. In attività come uno squat monopodalico, le persone con abduttori dell'anca debole possono inclinare il tronco verso il lato del gruppo muscolare debole, che può spostare la forza di reazione al suolo lateralmente rispetto al ginocchio fermo, creando un momento di torsione a livello del ginocchio valgo. A questo si può aggiungere una pronazione eccessiva della sub-astragalica che può creare un carico valgo eccessivo.

- La rotazione esterna del ginocchio spesso avviene in concomitanza con un valgo eccessivo. Essa posiziona la tuberosità tibiale ed il tendine patellare in una posizione laterale rispetto alla posizione distale del femore, aumentando la forza di curvatura laterale sulla patella (FIG.1.8). Spesso un'eccessiva rotazione esterna del ginocchio è espressa da una intrarotazione del femore rispetto a una posizione inferiore della gamba fissa o quasi fissa. La persistenza di questa postura durante attività di carico può verificarsi a causa della ridotta forza o ridotto controllo neuromuscolare dei muscoli rotatori esterni dell'anca, dalla rigidità dei muscoli rotatori interni dell'anca o come compensazione per l'antiversione femorale eccessiva.

- La rotazione interna del ginocchio, associata spesso ad un'eccessiva pronazione della subtalare nella fase iniziale o di oscillazione della camminata, potrebbe essere compensata da un'eccessiva rotazione interna del femore, aumentando quindi la sollecitazione sull'articolazione femoro-patellare

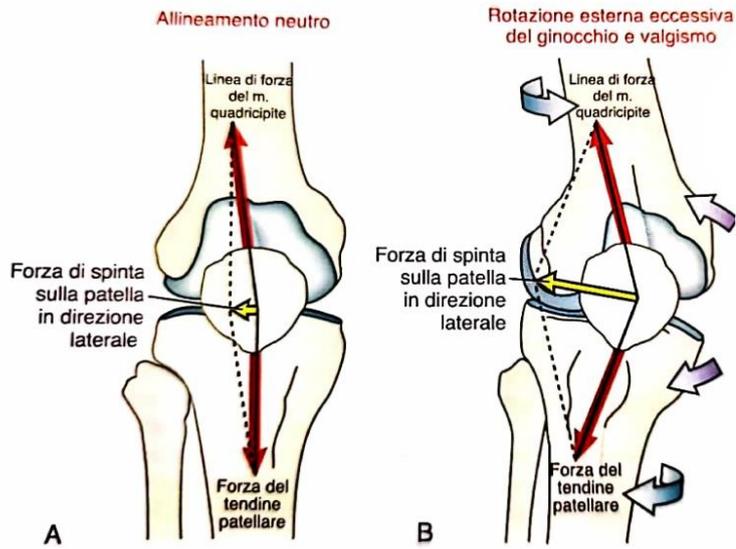


FIGURA 1.8 (A) Forza di spinta sulla patella con ginocchio in allineamento neutro. (B) Aumentata forza di spinta laterale in condizioni di rotazione esterna eccessiva e valgismo del ginocchio.

CAPITOLO 2

La Sindrome femoro-rotulea

2.1 Definizione

La PFPS può essere definita come una condizione di dolorabilità anteriore del ginocchio, che coinvolge la zona rotulea e perirotulea, escludendo nel contesto clinico patologie articolari o condrali e lesioni traumatiche (3).

Le persone con PFPS presentano quindi tipicamente dolore diffuso con insorgenza insidiosa; questa condizione può essere aggravata da attività come accovacciarsi, salire o scendere scale o mantenere la posizione seduta con ginocchia flesse per lungo tempo. I casi possono essere lievi con piccoli fastidi o possono essere così gravi da limitare lo svolgimento delle normali attività quotidiane. (2)

L'esatta patogenesi è sconosciuta e può coinvolgere fattori neurologici, genetici, neuromuscolari o biomeccanici che agiscono sia da soli sia in associazione.

Tale condizione colpisce più frequentemente persone relativamente giovani ed attive ed è spesso associata ad attività da eccessivo uso, ma può colpire anche persone sedentarie o senza storia di trauma o over-use. Questa condizione potenzialmente disabilitante rappresenta circa il 30% di tutti i disturbi del ginocchio nelle donne e il 20% negli uomini (2).

2.2 Eziologia

La PFPS non specifica è definita come una condizione multifattoriale, Il dolore si ipotizza possa essere generato da varie strutture, ad esempio dall'inserzione dei muscoli estensori, dai retinacoli, dal corpo adiposo di Hoffa e dall'osso subcondrale. Inoltre meccanismi centrali come la diminuzione della soglia del dolore e meccanismi sensoriali alterati possono avere un ruolo nella genesi del dolore (4).

Alterazioni della normale biomeccanica articolare concorrono ad accentare lo stress sulle strutture anteriori del ginocchio, dando luogo ad status infiammatorio acuto e successivamente cronico.

Possiamo suddividere le possibili cause eziologiche in 3 gruppi:

- 1) MALTRACKING ROTULEO: scorrimento rotuleo non corretto con aumento della traslazione laterale della rotula, dovuto a fattori muscolari o articolari
- 2) ANOMALIE ROTULEE: ipermobilità rotulea e anomalie articolari rotulee
- 3) ALTRE CAUSE: rientrano nel campo della teoria del sovraccarico, soprattutto in atleti e dei fattori psicologici.

2.3 Maltracking rotuleo

Come detto in precedenza, “Patellar Tracking” può essere alterato da squilibri di forze attive e passive che vanno a modificare i normali profissi fisiologici e biomeccanici durante i complessi movimenti articolari del ginocchio.

Uno squilibrio tra le forze rotulee mediali e laterali può essere evidenziato da una brusca deviazione della rotula, conosciuta come il segno di “J” (FIG 2.1). Questo segno di "J" può essere osservato con il paziente supino o seduto e ginocchio esteso da una posizione flessa. La deviazione laterale della rotula può essere osservata durante la fase terminale dell'estensione (3).

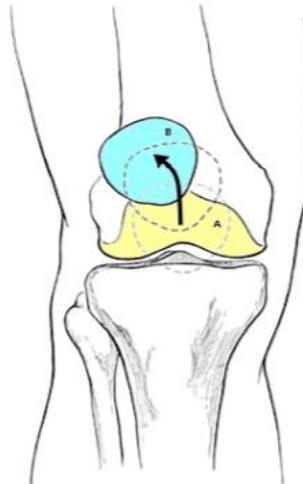


FIGURA 2.1 : Il segno di “J” dovuto ad un'eccessiva deviazione laterale della rotula

Per queste variazioni della corretta cinematica femoro-rotulea, possiamo ricercare dei fattori potenzialmente predisponenti:

- VALORE ANGOLO Q: questo angolo è una misura statica del vettore di forza del quadricipite formato dalla linea passante tra la spina iliaca antero-superiore e il punto medio-centrale della rotula e la linea passante tra il punto medio rotuleo e il tubercolo tibiale (FIG.1.6). Il valore normale dell'angolo Q è $3.5 \pm 4.5^\circ$ (in soggetti sani tra i 18 e i 35 anni).

Un aumento dell'angolo potrebbe portare a maggiori forze laterali agenti sulla rotula, ma bisogna sottolineare come l'uso dell'angolo Q per predire la comparsa di dolore femoro-rotuleo sia controverso (5).

- VALGO DINAMICO: il valgo dinamico è una condizione di maltracking patellare senza aumento dell'angolo Q. In alcuni soggetti con dolore femoro-rotuleo si nota un aumento dell'adduzione dell'anca ed intrarotazione del femore e/o della tibia, comportando poi una lateralizzazione della rotula. Questo fattore può essere causato da debolezza dei muscoli stabilizzatori dell'anca e fattori come l'eversione del retropiede o piede pronato (3)

- SQUILIBRI MUSCOLARI: Buona parte della letteratura scientifica ha un orientamento volto verso l'incoordinazione tra l'attività muscolare del vasto mediale obliquo e quello laterale come un fattore eziologico primario. È anche evidenziabile che un decremento dei livelli di forza, in particolar modo del VMO (Vasto Mediale Obliquo), può andare ad alterare il meccanismo sinergico di co-contrazione dei due vasti. Questa disfunzione va a interferire sul comportamento biomeccanico della rotula, durante i movimenti di flessione/estensione del ginocchio. Alterazioni della normale biomeccanica articolare concorrono ad accentare lo stress sulle strutture anteriori del ginocchio, dando luogo ad status infiammatorio acuto e successivamente cronico. (5)

- RIGIDITÀ O ACCORCIAMENTO STRUTTURE LATERALI:

Un'eccessiva rigidità del tratto ileotibiale può provocare una tensione laterale sulla rotula tramite le fibre di Kaplan (5).

- **ECESSIVA TENSIONE HAMSTRING** : secondo uno studio di White et al. (6) , pazienti con PFPS potrebbero presentare una rigidità eccessiva dei muscoli ischiocrurali, mentre Patil et al. (7) riportano una contrazione precoce dei muscoli postero-laterali, determinando un pattern favorente una rotazione esterna della tibia sul femore con conseguente maltracking laterale della rotula.
- **RIDOTTA INCLINAZIONE SACRALE**: Anche una riduzione sacrale può determinare una condizione di eccessiva tensione posteriore, andando a creare un momento di flessione maggiore durante la seconda parte della fase di appoggio nel ciclo del passo, aumentando così lo stress articolare. (5)

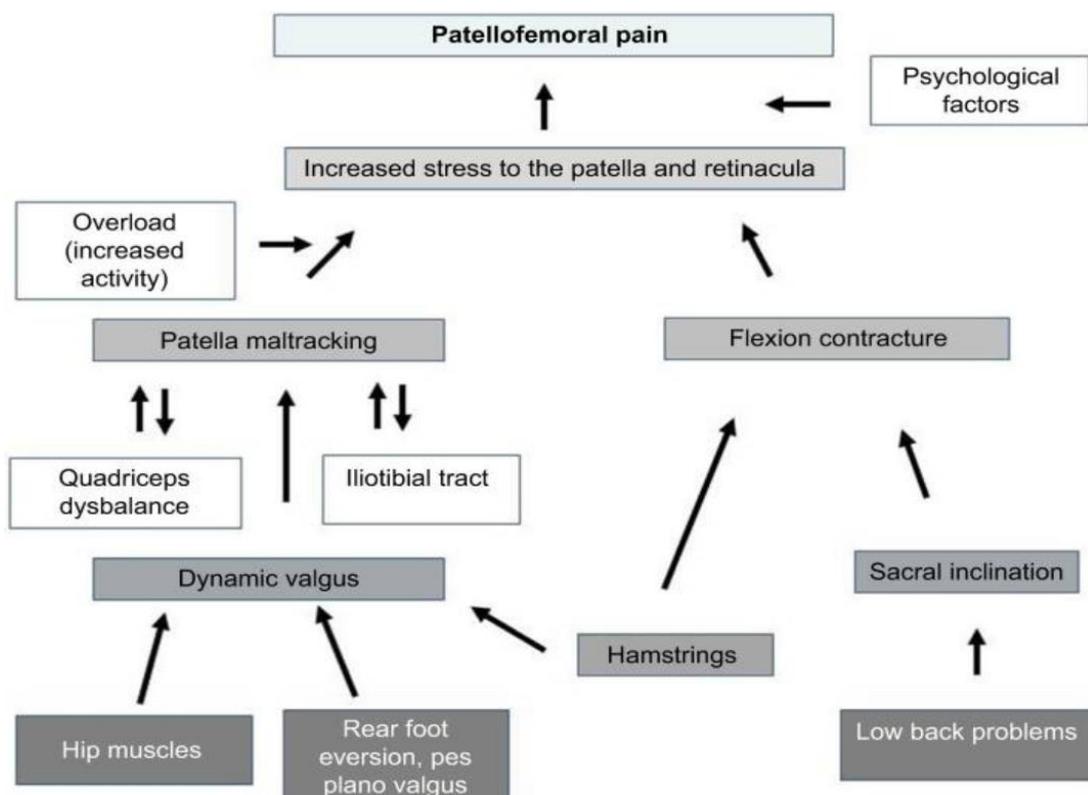


FIGURA 2.2: Schema dei possibili fattori biomeccanici correlati all'insorgenza della PFPS (5)

2.4 Diagnosi

La diagnosi clinica non è ben definita ma si basa su esclusioni di altre condizioni traumatiche, lesionali o patologiche; tuttavia la condizione può essere identificata attraverso un gruppo di disfunzioni che determinano una variazione netta della funzione di estensione del ginocchio del paziente (8).

Dal punto di vista diagnostico l'RX tipicamente non dimostra fattori strettamente associati a tale sindrome ma può essere utile per escludere altre cause di dolore; allo stesso modo la risonanza magnetica, anche se non raccomandata per una valutazione iniziale, può aiutare a identificare, e quindi escludere, patologie correlate alla cartilagine, ai legamenti o a cambiamenti dello spazio articolare.

La diagnosi differenziale di PFPS è quindi fondamentale. Per la maggior parte dei clinici una storia accurata ed un esame clinico sono sufficienti per fare una diagnosi di PFPS. I sintomi comuni includono stiffness e/o dolore articolare, dopo lo stare seduti, dolore successivo ad attività funzionale e/o sportiva, come salire e scendere le scale, squat o corsa in salita.

Se si chiede di localizzare il dolore, molti pazienti con PFPS descrivono un dolore tipico "dietro a", "sotto a " o "intorno a " la rotula ed alcuni possono lamentare cedimenti a carico del ginocchio. Questo non rappresenta una vera instabilità patellare, ma piuttosto l'inibizione transitoria del quadricipite a causa del dolore.

L'esame sul paziente dovrebbe puntare a identificare le caratteristiche biomeccaniche che possono alterare gli equilibri dell'articolazione femoro-rotulea, come la deviazione laterale della rotula, che può essere osservata durante la fase finale della estensione del ginocchio, ed atteggiamenti di valgismo dinamico.

CAPITOLO 3

Materiali e Metodi

3.1 Scopo della ricerca

Lo scopo della presente revisione è quello di valutare l'efficacia dell'esercizio terapeutico mirato al rinforzo dei muscoli stabilizzatori d'anca nell'intervento fisioterapico su pazienti affetti da PFPS in termini di dolore e funzionalità, utilizzato separatamente o in aggiunta alle tipologie di esercizio più comuni focalizzate sul riequilibrio delle forze agenti direttamente sull'articolazione femoro-rotulea.

3.2 Criteri di eleggibilità degli studi

La ricerca degli studi è stata effettuata sulla base di specifici criteri di inclusione e di esclusione stabiliti a priori.

I criteri di inclusione ed esclusione utilizzati per la selezione sono riportati di seguito:

CRITERI DI INCLUSIONE:

PARTECIPANTI: popolazione di riferimento composta da soggetti affetti da PFPS come unica patologia in analisi.

INTERVENTO: studi che indaghino l'efficacia di interventi riabilitativi fisioterapici incentrati su esercizi di rinforzo degli stabilizzatori dell'anca. Studi con gruppo di controllo ricevente nessun trattamento o trattamento noto.

STUDIO: pubblicazioni di libero accesso in lingua inglese pubblicate dal 2009, reperibili online tramite ricerca del database, su studi controllati randomizzati

OUTCOME: studi che forniscano dati sull'efficacia dell'intervento per la riduzione del dolore e miglioramento della funzionalità

VALUTAZIONE: Punteggio scala PEDro maggiore o uguale a 6/10

CRITERI DI ESCLUSIONE:

PARTECIPANTI: popolazione di riferimento composta da soggetti con PFPS come non unica condizione clinica presente.

INTERVENTO: studi che indaghino l'efficacia di interventi fisioterapici non incentrati sull'esercizio di rinforzo dei muscoli stabilizzatori d'anca

STUDIO: pubblicazioni non di libero accesso, non in lingua inglese, pubblicate precedentemente all'ultimo decennio, studi che non siano RCT

OUTCOME: studi che non forniscano dati sull'efficacia dell'intervento per la riduzione del dolore e miglioramento delle funzionalità

VALUTAZIONE: Punteggio scala PEDro inferiore a 6/10

I database elettronici consultati per la ricerca degli studi sono stati Pubmed e PEDro.

3.3 Strategie di ricerca

I database elettronici consultati per la ricerca degli studi sono stati Pubmed e PEDro.

La ricerca si è incentrata su articoli che descrivessero studi RCT di trattamenti basati su esercizi di rinforzo dei muscoli stabilizzatori dell'anca e di correzione del valgismo dinamico; quindi la domanda di partenza è stata "L'esercizio terapeutico basato sul rinforzo dei muscoli stabilizzatori dell'anca risulta efficace nella riduzione del dolore e miglioramento della funzione nella PFPS?".

A tale scopo, è stata per prima consultata la piattaforma Pubmed con le seguenti parole chiave: "Patellofemoral pain syndrome treatment hip strength", con il risultato di 105 articoli, successivamente sono stati aggiunti dei limiti portando il numero degli articoli a 11:

- Anno di pubblicazione e di riferimento tra il 2009 ed il 2020
- RCT
- Free Full Text

Per quanto riguarda invece il database PEDro, sono state utilizzate come parole chiave "Patellofemoral pain syndrome treatment hip strengthening", riportando 19 articoli, per poi aggiungere ulteriori limiti previsti nella ricerca avanzata della piattaforma:

- Anno di pubblicazione e di riferimento tra il 2009-2020
- Clinical Trial

- 6/10 PEDro

Il risultato della ricerca è stato di 2 articoli, tra cui un duplicato con la ricerca Pubmed, per un totale di 12 articoli selezionati e sottoposti a screening di titolo ed abstract per l'applicazione dei criteri di inclusione ed esclusione.

3.4 Identificazione degli studi

| | PubMed | | PEDro |
|---|--------------|--|-------------|
| Key words: "Patellofemoral pain syndrome treatment hip strength" | 105 articoli | Key words: "Patellofemoral pain syndrome treatment hip strengthening" | 19 articoli |
| "Patellofemoral pain syndrome treatment hip strength"con limiti: - RCT - 2009-2020 - Free Full Text | 11 articoli | "Patellofemoral pain syndrome treatment hip strengthening" con limiti: - Ricerca avanzata - Clinical Trial - 2009-2020 - 6/10 PEDRO | 2 articoli |
| Articoli presi in considerazione dopo applicazione criteri di inclusione ed esclusione (lettura titolo ed abstract) | 5 articoli | | 1 articoli |
| Articoli selezionati dopo una lettura completa | 5 articoli | | 1 articoli |

3.5 Diagramma di flusso della ricerca

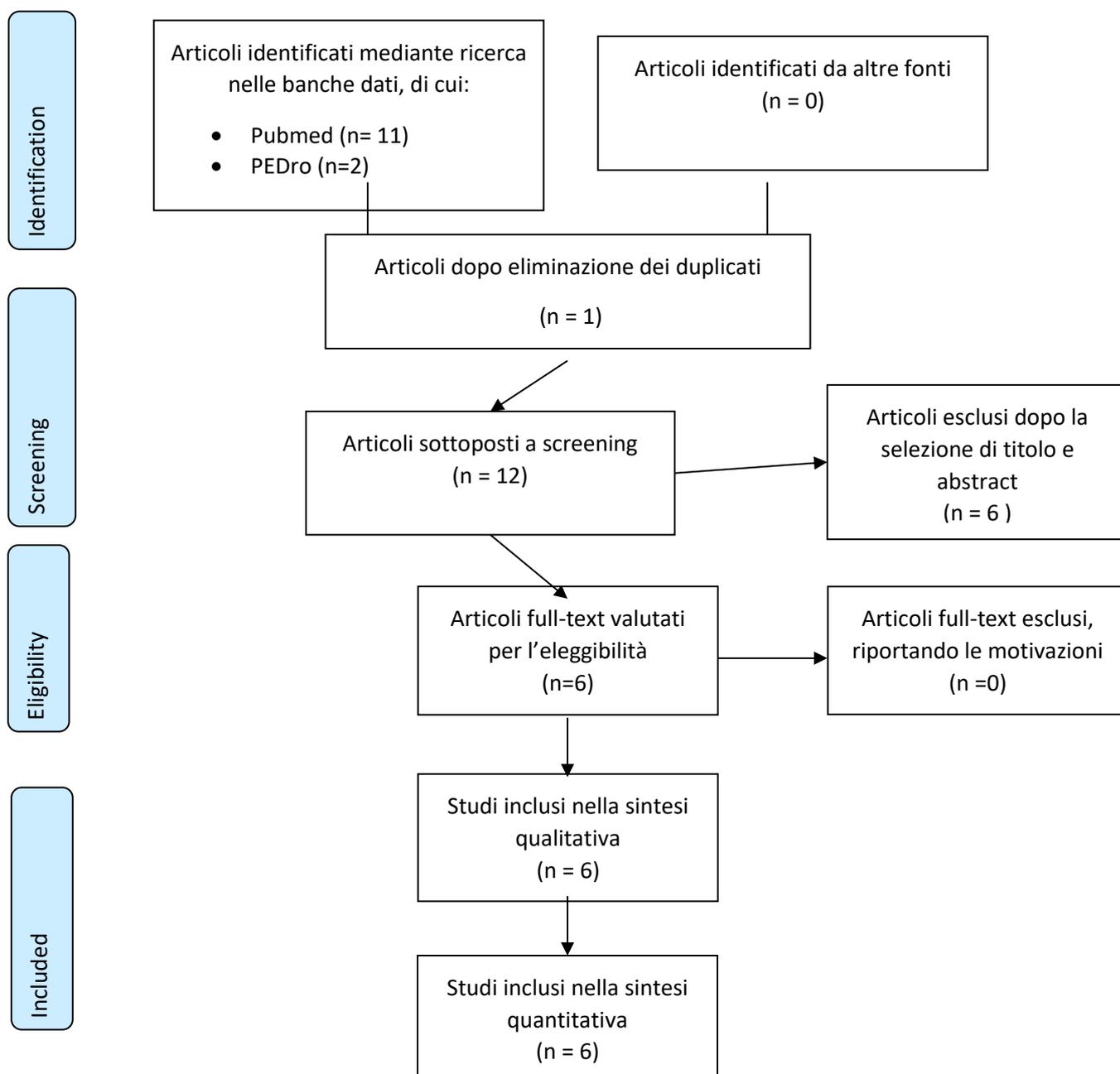


FIGURA 3.1: Diagramma di flusso della ricerca

CAPITOLO 4

Analisi della letteratura

4.1 Analisi della qualità metodologica

La qualità metodologica degli studi è stata analizzata utilizzando la scala PEDro, costituita da undici criteri (tabella), ma tenendo conto che il primo criterio (criterio di validità esterna) non viene considerato nel punteggio finale.

I criteri da 2 a 9 forniscono la misura di validità interna e gli ultimi due valutano se lo studio possiede informazioni statistiche sufficienti per renderne interpretabili i risultati (criteri 10 e 11).

Le opzioni di risposta per ogni item consistono in SI/NO, con assegnazione di un punto per ogni criterio rispettato

| CRITERIO | RISPOSTA |
|---|----------|
| 1. I criteri di eleggibilità sono stati specificati | SI/NO |
| 2. I soggetti sono stati assegnati in maniera randomizzata ai gruppi | SI/NO |
| 3. L'assegnazione dei soggetti era nascosta | SI/NO |
| 4. I gruppi erano simili all'inizio dello studio per quanto riguarda i più importanti indicatori prognostici | SI/NO |
| 5. Tutti i soggetti erano "ciechi" rispetto al trattamento | SI/NO |
| 6. Tutti i terapisti erano "ciechi" rispetto al tipo di trattamento somministrato | SI/NO |
| 7. Tutti i valutatori erano "ciechi" rispetto ad almeno uno degli obiettivi principali dello studio | SI/NO |
| 8. I risultati di almeno un obiettivo dello studio sono stati ottenuti in più' dell'85% dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi | SI/NO |
| 9. Tutti i soggetti analizzati al termine dello studio hanno ricevuto il trattamento (sperimentale o di controllo) cui erano stati assegnati oppure, se non è stato così, i dati di almeno uno degli obiettivi principali sono stati analizzati per "intenzione al trattamento" | SI/NO |
| 10. I risultati della comparazione statistica tra i gruppi sono riportati per almeno uno degli obiettivi principali | SI/NO |
| 11. Lo studio fornisce sia misure di grandezza che di variabilità per almeno uno degli obiettivi principali | SI/NO |

Tra i criteri di inclusione è stato inserito il punteggio della scala PEDro di almeno 6/10, poiché esso indica una qualità degli studi da moderata ad alta

| Critério | STUDIO 1 | STUDIO 2 | STUDIO 3 | STUDIO 4 | STUDIO 5 | STUDIO 6 |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | SI | NO | SI | SI | SI | SI |
| 2 | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 3 | SI | SI | SI | SI | NO | SI |
| 4 | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 5 | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| 6 | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| 7 | NO | SI | SI | NO | SI | SI |
| 8 | NO | SI | SI | SI | SI | SI |
| 9 | SI | SI | SI | SI | NO | NO |
| 10 | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 11 | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| TOT | 6/10 | 8/10 | 8/10 | 7/10 | 6/10 | 7/10 |

4.2 Descrizione degli studi

In seguito alla lettura in full text degli studi selezionati, vengono riportate le loro descrizioni:

STUDIO 1

- Titolo: “Strengthening of the Hip and Core Versus Knee Muscles for the Treatment of Patellofemoral Pain: A Multicenter Randomized Controlled Trial” (9)
- Anno: 2015
- Autori: Ferber R, Bolgla L, Earl-Boehm JE, Emery C, Hamstra-Wright K
- Tipo di studio: Randomized Controlled Trial
- Punteggio PEDro: 6/10
- Durata dello studio: 6 settimane
- Introduzione: Il dolore femoro-rotuleo consiste in una sindrome idiopatica caratterizzata da dolore nella zona perirrotulea, esacerbato a volte con attività fisica. In genere la ricerca e la pratica clinica si sono sempre focalizzate sulla funzionalità del muscolo quadricipite e sul suo equilibrio di azioni tra vasto mediale e vasto laterale al fine di evitare un eccessivo stress laterale all’articolazione patellofemorale. Più di recente invece tale sindrome è stata correlata con una riduzione di forza muscolare dell’anca e ad un indebolimento del CORE (inteso come muscoli addominali e muscoli del tronco che stabilizzano o muovono la colonna vertebrale), con alcuni RCT che hanno iniziato a comparare le tipologie di trattamento.
- Obiettivi: Questo studio si propone di comparare dolore, funzionalità e forza muscolare (ginocchio, anca e CORE) a seguito 6 settimane di protocollo riabilitativo differenziato in due gruppi: il gruppo HIP (con focus su anca e core) ed il gruppo KNEE (focus sul ginocchio), nei quali pazienti con PFPS sono divisi casualmente.

- Criteri di inclusione ed esclusione: Sono stati ammessi allo studio pazienti che soddisfacessero i seguenti criteri di inclusione:
 - 1) VAS durante attività di vita quotidiana della settimana precedente almeno di 3/10
 - 2) Insorgenza di sintomi non correlati a traumi persistenti per almeno 4 settimane.
 - 3) Dolore associato almeno a 3 dei seguenti elementi:
 - Durante attività o subito dopo
 - Posizione seduta prolungata
 - Salendo o scendendo scale
 - Effettuando uno squat

- Numero e caratteristiche dello studio: 199 partecipanti sono stati ammessi allo studio in seguito allo screening di 721 pazienti affetti da PFPS (66 men (31.2%), 133 women (66.8%), age 29.0 +/- 7.1 years, height 170.4 +/- 9.4 cm, weight 67.6 +/- 13.5 kg)

- Randomizzazione: i soggetti sono stati randomizzati in due gruppi, HIP (N=111) e KNEE (N=88)

- Misure di Outcome: gli outcome primari utilizzati sono stati la scala VAS (Visual analog Scale) e Anterior Knee Pain Scale, con follow-up settimanale. Inoltre al termine delle 6 settimane sono stati valutati forza muscolare (estensori anca, rotatori anca, estensori ginocchio) e resistenza del Core.

- Descrizione degli interventi: Per 6 settimane i soggetti sono stati sottoposti ad intervento riabilitativo secondo il protocollo del gruppo di appartenenza con 3 sedute settimanali. La progressione degli esercizi e variazioni sono state programmate sulla base dei feedback dei pazienti, dolore, gonfiore e sintomi durante il periodo riabilitativo. È stato inoltre consegnato un opuscolo per gli esercizi domiciliari in cui registrare e monitorare anche la conformità del protocollo.

Per quanto riguarda il gruppo HIP sono stati proposti esercizi con intensità progressiva, la maggior parte per il rinforzo dei muscoli dell'anca e del CORE: le prime 2 settimane prevedevano esercizi di abduzione, extrarotazione ed intrarotazione d'anca, alcuni in piedi e alcuni da seduto divisi in 3 serie da 10 ripetizioni. Successivamente nella terza settimana vi è stata aggiunta la resistenza di una banda elastica ed esercizi di equilibrio bipodalico su cuscinetto instabile.

Infine dalla quarta alla sesta settimana si è passati ad esercizi di equilibrio monopodalico su cuscinetto ed esercizi sempre per l'anca ma con aumento di ripetizioni e sempre in stazione eretta. Il soggetto doveva sempre raggiungere le ultime ripetizioni affaticato ma comunque in grado di mantenere la giusta stabilità. Per il gruppo KNEE invece il protocollo si focalizzava maggiormente sul rinforzo del muscolo quadricipite: partendo da esercizi di isometria, estensioni e un quarto di squat (3 serie da 10 ripetizioni per estensioni e squat e 10 secondi per l'isometria), la seconda settimana si è progredito a 15 secondi di isometria, raggiunto il mezzo squat e aggiunto l'utilizzo della banda elastica nelle estensioni, aumentando le ripetizioni a 15.

Dalla terza e quarta settimana sono stati poi inseriti esercizi di squat monopodalico, squat alla parete, affondi e step, il tutto protratto in maniera progressiva fino alla sesta settimana.

- **Risultati:** Il successo terapeutico del trattamento è stato definito a priori come una riduzione della scala VAS di almeno due punti e/o un aumento di almeno 8 nel punteggio AKPS alla fine delle sei settimane di trattamento. I pazienti che al termine di periodo non hanno raggiunto tale successo terapeutico sono stati assegnati ad ulteriori due settimane di trattamento con consiglio di sottoporsi a visita medica per investigare eventuali altri disordini (degenerazioni, lesioni ecc.).

Dei 199 pazienti con PFP, abbiamo 157 pazienti (78,9%) in cui si è raggiunto il successo terapeutico stabilito a priori, e 42 (21,1%) senza successo. In particolare, il risultato è stato raggiunto in 89 dei 111 pazienti (80,2%) coinvolti nel protocollo HIP e 68 degli 88 pazienti (77%) coinvolti nel protocollo KNEE.

L'analisi dei follow up ha mostrato che i pazienti coinvolti nel protocollo HIP hanno avuto una significativa riduzione del dolore a partire dalla terza settimana del programma di riabilitazione, mentre quelli coinvolti nel protocollo KNEE a partire dalla quarta.

Per la funzionalità invece un aumento significativo del punteggio AKPS in entrambi i gruppi è stato registrato a partire dalla seconda settimana.

Infine, per quanto riguarda la forza muscolare, entrambi i gruppi hanno riportato miglioramenti, maggiori però in pazienti HIP per i muscoli abduttori, estensori e resistenza del CORE.

- Discussioni: Lo scopo principale di questo studio RCT era quello di confrontare le misure di dolore e di funzionalità in pazienti con PFP randomizzati in un protocollo di riabilitazione focalizzato su anca e CORE o sul quadricipite. Abbiamo ipotizzato maggiori miglioramenti nel dolore e nella funzione per i pazienti coinvolti nel protocollo HIP rispetto a quelli coinvolti nel protocollo KNEE, ma a differenza dell'ipotesi iniziale, in entrambi i protocolli di riabilitazione i pazienti hanno riferito miglioramenti simili nel dolore e nella funzione.

Questi risultati sono stati in contrasto con i recenti studi che hanno mostrato come l'aggiunta di esercizi di rinforzo dell'anca ad un protocollo di riabilitazione focalizzato sul ginocchio portino spesso a risultati migliori rispetto al solo programma del ginocchio. Invece, a sostegno parziale dell'ipotesi, i pazienti con PFP coinvolti nel protocollo HIP hanno riferito risultati positivi nei punteggi VAS con un tempo ridotto rispetto all'altro gruppo, cioè alla terza settimana contro la quarta del KNEE.

- Conclusioni: In definitiva, entrambi i gruppi hanno ottenuto risultati nel miglioramento del dolore e funzionalità, ma nel gruppo focalizzato sul lavoro di anca e CORE si è riscontrato in media un tempo inferiore per il raggiungimento dell'obiettivo.

STUDIO 2

- Titolo: "Is hip strengthening the best treatment option for females with patellofemoral pain? A randomized controlled trial of three different types of exercises". (10)
- Anno: 2018
- Autori: Saad MC, Vasconcelos RA, Mancinelli LVO, Munno MSB, Liporaci RF, Grossi DB.
- Tipo di studio: Randomized Controlled Trial
- Punteggio PEDro: 8/10
- Durata dello studio: 8 settimane
- Introduzione: Per la PFPS, il ruolo degli stabilizzatori dell'anca sono stati oggetto di diversi studi negli ultimi anni, non considerando solo lo squilibrio dei vasti del quadricipite come causa del maltracking rotuleo. Infatti a volte in soggetti con tale sindrome si presenta uno squilibrio pelvico ed un aumento della rotazione interna del femore durante attività, portando all'inserimento nei trattamenti di esercizi per il rinforzo degli stabilizzatori dell'anca, in particolare abduttori e rotatori.
- Obiettivi: L'obiettivo dello studio era quello di valutare l'effetto di 3 tipologie di esercizi in pazienti con PFPS e verificare il contributo di ciascuno di essi nella riduzione del dolore, miglioramento della funzionalità e nella cinematica dell'arto inferiore
- Criteri di inclusione ed esclusione: Sono stati selezionati soggetti di sesso femminile con dolore di intensità almeno 3/10 della scala VAS per almeno tre mesi precedenti all'inizio dello studio che rispettassero tali criteri di inclusione:
 - 1) Insorgenza insidiosa dei sintomi

- 2) Dolore retropatellare o peripatellare in almeno due attività tra salire e scendere scale, correre, inginocchiamento, squat, posizione seduta prolungata e salto.

I soggetti sono stati sottoposti anche a dei criteri di esclusione:

- 1) Precedente intervento chirurgico al ginocchio
 - 2) Storia di lesioni o dolore articolari per ginocchio, anca, caviglia e schiena
 - 3) Instabilità rotulea
 - 4) Lesione o dolore durante palpazione o test in qualsiasi struttura del ginocchio
- Numero e caratteristiche dello studio: sono stati inclusi nello studio 40 partecipanti su 72 valutati
- Randomizzazione: I soggetti sono stati assegnati casualmente a uno di quattro gruppi: il gruppo rafforzamento del quadricipite (QG), il gruppo di rinforzo dell'anca (HG), il gruppo di stretching (SG) ed il gruppo di controllo senza trattamento (CG); il tutto attraverso un software statistico.
- Misure di Outcome: sono state effettuate valutazioni iniziali e finali sul dolore (utilizzando scala VAS), sulla funzionalità (con punteggio AKPS), forza muscolare (con dinamometro isometrico) e sul valgo dinamico (tramite valutazione durante attività funzionali).
- Descrizione degli interventi: ai pazienti inclusi nei gruppi di trattamento sono state somministrate due sedute da 50 minuti a settimana, con una pausa minima di 24 ore tra una sessione e l'altra, tutte eseguite individualmente e supervisionate dallo stesso fisioterapista.
- Gruppo rinforzo Quadricipiti (QG): Gli esercizi di questo gruppo si sono concentrati specificamente sul rafforzamento dei quadricipiti (FIG.4.1)
 - Gruppo HIP (HG): Questo gruppo ha eseguito esercizi per rafforzare i muscoli stabilizzanti dell'anca. (FIG.4.2)
 - Gruppo di stretching (SG): In questo gruppo il fisioterapista ha monitorato i pazienti durante gli esercizi di stretching per tutti i muscoli coinvolti nella stabilizzazione del ginocchio e dell'anca. (FIG.4.3)

- Gruppo di controllo (CG): I pazienti di questo gruppo non hanno avuto alcun tipo di intervento per otto settimane, ma sono stati testati all'inizio del programma e alla fine come gli altri 3 gruppi.

- Risultati:

- Dolore: la scala VAS ha rivelato che, ad eccezione del CG, tutti i gruppi hanno avuto miglioramenti post trattamento, ma il confronto tra gruppi non ha mostrato significative differenze tra loro.
- Funzione: anche il punteggio AKPS ha mostrato miglioramenti nei gruppi di trattamento, tranne il CG, ma senza variazioni sostanziali tra di loro.
- Forza: è stato rilevato un aumento di forza nel gruppo HG (abduttori, adduttori, rotatori ed estensori), QG (flessori anca e ginocchio), riduzione della forza degli estensori d'anca nel CG e nessuna variazione nello SG.
- Cinematica: Nella prova di discesa dallo step entrambi i gruppi QG e HG hanno riscontrato miglioramento nei modelli di movimento. L'80% degli individui HG presentava ginocchio valgo e il 20% ginocchio varo. Dopo il trattamento, nel 30% degli individui persisteva ancora un valgismo, mentre il 70% presentava un maggior varismo. Per il QG invece, inizialmente i soggetti con valgismo erano l'88.89% degli individui, mentre per il varismo l'11.11%. Post-trattamento invece le percentuali si sono ribaltate, con 11,11% valgo e 88,89%.

Per la salita dello step invece solo l'HG ha avuto miglioramenti. Prima del trattamento, il valgismo era presente in tutti i soggetti, mentre dopo il trattamento, persisteva solo nel 40%.

- Discussione: Per dolore e funzione tutte le tipologie di trattamento sono state ugualmente efficaci. Tali risultati hanno constatato che la prescrizione di esercizi di stretching hanno contribuito ad alleviare il dolore e migliorare la funzionalità in modo simile ai programmi di rinforzo anca e ginocchio per pazienti affetti da PFP. Infatti la riduzione della lunghezza del tendine del ginocchio potrebbe comportare un aumento dello stress sull'articolazione patello-femorale, quindi una maggiore flessibilità potrebbe essere utile nel ridurre tale stress.

- Conclusioni: Gli esercizi di rinforzo dell'anca non si sono rivelati più efficaci in termini di dolore e funzione rispetto agli esercizi di rinforzo del quadricipite o di stretching dopo 8 settimane di trattamento.



FIGURA 4.1: Esercizio di rinforzo per quadricipite, mezzo squat alla parete in isometria



FIGURA 4.2: Esercizio di rinforzo estensori, abduttori ed extrarotatori d'anca (A posizione iniziale, B posizione intermedia, C posizione finale)



FIGURA 4.2: Esercizi di stretching per Ischiocrurali (A posizione supina, B posizione seduta)

STUDIO 3

- Titolo: “Closed kinetic chain exercises with or without additional hip strengthening exercises in management of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial”. (11)
- Anno: 2013
- Autori: M M Ismail, M H Gamaleldein, K A Hassa
- Tipo di studio: Randomized Controlled Trial
- Punteggio PEDro: 8/10
- Durata dello studio: 6 settimane
- Introduzione: La sindrome femoro-rotulea (PFPS) è una condizione molto frequente nella fisioterapia ortopedica: i suoi segni clinici principali includono dolore diffuso peripatellare o retropatellare esacerbato da attività dinamiche come scale, salto, squat o posizione seduta prolungata. Un’eccessiva trazione laterale sulla patella è considerata come un importante fattore predisponente la sindrome e tra le sue possibili cause abbiamo un disequilibrio tra vasto mediale e vasto laterale del quadricipite, tensione degli ischiocrurali, retinacoli o bandelletta ileotibiale ed eccessiva pronazione dell’articolazione subtalare. Oltre a questi fattori potremmo aggiungere una debolezza dei muscoli stabilizzatori dell’anca, per via del loro importante ruolo nel controllo di tutto l’arto inferiore sul piano trasverso e frontale.
- Obiettivi: L’obiettivo dello studio era quello di valutare l’effetto degli esercizi a catena cinetica chiusa (CKC) nel dolore della PFPS, confrontato con lo stesso protocollo ma con aggiunta di esercizi di rinforzo dell’anca a catena cinetica aperta.

- Criteria di inclusione ed esclusione:

CRITERI DI INCLUSIONE:

- Dolore anteriore o retropatellare in almeno due attività tra salita scale, squat, corsa, inginocchiamento, salto o seduta prolungata
- Inizio insidioso dei sintomi senza traumi
- No interventi fisioterapici precedenti

CRITERI DI ESCLUSIONE:

- Condizioni patologiche o lesioni strutturali
- Lussazioni o sublussazioni patellari
- Precedenti interventi chirurgici al ginocchio e/o anca
- Osteoartrite anca e/o ginocchio
- Altre condizioni che influenzano forza muscolare come diabete mellito o artrite reumatoide

- Numero e caratteristiche dello studio: 32 soggetti tra i 18 e i 30 anni assegnati in maniera casuale in due gruppi

- Randomizzazione: I soggetti sono stati suddivisi casualmente in un gruppo CKC (16 pazienti, 11 donne e 5 uomini) e in un gruppo CKC + rinforzo anca come gruppo di controllo CO (16 pazienti, 12 donne, 4 uomini)

- Misure di Outcome: Gli outcome primari scelti sono stati dolore e funzione, valutati all'inizio e alla fine delle 6 settimane di trattamento, mentre tra i secondari abbiamo il momento torcente concentrico-eccentrico degli abduttori ed extrarotatori dell'anca.

- Dolore: attraverso la scala VAS (0-10, 0 nessun dolore, 10 massimo dolore): ai pazienti è stato chiesto di registrare il dolore medio riscontrato durante la settimana precedente
- Funzione: Kujala questionnaire
- Momento torcente abduttori ed extrarotatori d'anca: misurati tramite dinamometro

- Descrizione degli interventi: a ogni paziente in ciascun gruppo sono state somministrate 3 sedute fisioterapiche supervisionate per 6 settimane, con un programma di esercizi a catena cinetica chiusa e istruzioni per lo stretching tradizionale degli ischiocrurali, bandelletta ileotibiale, gastrocnemio e quadricipite. Nel gruppo CO sono stati poi aggiunti esercizi per l'abduzione ed extrarotazione d'anca. Il programma di esercizi CKC prevedevano mini squat alla parete, step up avanti, step up dietro, step up laterale ed estensioni del ginocchio negli ultimi gradi con elastico.

- Risultati:
 - Dolore e funzione: in entrambi i gruppi è stato riscontrato un miglioramento in termini di dolore e funzione, con una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi a favore del gruppo di controllo CO.
 - Forza: al termine delle 6 settimane di trattamento si è registrato un miglioramento dei valori di forza dei muscoli dell'anca, ma senza differenze statisticamente significative tra i due gruppi.

- Discussioni: i risultati dello studio indicano che la combinazione tra esercizi CKC e rinforzo muscolare dell'anca possa dare buoni risultati nella riduzione del dolore e miglioramento della funzione, in quanto il rinforzo dei muscoli stabilizzatori dell'anca permette di migliorare il controllo in dinamica di tutto l'arto inferiore. Il punto di debolezza del presente studio è rappresentato dal numero esiguo di partecipanti a ciascun gruppo.

- Conclusioni: I migliori risultati nella riduzione del dolore e miglioramento della funzionalità del gruppo CO supportano l'utilizzo del rinforzo per i muscoli abduttori ed extrarotazione d'anca combinato con esercizi CKC con particolare focus sul vasto mediale.

STUDIO 4

- Titolo: “The effect of valgus control instruction exercises on pain, strenght and functionality in active females with patellofemoral pain syndrome” (12)
- Anno: 2019
- Autori: Emamviridi M, Letafatkar A, Khaleghi Tazji M
- Tipo di studio: Randomized Controlled Trial
- Punteggio PEDro: 7/10
- Durata dello studio: 6 settimane
- Introduzione: La sindrome femoropatellare (PFPS) è la causa più comune di dolore al ginocchio nelle atlete e si ritiene possa dipendere da squilibri di forza nel movimento rotuleo durante la flessione ed estensione del ginocchio. Un eccessivo valgismo nel ginocchio può favorire tale condizione, pertanto correggere l’allineamento dinamico degli arti inferiori è suggerito come strategia importante nel trattamento riabilitativo.
- Obiettivi: L’obiettivo di questo studio è stato quello di valutare l’effetto degli esercizi sul controllo del valgismo (VCI) nella riduzione del dolore e nel miglioramento della cinematica dell’arto inferiore
- Criteri di inclusione ed esclusione: Le atlete incluse nello studio dovevano presentare dolore anteriore al ginocchio di 3 punti o più nella scala VAS, per almeno 8 settimane prima della valutazione o dolore anteriore o retropatellare durante almeno 3 delle seguenti attività:
 - Salire/scendere scale
 - Accovacciamento
 - Corsa
 - Inginocchiamento

- Salto
- Posizione seduta prolungata

I criteri di esclusione includevano invece patologie specifiche, lesioni, interventi chirurgici agli arti inferiori e palpazioni dolorose

- Numero e caratteristiche dello studio: 64 giocatrici di volley con stessi anni di esperienza, tra 18 e 25 anni.
- Randomizzazione: Le pazienti sono state assegnate in maniera casuale nel gruppo di lavoro VCI (n=32) e nel gruppo di controllo (n=23).
- Misure di Outcome: Le misure di outcome scelte, valutate all'inizio e alla fine delle 6 settimane di trattamento, sono state: dolore tramite scala VAS, funzione tramite test per l'arto inferiore, forza degli abduttori e rotatori esterni e l'angolo di valgismo del ginocchio durante il single-leg squat.
- Descrizione degli interventi: Nel gruppo di lavoro VCI è stato presentato un protocollo di esercizi già utilizzato in studi precedenti. L'esecuzione corretta e non corretta degli esercizi sono state sempre mostrate prima di iniziare, assieme a continui feedback sul controllo pelvico e del ginocchio durante gli esercizi, questi ultimi eliminati nelle 4 sedute finali per permettere al meglio l'autocorrezione. Ogni seduta prevedeva 15 minuti di lavoro aerobico e 45 minuti di esercizi specifici, l'intensità veniva aumentata ogni 2 settimane, una volta apprese le corrette tecniche. Per il gruppo di controllo invece non sono stati previsti trattamenti se non le sole istruzioni scritte per le correzioni posturali e sul miglioramento della salute generale; questo gruppo è stato valutato all'inizio e alla fine del periodo di trattamento e i suoi componenti si sono recati in clinica due volte a settimana per ricevere trattamenti di ghiaccio o caldo a secondo della loro esigenza.
- Risultati: Per tutti i parametri valutati, quindi dolore, funzione e performance, forza e valgismo, ci sono state variazioni significative solo nel gruppo sperimentale, nessuna differenza statisticamente rilevante nel gruppo di controllo.

- Discussioni: Nel presente studio, si è registrato un miglioramento statisticamente significativo del dolore all'interno del gruppo sperimentale ($P = 0,000$), mentre non vi è stato alcun miglioramento statisticamente significativo nel gruppo di controllo ($P = 0,459$). Sono state anche riscontrate differenze tra i due gruppi per il rapporto tra la forza degli abduttori e il momento meccanico eccentrico degli adduttori alla fine del periodo di trattamento. La forza muscolare degli abduttori ed extrarotatori sembra essere più bassa negli individui con PSFPS, aumentando la possibilità di rotazione interna dell'anca durante movimenti funzionali e quindi di valgismo. Per questo alcuni studi hanno dimostrato che il rinforzo muscolare dell'anca può aiutare i pazienti a mantenere un miglior controllo di tutto l'arto inferiore.

Il miglioramento significativo del rapporto tra forza degli abduttori e adduttori dell'anca va ad indicare un potenziale degli esercizi VCI nell'aiutare a correggere i problemi di tracking rotuleo e nel ridurre dolore e valgismo.

- Conclusioni: Il miglioramento delle performance e la riduzione dell'angolo di valgismo del ginocchio durante azioni funzionali possono essere ricondotti ad un aumento del rapporto tra abduttori e adduttori e tra extrarotatori ed intrarotatori dell'anca.

Gli esercizi VCI possono quindi aiutare a correggere il valgismo del ginocchio attraverso la rieducazione del controllo motorio. Pertanto, il protocollo di esercizio VCI può essere raccomandato per i pazienti con PFPS, portando ad un miglioramento della sintomatologia dolorosa.

STUDIO 5

- Titolo: The effect of hip and knee exercises on pain, function, and strenght in patiens with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial (13)
- Anno: 2016
- Autori: Sahin M, Ayhan FF, Borman P, Atasoy H
- Tipo di studio: Randomized Controlled Trial
- Punteggio PEDro: 6/10
- Durata dello studio: 12 settimane
- Introduzione: Solitamente il trattamento della PFPS si è concentrato soprattutto sul riequilibrio delle azioni tra vasto mediale e laterale del muscolo quadricipite, ma nei recenti anni l'attenzione è salita sull'importanza dei muscoli abduttori ed extrarotatori dell'anca nel mantenimento di una corretta dinamica di tutto l'arto inferiore che permetterebbe di ridurre lo stress dell'articolazione femoro-rotulea.
- Obiettivi: L'obiettivo di tale studio è stato quello di indicare l'effetto in termini di dolore, funzione e forza muscolare isocinetica dell'aggiunta di esercizi di rinforzo dell'anca ai classici esercizi per il ginocchio, in un campione di pazienti composto da donne giovani con stile di vita sedentario.
- Criteri di inclusione ed esclusione: I criteri di inclusione sono stati i seguenti:
 - Stile di vita sedentario ed età tra i 20 e 45 anni
 - Completa escursione articolare del ginocchio
 - Presenza di dolore al ginocchio durante almeno 3 delle seguenti attività: salire e scendere scale, accovacciarsi, saltelli/corsa e posizione seduta prolungata
 - Insorgenza insidiosa non correlata a trauma e persistenza dei sintomi per almeno 4 settimane

- un punteggio di almeno 3/10 sulla scala VAS
- presenza di dolore alla palpazione rotulea
- presenza di dolore a scendere uno scalino di 25cm o durante uno squat bipodalico

Per quanto riguarda invece i criteri di esclusione abbiamo:

- lesioni significative agli arti inferiori
 - Interventi chirurgici pregressi al ginocchio
 - Patologie intrarticolari, lesioni meniscali o legamentose
 - Lassità tendinee
 - Sublussazioni o dislocazioni rotulee
 - Segni di apprensione rotulea
 - dolore riferito all'anca o alla schiena
 - distorsione
 - utilizzo di farmaci antinfiammatori
- Numero e caratteristiche dello studio: Sono stati inclusi 55 partecipanti su 73 valutati (mean age: 34.1 ± 6.2 years; mean BMI: 25.9 ± 3.9 kg/m²)
- Randomizzazione: Le pazienti sono state suddivise in due gruppi in maniera casuale, utilizzando 56 biglietti numerati 1 o 2 pescati in una scatola. Il gruppo A (N=27) prevedeva la somministrazione del protocollo per il solo ginocchio, mentre gli esercizi per l'anca sono stati inseriti nel gruppo B (N=28)
- Drop-out: vi è stato fenomeno di drop-out per 5 pazienti, portando a 50 il numero finale di pazienti analizzate al termine delle 12 settimane
- Misure di Outcome: Dolore tramite la scala VAS; un risultato significativo è stato considerato come una riduzione di almeno un punto, misurato in 9 diverse attività (riposo, in piedi, di corsa, posizione seduta prolungata, in ginocchio, accovacciamento, scale. Il livello di attività funzionale tramite il questionario Kujala Anterior Knee Pain Scale (AKPS, punteggio da 0 a 100, con 100 che indica nessuna limitazione funzionale). Forza Isocinetica per l'estensione del ginocchio (60o/s e 180o/s), flessione d'anca (60o/s e 120/s), abduzione d'anca (60/s e 120/s) e

rotazione esterna (30o/s e 60o/s) attraverso dinamometro isocinetico.

Inoltre sono stati eseguiti test motori per valutare la funzionalità patello-femorale oggettiva durante i follow-up.

Tra gli outcome secondari valutati abbiamo: segno di Trendelenburg, rigidità muscolare, tilt patellare, compressione patellare, atrofia quadricipite, angolo Q e numero di tender points.

- Descrizione degli interventi: I soggetti sono stati sottoposti a 30 sessioni di esercizio terapeutico supervisionati da fisioterapista e sono stati poi valutati alla sesta e alla dodicesima settimana. In entrambi i gruppi il trattamento prevedeva un programma di educazione e raccomandazioni, ad esempio evitare posizioni sedute prolungate, a gambe incrociate, in ginocchio o accovacciati, e un protocollo di esercizio terapeutico differenziato. Ogni sessione iniziava con riscaldamento di 5 minuti, proseguita con 20 minuti di stretching e rinforzo degli arti inferiori e si concludeva con 5 minuti di rilassamento. Sono stati utilizzati elastici in lattice TheraBand alla massima resistenza con la quale il paziente fosse in grado di eseguire 10 ripetizioni (FIG.4.4).

PROGRAMMA GRUPPO SOLO GINOCCHIO:

- Stretching arto inferiore
- Esercizi isometrici quadricipite
- Sollevamento gamba distesa
- Mini squat
- Estensioni ginocchio

PROGRAMMA GRUPPO GINOCCHIO ED ANCA

Ai precedenti esercizi sono stati aggiunti (FIG.4.4):

- Rinforzo abduttori anca
- Rinforzo extrarotatori anca

- Risultati: Il gruppo di esercizi per anca e ginocchio ha mostrato una maggior riduzione del dolore, un numero maggiore di ripetizioni nei test motori, un maggior aumento del punteggio nella scala Kujala e picchi di forza più alti nei test isocinetici rispetto al gruppo del solo ginocchio.

Non sono state riscontrate differenze significative tra i due gruppi per il movimento patellare, l'angolo Q, atrofia del quadricipite e numero di tender points.

- Discussioni: Lo studio conferma la stretta correlazione tra la forza dei muscoli stabilizzatori d'anca e la PFPS, trattata dalla letteratura negli ultimi anni, per via della tendenza al valgismo dinamico in condizioni di debolezza degli abduuttori ed extrarotatori d'anca.

L'aggiunta di esercizi di rinforzo d'anca può migliorare la funzionalità biomeccanica dell'arto inferiore, riducendo lo stress a carico dell'articolazione patello-femorale e riducendo il dolore

- Conclusioni: I risultati di questo RCT ha dimostrato che l'intervento di 6 settimane di protocollo di solo ginocchio o con aggiunta di esercizi per l'anca abbia portato ad un miglioramento della funzione, riduzione del dolore e aumento e della forza muscolare isocinetica in pazienti donne con PFPS. In particolare miglioramenti significativi sono stati riscontrati soprattutto nel gruppo di anca e ginocchio.

ARTICOLO 6

- Titolo: “Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial” (14)
- Anno: 2010
- Autori: Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhaes E, Bryk FF, Lucareli PRG, Carvalho NADA
- Tipo di studio: Randomized Controlled Trial
- Punteggio PEDro: 7/10
- Durata dello studio: 4 settimane
- Introduzione: Un'eccessiva quantità di stress dell'articolazione femoro-rotulea è considerata come una delle cause più comuni della PFPS, spesso dovuta ad uno scorrimento anomalo della rotula durante i movimenti del ginocchio. In diversi studi è stata riscontrata, soprattutto su pazienti donne con PFPS, la presenza di un'intrarotazione e adduzione eccessiva del femore correlato ad un eccessivo valgismo, suggerendo di valutare la forza dei muscoli extrarotatori ed abduttori dell'anca come fattore per ristabilire un corretto allineamento dell'arto inferiore e quindi per ridurre l'anomalia nel tracking rotuleo.
- Obiettivi: Tale studio si pone come obiettivo quello di valutare se il rinforzo dei muscoli abduttori ed extrarotatori dell'anca possano avere un effetto terapeutico maggiore rispetto quello della sola muscolatura del ginocchio e rispetto all'assenza di trattamento.

- Criteria di inclusione ed esclusione: Le pazienti donne incluse nello studio avevano tra i 20 e i 40 anni di età, con storia di dolore anteriore al ginocchio negli ultimi 3 mesi accusato in 2 o più tra le seguenti attività quotidiane:
 - Salire o scendere scale
 - Accovacciarsi
 - Inginocchiarsi
 - Saltare
 - Seduta prolungata
 - Contrazione isometrica a 60 gradi di flessione del ginocchio
 - Dolore alla palpazione mediale o laterale della rotula

- Numero e caratteristiche dello studio: 70 donne con diagnosi di PFPS unilaterale (25±07 anni).

- Randomizzazione: I soggetti sono stati assegnate casualmente a 3 gruppi: 25 non hanno ricevuto trattamento (CO), 22 partecipanti sono stati trattati con esercizi per il ginocchio (KE) e gli altri 22 con esercizi per ginocchio ed anca (KHE).

- Drop-out: 2 soggetti nel gruppo KE e 2 nel gruppo KHE non hanno completato lo studio.

- Misure di Outcome: Dolore attraverso una scala di valutazione numerica di 11 punti (NPRS), utilizzata per il dolore durante la salita e la discesa delle scale. Per valutare la funzionalità sono state utilizzate la scala funzionale degli arti inferiori (LEFS) e la scala del dolore anteriore al ginocchio (AKPS). È stato poi utilizzato anche un test di salto monopodalico come outcome funzionale sia prima che dopo l'intervento di 4 settimane.

- Descrizione degli interventi: Le pazienti dei gruppi KE e KHE hanno completato 3 sessioni settimanali per 4 settimane, per un totale di 12 sedute. Nel gruppo KE il trattamento prevedeva rinforzo e stretching della muscolatura direttamente correlata al ginocchio, mentre nel gruppo KHE è stato usato lo stesso protocollo ma con l'aggiunta di esercizi di rinforzo per gli abduttori ed extrarotatori d'anca. Il carico

dell'esercizio è stato standardizzato al 70% del massimale, cioè il carico per il quale il soggetto è in grado di effettuare una sola ripetizione, questo carico è stato valutato alla prima seduta e aggiornato settimanalmente.

Il carico per gli esercizi con elastici invece è stato stabilito come il grado di resistenza con la quale ogni paziente fosse in grado di completare 10 ripetizioni. Lo stretching per gli ischiocrurali, flessori plantari della caviglia, bandelletta ileotibiale è stato invece svolto con 3 serie da 30 secondi.

GRUPPO KE:

- Stretching (ischiocrurali, flessori plantari, quadricipite, bandelletta ileotibiale) 3 x 30 s
- Rinforzo ileopsoas 3 x 10 ripetizioni
- Estensioni ginocchio 90°-45°, 3 x 10 ripetizioni
- Leg press 0°-45°, 3 x 10 ripetizioni
- Squat 0°-45°, 3 x 10 ripetizioni

GRUPPO KHE:

- Same protocol as the knee exercise group Hip abduction against elastic band (standing), 3 x 10 ripetizioni
- Abduttori anca con peso, 3 x 10 ripetizioni
- Extrarotazione anca contro banda elastica (da seduti), 3 x 10 ripetizioni
- Step di lato contro banda elastica, 3 x 1 min

- Risultati:

- Funzione: Per le scale funzionali LEFS e AKPS sono stati rilevati miglioramenti al termine delle 4 settimane di trattamento in entrambi i gruppi di lavoro KE e KHE, mentre non vi sono state variazioni nel il gruppo di controllo.
- Test salto monopodalico: Tra i 3 gruppi vi sono state differenze nel test del salto tra i due che prevedevano protocollo di lavoro e il gruppo di controllo, ma non sono state riscontrate differenze significative tra i due protocolli KE e KHE.

- Dolore: Anche per quanto riguarda invece il dolore non vi sono state differenze tra i due gruppi di lavoro KE e KHE, ma solo con il gruppo di controllo, tuttavia è da segnalare che nel gruppo KHE la riduzione del dolore NPRS durante la discesa delle scale è stata maggiore.
- Discussioni: Dallo studio è risultato che 4 settimane di intervento con esercizi per il ginocchio o con l'aggiunta di esercizi per gli stabilizzatori d'anca siano state efficaci per ridurre dolore e aumentare funzionalità in pazienti con PFPS. Maggiori risultati sono stati riscontrati nel gruppo KHE, ma, oltre alla riduzione di dolore durante la discesa delle scale, non si tratta di differenze statisticamente significative.

Conclusioni: In definitiva si può considerare valido l'utilizzo di esercizi per gli abduttori ed extrarotatori d'anca nel trattamento della PFPS, in quanto questi muscoli possono influenzare direttamente l'articolazione del ginocchio, controllando e limitando l'intrarotazione e adduzione del femore durante attività dinamiche (valgismo dinamico).

4.3 Tabelle Sinottiche

| STUDIO | METODI DI RICERCA | VALUTAZIONE | RISULTATI DI INTERESSE |
|--|---|--|--|
| <p>1.Ferber R et al. (2015)</p> <p>“Strengthening of the Hip and Core Versus Knee Muscles for the Treatment of Patellofemoral Pain: A Multicenter Randomized Controlled Trial”</p> <p>Obiettivo: comparare dolore, funzionalità e forza muscolare (ginocchio, anca e CORE) a seguito di 6 settimane di protocollo riabilitativo differenziato in due gruppi, il gruppo HIP (con focus su anca e core) ed il gruppo KNEE (focus sul ginocchio),</p> | <p>199 partecipanti sono stati ammessi allo studio (88 KNEE, 111 HIP) e sono stati valutati all’inizio e alla fine di 6 settimane di trattamento, con follow-up settimanale.</p> <p>Gli outcome primari selezionati sono stati VAS per dolore, la scala AKPS per la funzionalità, oltre alla forza muscolare (abduzioni, estensori e rotatori anca, estensori ginocchio) e resistenza del CORE.</p> | <p>La qualità metodologica dello studio è stata valutata tramite la scala PEDro e risulta un punteggio di 6/10</p> | <p>Dolore: in entrambi i gruppi sono stati riscontrati miglioramenti, ma nel gruppo HIP la riduzione di dolore è iniziata ad essere significativa con una settimana di anticipo al gruppo KNEE</p> <p>Funzionalità: In entrambi i gruppi è stato riscontrato miglioramento significativo a partire dalla seconda settimana.</p> <p>Forza muscolare: Incremento in entrambi i gruppi, ma i pazienti HIP hanno riportato migliori risultati nella forza degli abduzioni, estensori e resistenza del CORE</p> |
| <p>2.Saad MC (2018)</p> <p>“Is hip strengthening the best treatment option for females with patellofemoral pain? A randomized controlled trial of three different types of exercises”</p> | <p>40 partecipanti sono stati valutati all’inizio e al termine di 8 settimane per gli outcome di dolore, funzione, forza muscolare e valgismo dinamico.</p> <p>Suddivisi in 3 gruppi di lavoro ed un gruppo di controllo CG</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Quadricipite 2) Anca 3) Stretching 4) CG | <p>La qualità metodologica dello studio è stata valutata tramite la scala PEDro e risulta un punteggio di 8/10</p> | <p>Dolore: la scala VAS ha rivelato che, ad eccezione del CG, tutti i gruppi hanno avuto miglioramenti post trattamento, ma il confronto tra gruppi non ha mostrato significative differenze tra loro.</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>Obiettivo: valutare l'effetto di 3 tipologie di esercizi in pazienti con PFPS e verificare il contributo di ciascuno di essi nella riduzione del dolore e miglioramento della funzionalità</p> | | | <p>Funzionalità: anche il punteggio AKPS ha mostrato miglioramenti nei gruppi di trattamento, tranne il CG, ma senza variazioni sostanziali tra di loro</p> <p>Forza muscolare e valgismo dinamico: soltanto i gruppi di rinforzo per quadricipite e anca hanno riportato miglioramenti.</p> |
| <p>3.M M Ismail et al. (2013)</p> <p>“Closed kinetic chain exercises with or without additional hip strengthening exercises in management of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial”</p> <p>Obiettivo: valutare l'effetto degli esercizi a catena cinetica chiusa (CKC) nel dolore della PFPS, confrontato con lo stesso protocollo ma con aggiunta di esercizi di rinforzo dell'anca a catena cinetica aperta.</p> | <p>32 soggetti tra i 18 e i 30 anni assegnati in maniera casuale in due gruppi, il gruppo CKC (16 pazienti, 11 donne e 5 uomini) e CKC + rinforzo anca come gruppo di controllo CO (16 pazienti, 12 donne, 4 uomini)</p> <p>Essi sono stati valutati all'inizio e al termine di 6 settimane di trattamento per gli outcome di dolore, funzionalità e momento torcente di abduttori ed extrarotatori dell'anca.</p> | <p>La qualità metodologica dello studio è stata valutata tramite la scala PEDro e risulta un punteggio di 8/10</p> | <p>Dolore e funzione: in entrambi i gruppi è stato riscontrata un miglioramento in termini di dolore e funzione, con una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi a favore del gruppo di controllo CO.</p> <p>Forza muscolare: in entrambi i gruppi è stato rilevato un aumento di forza dei muscoli d'anca ma senza differenze statisticamente significative tra di loro</p> |
| <p>4.Emamvirdi M et al. (2019)</p> <p>“The effect of valgus control instruction exercises on pain, strenght and functionality in active females with PFPS”</p> | <p>64 giocatrici di volley, tra 18 e 25 anni, assegnate in maniera casuale nel gruppo di lavoro VCI (n=32) e nel CG (n=23) sono stati valutati all'inizio ed al termine di 6 settimane di trattamento.</p> | <p>La qualità metodologica dello studio è stata valutata tramite la scala PEDro e risulta un punteggio di 7/10</p> | <p>Dolore e funzione: per tutti i parametri valutati ci sono state variazioni significative solo nel gruppo sperimentale, nessuna differenza statisticamente rilevante nel CG.</p> |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>Obiettivo: valutare l'effetto degli esercizi sul controllo del valgismo (VCI) nella riduzione del dolore e nel miglioramento della cinematica dell'arto inferiore.</p> | <p>Gli outcome selezionati sono stati dolore tramite VAS, funzionalità, forza muscolare e angolo di valgismo dinamico</p> | | <p>Forza muscolare: il gruppo VCI ha riportato miglioramenti significativi nei valori del picco di momento di forza per i muscoli abduzioni, extrarotatori ed intrarotatori.</p> |
| <p>5.Sahin M et al. (2016) "The effect of hip and knee exercises on pain, function, and strenght in patiens with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial" Obiettivo: indicare l'effetto in termini di dolore, funzione e forza muscolare isocinetica, dell'aggiunta di esercizi di rinforzo dell'anca ai classici esercizi per il ginocchio, in giovani donne con stile di vita sedentario.</p> | <p>Sono stati inclusi 55 partecipanti, suddivisi in due gruppi. Il gruppo A (N=27) prevedeva la somministrazione del protocollo per il solo ginocchio, mentre gli esercizi per l'anca sono stati inseriti nel gruppo B (N=28). Da segnalare 5 casi di drop-out. Gli outcome selezionati sono stati dolore tramite VAS, funzionalità tramite AKPS e forza isocinetica e le valutazioni sono state effettuate all'inizio, alla sesta e alla dodicesima settimana di studio.</p> | <p>La qualità metodologica dello studio è stata valutata tramite la scala PEDro e risulta un punteggio di 6/10</p> | <p>Dolore: Il gruppo di esercizi per anca e ginocchio ha mostrato una maggior riduzione del dolore Funzionalità: sempre il gruppo per esercizi d'anca ha registrato un numero maggiore di ripetizioni nei test motori ed un maggior aumento del punteggio nella scala Kujala Forza muscolare: i test isocinetici hanno registrato maggiori picchi di forza per il gruppo B con focus su esercizi per l'anca.</p> |
| <p>6.Fukuda TY et al. (2010) "Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial"</p> | <p>70 donne con diagnosi di PFPS unilaterale (25±07 anni) sono stati assegnate casualmente a 3 gruppi, 25 non hanno ricevuto trattamento (CO), 22 partecipanti sono stati trattati con esercizi per il ginocchio (KE) e gli altri 22 con esercizi per ginocchio ed anca (KHE)</p> | <p>La qualità metodologica dello studio è stata valutata tramite la scala PEDro e risulta un punteggio di 7/10</p> | <p>Dolore: riduzioni significative sono state riscontrate in entrambi i gruppi di lavoro, ma senza differenze tra di loro (KE e KHE). Vi sono state differenze solo con il gruppo di controllo, ma tuttavia nel gruppo KHE la riduzione del dolore NPRS durante</p> |

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>Obiettivo: valutare se il rinforzo dei muscoli abduttori ed extrarotatori dell'anca possano avere un effetto terapeutico maggiore rispetto quello della sola muscolatura del ginocchio e rispetto all'assenza di trattamento.</p> | <p>Gli outcome selezionati sono stati dolore attraverso una scala di valutazione numerica di 11 punti (NPRS) durante la salita e la discesa delle scale, la funzionalità tramite scala funzionale degli arti inferiori inferiori (LEFS) e la scala del dolore anteriore al ginocchio (AKPS).</p> <p>E' stato poi utilizzato anche un test di salto monopodalico come outcome funzionale sia prima che dopo l'intervento di 4 settimane.</p> | | <p>la discesa delle scale è stata maggiore.</p> <p>Funzione: Per le scale funzionali LEFS e AKPS sono stati rilevati miglioramenti al termine delle 4 settimane di trattamento in entrambi i gruppi di lavoro KE e KHE, stessa cosa per il test del salto monopodalico, mentre non vi sono state variazioni nel il gruppo di controllo.</p> |
|--|---|--|---|

CAPITOLO 5

Discussione e risultati

5.1 Discussione

Per la presente revisione sono stati selezionati come outcome principali il dolore e la funzione, in quanto parametri fondamentali per valutare l'impatto della PFPS sia come sintomatologia ma anche come limitazione durante attività funzionali.

Tra gli outcomes secondari utilizzati dagli studi inseriti, quello di nostro maggior interesse è forza muscolare, soprattutto dei muscoli stabilizzatori d'anca, in quanto come detto in precedenza si ritiene che una debolezza di tali muscoli possa comportare un minor controllo dell'arto inferiore ed una tendenza all'adduzione ed intrarotazione di femore durante attività dinamiche, creando uno stress maggiore all'articolazione femoro-rotulea.

5.2 Outcome principali

- Dolore: È stato registrato tramite scale VAS o NPRS, ed è osservabile come in ogni studio si ottenga una riduzione statisticamente significativa di questo dato in tutti i gruppi con intervento riabilitativo, soltanto i gruppi di controllo senza trattamento non hanno registrato miglioramenti nella dolorabilità.

Il lavoro di rinforzo dell'anca ha registrato un risultato di efficacia statisticamente migliore rispetto ad altre tipologie di trattamento in 3 studi su 6 (11) (13) (14), anche se nello studio di Fukuda et al. è stato riscontrato soltanto in una delle 2 prove effettuate prima della somministrazione della scala NPRS, cioè sul dolore durante la discesa delle scale.

Non sono invece state registrate differenze significative tra le tipologie di trattamento analizzate nello studio di Saad et al. (10), mentre in quello di Ferber et al. la riduzione della sintomatologia dolorosa è stata più rapida di una settimana circa nel gruppo con protocollo focalizzato sull'anca (9)

Un'ulteriore indicazione sull'efficacia dell'esercizio terapeutico basato sul rinforzo dell'anca è data dallo studio di Emamvirdi et al. (12), in cui l'utilizzo di un protocollo di esercizi sul controllo del valgismo dinamico, quindi particolarmente focalizzati sul rinforzo e sul maggior reclutamento dei muscoli abduttori ed extrarotatori (con utilizzo di elastici ed esercizi mirati), ha riportato risultati positivi e statisticamente

significativi nella riduzione del dolore rispetto al gruppo di controllo senza trattamento.

- Funzione: nei sei studi analizzati i livelli di funzionalità sono stati rilevati principalmente attraverso questionari autocompilati dai pazienti (AKPS e LEFS), oltre ad alcuni test motori.

Anche per questo outcome in tutti gli studi sono stati riscontrati dei miglioramenti nei punteggi e nelle performance, ma soltanto in 2 (11) (13), la differenza è stata statisticamente significativa ed a favore degli esercizi per l'anca rispetto ad interventi differenti, mentre in altri 3 studi tale tipologia di trattamento ha riportato buoni risultati ma non statisticamente migliori rispetto agli altri approcci terapeutici analizzati.

Infine, anche nello studio di Emamviridi et al. (12) è stato riscontrato successo terapeutico per quel che riguarda la funzionalità nell'utilizzo di esercizi di controllo del valgismo dinamico rispetto al gruppo di controllo ricevente nessun trattamento.

5.3 Outcome secondari

- Forza muscolare e picco di momento di forza: il picco di momento di forza rappresenta la forza massima che il paziente riesce ad esprimere, registrati durante test isocinetici.

Per Ferber et al. (9) sono stati riscontrati miglioramenti nella forza dei muscoli abduttori ed estensori dell'anca, oltre ad una maggior resistenza dei CORE nel gruppo di lavoro con protocollo basato sull'anca, così come Şahin et al. (13), con picchi di forza maggiori al test isocinetico per i pazienti sottoposti a protocollo di rinforzo dell'anca.

Fukuda et al. e Saad et al. (14) (10) invece riferiscono un miglioramento dei livelli di forza sia nei gruppi di lavoro per il rinforzo dei muscoli del ginocchio sia in quelli dell'anca, ma senza differenze sostanziali tra di loro, così come Ismail et al. (11) non riporta differenze in termini di forza tra i pazienti che hanno seguito protocollo con esercizi a catena cinetica chiusa solamente e quelli con aggiunta di esercizi di rinforzo dell'anca catena cinetica aperta.

Un aumento della forza muscolare è stato registrato anche da Emamviridi et al. (12) a seguito del programma di esercizi per il controllo del valgismo dinamico.

5.4 Conclusioni

Dall'analisi dei risultati possiamo affermare che nel trattamento della PFPS basato sull'esercizio terapeutico sia molto utile l'inserimento di esercizi di rinforzo dei muscoli stabilizzatori d'anca a programmi di rinforzo del quadricipite e stretching della catena posteriore per la riduzione della sintomatologia dolorosa e miglioramento della funzione. Il riequilibrio delle forze muscolari tra i vasti del quadricipite ed una riduzione della tensione delle strutture posteriori e laterali restano fattori importanti per contrastare la tendenza della rotula a lateralizzare durante l'estensione del ginocchio, ma in alcuni pazienti i fattori predisponenti al "maltracking rotuleo" potrebbero non essere riconducibili soltanto a questi fattori locali ma a tutto il sistema di controllo e movimento dell'arto inferiore, rendendo importante il lavoro di rieducazione che deve basarsi su un'adeguata forza dei muscoli stabilizzatori dell'anca.

Questo intervento può essere effettuato sia con esercizi di rinforzo a catena cinetica aperta (abduzioni ed extrarotazioni con carico progressivo) sia attraverso esercizi più complessi a catena cinetica chiusa per allenare al meglio la funzione stabilizzatoria di tali muscoli, ponendo attenzione sulla correzione di eventuale valgismo dinamico.

Inoltre, l'associazione di un significativo miglioramento della forza dei muscoli abduttori ed extrarotatori d'anca con risultati di efficacia per dolore e funzione ci danno ulteriore conferma dell'incidenza di tali dinamiche muscolari nell'eziopatogenesi della PFPS.

5.5 Implicazioni per la ricerca

Dai dati estrapolati dalla letteratura risultano buone evidenze sull'efficacia del rinforzo dei muscoli dell'anca nel trattamento della PFPS, tuttavia pare necessario condurre ulteriori ricerche in merito a questa strategia d'intervento:

- Durata degli studi: una durata maggiore degli studi permetterebbe di valutare al meglio gli effetti a lungo termine del presente approccio.
- Criteri di inclusione: potrebbe risultare utile inserire e specificare nei criteri di inclusione la presenza o assenza di valgismo strutturale o valgismo dinamico riscontrabili ad un esame obiettivo iniziale, in modo da uniformare il campione ed avere un miglior riscontro, ad esempio si potrebbe valutare l'efficacia del rinforzo dei muscoli d'anca vs rinforzo del quadricipite in pazienti che presentano o meno segni di valgismo e debolezza dei muscoli abduttori ed extrarotatori.
- Tipologie di trattamento: sarebbe interessante analizzare comparazioni anche con altre variabili che influenzano la meccanica dell'arto inferiore, come ad esempio la tendenza alla pronazione o supinazione del piede.

5.6 Implicazioni per la pratica

Nel trattamento di pazienti affetti da PFPS è consigliabile l'utilizzo di esercizi di rinforzo per il quadricipite, in particolare del muscolo vasto mediale obliquo, assieme ad esercizi di rinforzo dei muscoli dell'anca, sia a catena cinetica aperta (soprattutto in fase iniziale) che catena cinetica chiusa, favorendo una corretta dinamica di tutto l'arto inferiore, istruendo al meglio il paziente alle esecuzioni e correggendolo in caso di errori.

Una buona strategia sarebbe quindi quella di partire con rinforzo isolato del muscolo quadricipite e dei muscoli glutei, per poi somministrare esercizi multiarticolari con particolare focus sull'attivazione dei muscoli abduttori ed extrarotatori dell'anca, magari utilizzando elastici o superfici instabili (Bosu o pedane propriocettive) al fine di correggere eventuali difetti di esecuzione (FIG 5.1).

Inoltre, vista la natura multifattoriale della sindrome, valutare la presenza di fattori predisponenti come valgismo del ginocchio, pronazione piede o adduzione del femore possono risultare utili per programmare al meglio l'intervento riabilitativo.



FIGURA 5.1 Utilizzo di bande elastiche e pedane instabili per favorire esecuzioni con una maggior attivazione dei muscoli extrarotatori ed abduttori dell'anca.

5.7 Proposte di esercizio terapeutico

In base alle conclusioni raggiunte, viene proposta una serie di esercizi terapeutici utili per l'elaborazione di un piano riabilitativo per pazienti affetti da PFPS.

Essi sono suddivisi in 3 categorie:

- 1) Esercizi di attivazione e warm-up: da inserire come riscaldamento o come esercizi di partenza per pazienti con maggior carenza di tono muscolare e scarsa tolleranza all'esercizio.
- 2) Esercizi di rinforzo a catena cinetica aperta: utili per il rinforzo muscolare selettivo e come punto di partenza di un programma riabilitativo.
- 3) Esercizi multiarticolari a catena cinetica chiusa: esercizi da utilizzare nella parte centrale della seduta o nella progressione del programma.

Nella logica di trattamento si parte dal rinforzo dei muscoli estensori del ginocchio, in particolare del vasto mediale per favorire il più possibile il corretto scorrimento rotuleo locale (FIG.5.2) , parallelamente si inseriscono esercizi di rinforzo per abduttori ed extrarotatori d'anca a catena cinetica aperta (ad arto libero o con banda elastica , FIG.5.5, 5.6) ed esercizi multiarticolari a catena cinetica chiusa per la componente di stabilizzazione, anche con utilizzo di banda elastica per favorire l'attivazione dei muscoli abduttori ed extrarotatori (FIG.5.9).

Una volta raggiunto un buon livello di esecuzione da parte del paziente, nella progressione risulta utile anche inserire esercizi su pedane instabili o Bosu (equilibrio, squat, squat monopodolico, FIG.5.10, 5.11, 5.12, 5.13) per allenare ulteriormente la stabilità di tutto l'arto inferiore.

La progressione dell'intensità degli esercizi viene stabilita dal fisioterapista a seconda dei feedback diretti o indiretti del paziente, infatti il numero di ripetizioni e la quantità di carico devono essere tali da affaticare il paziente ma permettendogli di mantenere una buona stabilità ed un corretto livello di esecuzione. Il livello di fatica può essere registrato tramite la scala di Borg (10).

Una buona strategia sarebbe quindi quella di iniziare con un numero maggiore di ripetizioni a basso carico, per poi ridurle di numero aumentando il livello di carico, inserendo resistenza elastiche e superfici instabili solo quando il paziente ha perfezionato l'esecuzione dell'esercizio a corpo libero.

Esercizi di attivazione e warm-up:

1) Attivazione isometrica del muscolo quadricipite (13)

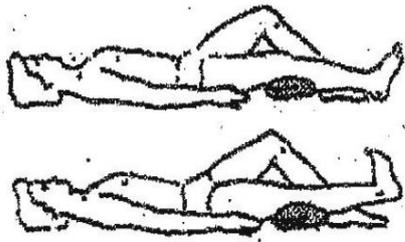


FIGURA 5.1: Si richiede al paziente una contrazione isometrica di 10 secondi del quadricipite schiacciando un cuscinetto posto sul cavo popliteo.

2) Semi-squat alla parete con palla tra le ginocchia (11)



FIGURA 5.2: Si richiede al paziente la tenuta isometrica della posizione di semi-squat alla parete, mantenendo stretta una palla tra le ginocchia per favorire una maggior attivazione del muscolo vasto mediale.

3) Camminata laterale con banda elastica (12)



FIGURA 5.3: Posizionando una banda elastica all'altezza della caviglia e mantenendola in tensione, si richiede di effettuare un'andatura di passo laterale senza perdere la tensione dell'elastico

Rinforzo con esercizi a catena cinetica aperta:

1) Estensione ginocchio a catena cinetica aperta (13)

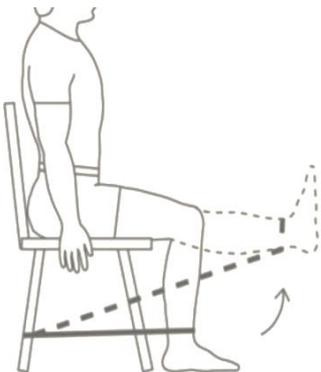


FIGURA 5.4: Si richiede al paziente in posizione seduta un'estensione attiva del ginocchio ricercando la completa contrazione del muscolo quadricipite femorale, progredendo nel carico attraverso l'utilizzo di bande elastiche o macchinari di Leg Extension

2) Rinforzo abduttori ed extrarotatori d'anca a catena cinetica aperta (10)



FIGURA 5.5: Si richiede un'abduzione d'anca in leggera extrarotazione per rinforzo dei muscoli glutei. Si può effettuare inizialmente contro gravità e poi progredire con l'utilizzo di cavigliere

3) Abduzioni ed extrarotazioni anca con elastico (13) (9)

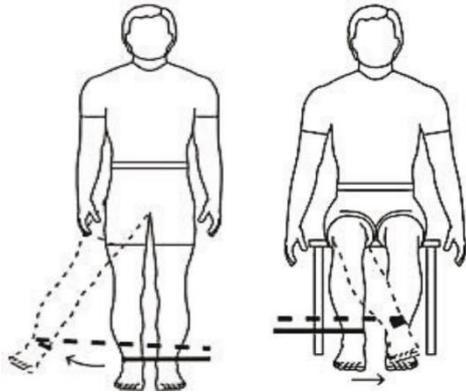


FIGURA 5.6: Si richiedono delle abduzioni ed extrarotazioni d'anca contro la resistenza di una banda elastica

Esercizi a catena cinetica chiusa:

1) Leg Press negli ultimi gradi di estensione 45°- 0° (10)

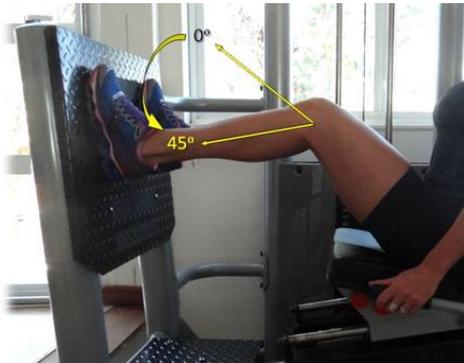


FIGURA 5.7: Si richiede l'esecuzione di spinte negli ultimi gradi di estensione, da 0° a 45° di flessione, con carico progressivo

2) Squat con banda elastica alle ginocchia (12)



FIGURA 5.8: Si richiede l'esecuzione di squat mantenendo una banda elastica tra le ginocchia in tensione per favorire l'attivazione dei muscoli abduttori ed extrarotatori dell'anca ed evitare atteggiamenti in valgismo

3) Affondo avanti con banda elastica (12)



FIGURA 5.9: Si richiede l'esecuzione di affondi sul posto utilizzando una banda elastica che vada a creare una resistenza verso l'interno in modo da favorire una maggior attivazione dei muscoli abduttori ed extrarotatori d'anca, mantenendo il corretto allineamento di tutto l'arto inferiore.

4) Equilibrio su Bosu o pedana instabile (9)



FIGURA 5.10: Si richiede la ricerca ed il mantenimento dell'equilibrio e del corretto allineamento degli arti inferiori su superfici instabili o Bosu.

5) Squat su Bosu o pedana instabile (12)



FIGURA 5.11: Dalla posizione di partenza dell'esercizio precedente si richiede l'esecuzione di uno squat mantenendo l'equilibrio ed il corretto allineamento degli arti inferiori.

6) Equilibrio monopodalico su Bosu (12)



FIGURA 5.12: Si richiede la ricerca ed il mantenimento dell'equilibrio monopodalico e del corretto allineamento dell'arto inferiore, evitando intrarotazioni e atteggiamenti in valgismo

7) Semi-squat monopodalico su Bosu (12)



FIGURA 5.13: Si richiede l'esecuzione di un semi-squat monopodalico su pedana instabile o Bosu, mantenendo il corretto allineamento dell'arto inferiore ed evitando atteggiamenti di intrarotazione e di valgismo

BIBLIOGRAFIA

1. **Morrone, Manrico.** *ANATOMIA FUNZIONALE E IMAGING - Sistema locomotore.* Milano : Edi.Ermes s.r.l., 2017.
2. **Neumann, Donald A.** *CHINESIOLOGIA del SISTEMA MUSCOLOSCELETRICO - Fondamenti per la riabilitazione.* Padova : Piccin, 2017.
3. *Patellofemoral Pain Syndrome (PFPS) nei runners. Una revisione della letteratura.* **Rosario D'Onofrio, Massimo Armeni, Pasquale Tamburrino, Milan Nilendra Perera.** 2016, Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology, p. 521.
4. *A. Current clinical, radiological and treatment perspectives of patellofemoral pain syndrome.* **Gulati A, McElrath C, Wadhwa V, Shah JP, Chhabra A.** 2018, Br J Radiol.
5. *Patellofemoral pain in athletes.* **Wolf Petersen W, Rembitzki I, Christian Liebau C.** 2017, J Sport Med, p. 143-154.
6. *Hamstring length in patellofemoral pain syndrome.* **White LC, Dolphin P, Dixon J.** 2009, Physiotherapy, p. 95(1):24–28.
7. *An electromyographic exploratory study comparing the difference in the onset of hamstring and quadriceps contraction in patients with anterior knee pain.* **Sunit Patil, John Dixon, Lisa C White, Alex P Jones, Anthony C W Hui.** 2011, Knee, p. 329-32.
8. *A review of the management of patellofemoral pain syndrome.* **Rixe JA, Glick JE, Brady J, Olympia RP.** 2013, Phys Sportsmed, p. 19-28.
9. *Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: a multicenter randomized controlled trial.* **Reed Ferber, Lori Bolgia, Jennifer E Earl-Boehm, Carolyn Emery, Karrie Hamstra-Wright.** 2015, J Athl Train, p. (4):366-77.
10. *Is hip strengthening the best treatment option for females with patellofemoral pain? A randomized controlled trial of three different types of exercises.* **Saad MC, Vasconcelos RA, Mancinelli LVO, Munno MSB, Liporaci RF, Grossi DB.** 2018, Braz J Phys Ther, p. (5):408-416.

11. *Closed kinetic chain exercises with or without additional hip strengthening exercises in management of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial.* **Ismail MM, Gamaleldein MH, Hassa KA.** 2013, Eur J Phys Rehabil Med. , p. (5):687-98.
12. *The Effect of Valgus Control Instruction Exercises on Pain, Strength, and Functionality in Active Females With Patellofemoral Pain Syndrome.* **Mahsa Emamvirdi, Amir Letafatkar, Mehdi Khaleghi Tazji.** 2019, Sports Health, p. (3):223-237.
13. *The effect of hip and knee exercises on pain, function, and strength in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial.* **Şahin M, Ayhan FF, Borman P, Atasoy H.** 2016, Turk J Med Sci, p. (2):265-77.
14. *Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial.* **Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhaes E, Bryk FF, Lucareli PRG, Carvalho NADA.** 2010, The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy , p. (11):736-742.