UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

campus savona

Università degli Studi di Genova

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2021/2022

Campus Universitario di Savona

Affidabilità della RM nell'identificare la presenza di condropatia femoro-rotulea e associazione tra quest'ultima e il dolore anteriore di ginocchio.

Candidato:

Elisa Bighi

Relatore:

Alice Munari

SOMMARIO

ABSTRACT *3*

INTRODUZIONE *4*

BACKGROUND 4

EPIDEMIOLOGIA 4

SINTOMI 4

CAUSE E DIAGNOSI DIFFERENZIALE 5

FATTORI DI RISCHIO 5

TRATTAMENTO 7

PROGNOSI E ASPETTATIVE DEL PAZIENTE 8

DIAGNOSI CLINICA 9

DIAGNOSI STRUMENTALE 9

CONCLUSIONI 9

MATERIALI E METODI *11*

STRATEGIA DI RICERCA 11

STRINGHE DI RICERCA 11

SELEZIONE DEGLI STUDI 12

VALUTAZIONE QUALITÀ METODOLOGICA 13

ANALISI DEI DATI 13

RISULTATI *14*

SELEZIONE DEGLI ARTICOLI 14

QUALITÀ METODOLOGICA 15

DISCUSSIONE *32*

CONCLUSIONI *38*

BIBLIOGRAFIA *40*

APPENDICE *47*

ABSTRACT

BACKGROUND**:** La sindrome femoro-rotulea è una problematica che colpisce frequentemente il ginocchio, ed in particolare adolescenti e giovani adulti (1).
Si presenta con dolore retro patellare (dietro la rotula) o peri patellare (intorno alla rotula), soprattutto in movimenti come salire le scale, accovacciarsi, corsa, bicicletta o stare seduti con le ginocchia flesse. (2,3) La diagnosi è principalmente clinica, e viene solitamente fatta per esclusione.(4) I test clinici tuttavia presentano una scarsa accuratezza diagnostica (5), pertanto l'obbiettivo di questo elaborato è di verificare se la risonanza è affidabile al fine di diagnosticare questa condizione.

MATERIALI E METODI**:** Per redigere l'elaborato sono state consultate le seguenti banche dati: Medline (attraverso Pubmed), Pedro e Cochrane Library. A seguito della selezione per titolo ad abstract prima e per full text poi sono stati inclusi 11 studi osservazionali di tipo caso controllo. Gli articoli selezionati prevedevano l'uso della RM in soggetti con e senza PFPs al fine di identificare la presenza di differenze statisticamente significative tra i due gruppi.
Tutti gli studi sono poi stati valutati con la New-Castle-Ottawa-Scale.

RISULTATI: Dagli 11 studi inclusi è emersa un'importante eterogeneità nelle modalità di utilizzo della RM e nelle relative misure di outcome considerate. Tre studi hanno analizzato la composizione cartilaginea della rotula e di questi solo uno ha identificato la presenza di alterazioni statisticamente significative. Tra gli studi che hanno indagato le caratteristiche dell'articolazione femoro rotulea la presenza di un aumentato tilt rotuleo o la lateralizzazione rotulea sembrerebbero essere i reperti di maggior riscontro nei soggetti con PFP, anche se non direttamente correlabili alla sintomatologia del paziente.

CONCLUSIONI: La limitata numerosità campionaria, la bassa qualità delle evidenze, la disomogeneità dei risultati e l'assenza di una raccolta sistematica di dati relativi al dolore non consentono, ad oggi, di identificare le caratteristiche peculiari della PFPs all'esame con RM e soprattutto di correlare i reperti riscontrati in modo affidabile con i sintomi lamentati dal paziente.

INTRODUZIONE

BACKGROUND

Il dolore anteriore di ginocchio è uno dei motivi più frequenti di consulto nell'ambito delle cure primarie pediatriche e per adulti(6,7). La sindrome femoro rotulea (PFPS) è una causa comune di dolore anteriore di ginocchio che colpisce soprattutto adolescenti e adulti di età inferiore ai 60 anni (8) e si presenta sotto forma di dolore retro-patellare o peri-patellare aggravato dalle attività in flessione di ginocchio.(9)

Nonostante PFPS sia il termine ad oggi più utilizzato dalla comunità scientifica, in letteratura si può ritrovare anche con i seguenti termini : "disfunzione rotulea" (patellar dysfunction), "condromalacia rotulea" (chondromalacia patellae), "condromalacia" (chondropathy) "dolore anteriore di ginocchio" (anterior knee pain and/or syndrome)(10), "dolore femoro-rotuleo" (patellofemoral pain) o ginocchio del corridore (runner 's knee)(9).

La diagnosi è principalmente clinica, e viene solitamente fatta per esclusione.(4)

EPIDEMIOLOGIA

Nella popolazione generale la prevalenza è del 22.7% fino ad arrivare al 28.9% negli adolescenti e 35.7% nei ciclisti professionisti(8). Condizione spesso riscontrata anche nelle reclute militari nel periodo d'addestramento(11,12), arriva a colpire una recluta ogni dieci.(8) La prevalenza sembrerebbe spostata a favore del genere femminile(4,13), con valori fino a due volte superiori nelle donne rispetto agli uomini. (14) Tuttavia secondo una recente revisione sistematica peso, sesso, altezza, BMI, percentuale di massa grassa e lunghezza degli arti inferiori non sembrerebbero essere fattori di rischio per un futuro sviluppo di PFP.(15)

SINTOMI

La PFPS si caratterizza per la presenza di dolore retro-patellare o peri-patellare aggravato da almeno una tra le seguenti attività che carica l'articolazione femoro-rotulea: accovacciamenti (squat), salire e scendere le scale, fare jogging/corsa e saltare. A questi si aggiungono dei criteri addizionali (non essenziali)

A. Sensazione di crepitio/attrito che proviene dall'articolazione femoro-rotula durante i movimenti di flessione
B. Dolorabilità alla palpazione delle faccette rotulee

C. Lieve versamento/gonfiore
D. Dolore dopo essere rimasti seduti per più di 20-30’

Sono invece esclusi dalla definizione coloro che hanno storia di lussazione o che riferiscono percezioni di sublussazione (9). Tuttavia, siccome non è inusuale che il paziente riferisca di avere la sensazione che il ginocchio “ceda” o sia instabile, alcuni autori hanno individuato nel dolore una condizione che potrebbe inibire la contrazione del quadricipite e determinare la sensazione riferita dal paziente. Ad ogni modo si sottolinea che si tratta di una sensazione differente rispetto all'instabilità derivante da una lussazione rotulea.(16) L’insorgenza del dolore può essere graduale o acuta, favorita o meno da un trauma e può coinvolgere una o entrambe le ginocchia. Il dolore si manifesta per lo più quando si esercitano carichi a livello dell’apparato estensore del ginocchio, in movimenti come salire e scendere le scale, accovacciarsi, andare in bicicletta, stare seduti con le ginocchia flesse o durante la corsa soprattutto se in salita(2,14,17)

CAUSE E DIAGNOSI DIFFERENZIALE

Ad oggi le cause della presenza di questa sindrome non sono ancora totalmente chiare. Più probabilmente si tratta di cause multifattoriali (18). Al fine di fare chiarezza a questo proposito ci vengono in aiuto i *Consensus Statement*, dai quali emerge più che la presenza di veri e propri fattori eziologici la presenza di fattori predisponenti o di rischio a livello locale, distale e prossimale. (2,9,19–22).

Essendo una condizione che comporta dolorabilità anteriore di ginocchio, sarà inoltre fondamentale fare una diagnosi differenziale con le seguenti patologie/condizioni che affliggono il ginocchio: lesioni della cartilagine articolare per tumori ossei, Hoffite, Iliotibial band syndrome, Lateral patellar compression syndrome, Osgood-Schlatter disease, osteocondrite dissecante, instabilità/lussazione rotulea, fratture da stress, tendinopatia rotulea, osteoartrite patello-femorale, borsite anserina, sindrome di Sinding-Larsen-Johansson e rotula bipartita sintomatica (13,23).

FATTORI DI RISCHIO

I fattori di rischio come precedentemente accennato si suddividono in base alla loro localizzazione e nel dettaglio a **livello locale** la teoria principale è la presenza di un maleallineamento e/o maltracking rotuleo, elemento probabilmente alla base del sovraccarico ripetitivo della cartilagine condrofemorale, che a sua volta in alcuni soggetti sembrerebbe portare ad un sovraccarico dell’osso sub condrale sottostante provocando dolore. Alla base di questo maltracking sono spesso state

associate alterazioni a livello del quadricipite quali atrofie dello stesso o debolezza del Vasto Mediale Obliquo (VMO). (13,19,20). In merito al ruolo del VMO bisogna considerare tuttavia che un suo ritardo di attivazione può essere presente anche in soggetti sani e che i risultati migliori si ottengono da un programma di rinforzo globale del quadricipite in quanto non sembrerebbe possibile ottenere un suo reclutamento esclusivo (17,24).
In particolare, sono implicate tutte quelle strutture che possono portare ad una lateralizzazione della rotula e quindi anche debolezza del retinacolo rotuleo mediale ed eccessiva retrazione laterale della bandelletta ileotibiale o del retinacolo laterale. (13,19,20)

A **livello prossimale** sembrerebbe che un'eccessiva rotazione interna del femore rispetto alla rotula durante l'attività in carico aumenti lo stress dell'articolazione femoro-rotulea. L'intrarotazione e l'adduzione femorale sono infatti quei movimenti che risultano più stressanti per l'articolazione femoro-rotulea. Atteggiamento che potrebbe essere spiegato da una diminuzione della forza della muscolatura prossimale in generale (20,25).
Altri elementi che potremmo riscontrare a livello prossimale sono la presenza di drop pelvico durante il cammino, una debolezza degli abduttori e dei rotatori esterni dell'anca(26). Tra i fattori di rischio a lungo considerati in letteratura vi è un aumento dell'angolo Q statico, ad oggi superato dall'introduzione dell'angolo Q dinamico. Quest ultimo è formato dall'angolo formato dalla linea che collega la spina iliaca anterosuperiore al centro della rotula e la proiezione di quella che collega il tubercolo tibiale e il centro della rotula durante la flessione di ginocchio.(27) L'insorgenza della PFP sembra infatti essere correlata ad un aumento del valgismo dinamico durante attività in carico. (28,29)

A **livello distale**, infine, si ipotizza che la presenza di un'eccessiva rotazione interna della tibia rispetto all'inclinazione/rotazione della rotula possa determinare sia un possibile maltracking a livello locale che un aumento della pronazione del piede. (13,19,20).
Sembrerebbe infatti che la presenza di un'eccessiva pronazione determini un aumento dell'angolo Q dinamico che, come abbiamo visto nei fattori prossimali, costituisce un fattore predisponente all'insorgenza della PFPS. (30–32)

TRATTAMENTO

Per quanto concerne il trattamento esso si basa soprattutto in fase iniziale sulla riduzione del dolore e modifica delle attività(17) e più in generale su un intervento multimodale diretto alla gestione degli impairments e fattori di rischio emersi in fase di valutazione. (33–35)

A livello farmacologico nonostante i FANS abbiano un impiego diffuso per il trattamento della PFPS, le prove della loro efficacia nel ridurre il dolore sono limitate e riguardano solo il breve termine (fino a una settimana). Se, nonostante ciò, si prende in considerazione l'uso dei FANS, dovrebbe essere scelto il farmaco con i minori effetti collaterali possibili e i costi più bassi. Sembrerebbero esserci alcune prove di efficacia a carico dello steroide anabolizzante Nandrolone, ma il rapporto rischio/beneficio non ne suggerisce ancora un suo utilizzo nel trattamento della PFPS.(36)

L'uso di ortesi plantari rimane tuttora controverso; alcuni studi hanno indicato effetti positivi sia nella riduzione del dolore che nelle prestazioni funzionali subito dopo l'uso(37) e per un periodo di tempo fino a 3 mesi(38,39). Coloro che riferiscono una riduzione immediata del dolore con un'ortesi durante l'esecuzione di uno squat monopodalico hanno maggiori probabilità di trarne beneficio.(37)

Una recente revisione Cochrane ha infine concluso che sebbene le ortesi plantari possano contribuire ad alleviare il dolore al ginocchio nel breve periodo, il beneficio può essere solo marginale. (40)

Sempre nel breve termine per la "riduzione del dolore" viene impiegato il taping rotuleo, che viene anche raccomandato da diverse linee guida(9,22,41).

Per la riduzione del dolore e miglioramento della funzione nel lungo termine ci sono prove a favore di un programma di rinforzo della muscolatura del ginocchio e della muscolatura dell'anca (42).

Infine, ciò che emerge da una recente revisione di linee guida è che i trattamenti più efficaci sono quelli combinati che prevedono l'utilizzo di esercizi (per anca e ginocchio) associati a interventi a breve termine (taping rotuleo e ortesi prefabbricate).(43)

L'intervento chirurgico invece viene preso in considerazione nel caso in cui dopo sei mesi di trattamento conservativo non ci siano stati miglioramenti. (30)

Trasversalmente a tutto il trattamento sarà poi fondamentale utilizzare strategie di educazione del paziente quale strumento per affrontare i fattori psicologici e sociali, come le convinzioni errate sull'esercizio fisico, il dolore e i suoi potenziali danni, spesso presenti nelle persone con questa tipologia di dolore. Gli interventi educativi che aiutano ad affrontare le difficoltà psicologiche e sociali possono contribuire a ridurre l'aumento del rischio di dolore persistente e di scarsi risultati del

trattamento fisioterapico, come è stato dimostrato anche per la lombalgia. Sempre al fine di aumentare l'efficacia del trattamento è importante che nella presa in carico del paziente vengano utilizzati anche PROMs validati. (43)

PROGNOSI E ASPETTATIVE DEL PAZIENTE

La prognosi a lungo termine per la maggior parte dei pazienti con PFP è scarsa, solo un terzo di essi non lamenta dolore ad un anno dalla diagnosi e molti rinunciano alla partecipazione ad attività sportive. (44) In accordo con queste affermazioni troviamo anche i dati riportati nella revisione di Rathleff e collaboratori in cui il 29% dei soldati, il 27,8% degli sportivi attivi e il 24,7% della popolazione generale hanno una completa risoluzione della sintomatologia a seguito della diagnosi di PFPS.(45) Inoltre, fino al 91% dei pazienti presenta dolore anche dopo 20 anni dalla diagnosi di PFPS.(33)

Considerata la lunga durata dei sintomi in letteratura comincia ad esserci interesse anche nel comprendere il meccanismo alla base di questo dolore, ipotizzando l'implicazione di meccanismi differenti da quello nocicettivo. Sembrerebbe infatti esserci una riduzione della conditioned pain modulation (CPM) che potrebbe sostenere la presenza di componenti centrali alla base del dolore persistente della PFP.(46) Tuttavia questi dati sono stati smentiti da studi successivi sebbene evidenziassero la presenza fenomeni di iperalgesia diffusa(47,48).

Ciò su cui sembra invece essere d'accordo la letteratura è che in questi soggetti siano presenti alti livelli di ansia, depressione, catastrofizzazione (alti punteggi alla Pain catastrophizing Scale) e chinesiofobia, e riduzione del livello di salute percepita. (47,49–51) Le credenze e i fattori psicologici divengono quindi elementi di fondamentale importanza in soggetti con PFP in quanto correlati al dolore e riduzione della funzione. (50,52)

Per quanto concerne la percezione dei pazienti esistono vari strumenti per chi soffre di dolore anteriore di ginocchio, pertanto, in questa revisione si sono proposti di andare ad individuare quali potessero essere i PROMS più adatti a questa condizione; concludendo che per poter inquadrare al meglio il paziente sarebbe consigliato di utilizzare la "Knee Outcome Survey" come strumento raccogliere dati uniformi rispetto alle limitazioni delle ADL; sia in fase di anamnesi che come misure di outcome consigliano inoltre di utilizzare l'Anterior Knee Pain Scale e l'International Knee Documentation Committee Subjective knee evaluation. (53)

DIAGNOSI CLINICA

La diagnosi è principalmente clinica, e viene solitamente fatta per esclusione in quanto in letteratura non è ancora stato identificato un *gold standard. (4)*

Nello studio di Gaitonde suggeriscono di fare un esame fisico del ginocchio in tutti i pazienti che presentano come sintomo principale dolore al ginocchio, considerando Il versamento articolare di grandi dimensioni, il rossore e l'aumento del calore come elementi di esclusione per una PFPS. (13)

Sebbene in letteratura si possano trovare diversi test clinici come il tracking rotuleo, il patellar apprehension test, il compression test, Waldron test, la compressione rotulea e il test di Clarke (4,13), sono tutti caratterizzati da una scarsa accuratezza diagnostica. (25) Nella revisione di Nunes e collaboratori infatti, gli autori concludono che dei test che si propongono di diagnosticare la PFPS nessuno possiede una consistenza diagnostica tale da permettere di utilizzarli per fare diagnosi. (54)

DIAGNOSI STRUMENTALE

Anche per quanto riguarda la diagnosi strumentale non è stato ancora identificato un *gold standard* e pertanto ad oggi radiografie e risonanza magnetica sembrerebbero utili principalmente in ottica di esclusione di altre patologie o in caso di insuccesso del trattamento conservativo (13,17).

Diversi studi hanno utilizzato l'elettromiografia identificando un ritardo di attivazione del vasto mediale obliquo (VMO) in soggetti con PFP (5,55–57) tuttavia tale segno è possibile riscontrarlo anche in soggetti sani. (42)

CONCLUSIONI

Ciò che emerge da questo breve inquadramento è che non vi sono informazioni dettagliate/chiare in merito alla modalità migliore per poter effettuare diagnosi di sindrome femoro rotulea e che si tratta tutt'ora di una diagnosi per esclusione.

Fornire ai clinici strumenti standardizzati in grado di accompagnarli nel ragionamento clinico e supportarli nella scelta del trattamento è fondamentale ai fini di ridurre i tempi di attesa e presa in carico. Effettuare una diagnosi precoce permette oltre che di ridurre la cronicizzazione della condizione e migliorare la qualità di vita dei pazienti anche di ritardare/evitare la comparsa di complicanze, sebbene la letteratura sia divisa tra chi sostiene che una PFPS non diagnosticata possa essere un fattore predisponente allo sviluppo di osteoartrosi (19) e chi sostiene non siano disponibili sufficienti evidenze. (10,58)

Il presente studio si propone pertanto di indagare se l'uso della RM è affidabile nel diagnosticare la presenza di condropatia femoro-rotulea, e se di fronte alla presenza di questa diagnosi strumentale vi è associazione con il dolore riportato dal paziente.

MATERIALI E METODI

STRATEGIA DI RICERCA

È stata condotta una revisione narrativa della letteratura consultando le banche dati elettroniche Medline (attraverso Pubmed), Pedro e Cochrane Library. La ricerca è stata effettuata nel periodo compreso tra Agosto 2022 e Ottobre 2022.

La revisione della letteratura è stata effettuata formulando il quesito clinico tramite il modello PI(C)O La stringa così ottenuta è stata strutturata come segue: P= popolazione affetta da condropatia femoro-rotulea, C= non presente, I= RM, O= affidabilità della RM nella diagnosi e dolore anteriore di ginocchio e/o uso di PROMs.

Gli outcomes considerati sono due in quanto questo studio si propone di indagare sia l'affidabilità della RM nell'effettuare diagnosi, sia l'associazione tra dolore anteriore di ginocchio e condropatia femoro-rotulea.

STRINGHE DI RICERCA

MEDLINE

Sulla base dei termini utilizzati nel quesito appena proposto, sono state individuate le keywords "magnetic resonance imaging", "anterior knee pain syndrome", "anterior knee pain", chindromalacia patella", "patellofemoral pain", "patellofemoral pain syndrome" "diagnosis" "PROMs".

È stata dunque formulata una stringa di ricerca sul database elettronico MEDLINE (attraverso Pubmed) prevedendo l'utilizzo degli operatori booleani "AND", "OR", "NOT" e dei Medical Subject Headings (MeSH) terms. La stringa di ricerca è stata la seguente:

((((("magnetic resonance imaging"[MeSH Terms] OR ("magnetic"[All Fields] AND "resonance"[All Fields] AND "imaging"[All Fields]) OR "magnetic resonance imaging"[All Fields] OR "mri"[All Fields])) AND ((((((("runner 's knee") OR ("anterior knee pain syndrome")) OR ("anterior knee pain")) OR ("chondromalacia patella")) OR ("patellofemoral pain")) OR (("patellofemoral pain syndrome"[MeSH Terms] OR ("patellofemoral"[All Fields] AND "pain"[All Fields] AND "syndrome"[All Fields]) OR "patellofemoral pain syndrome"[All Fields])))) AND (("Diagnosis"[Mesh]) OR ("diagnostic accuracy"))) AND ((((symptoms) OR (((((((PROMs) OR (PROMs[Title/Abstract]))) OR (("anterior knee pain"[Title/Abstract]) OR ("anterior knee pain")))) OR (pain)) OR ("Pain Measurement"[Mesh]))) OR ("anterior symptoms")) OR (symptoms))

PEDRO

La stringa utilizzata per ricercare nel database in modalità "Advanced" è stata la seguente:

"Magnetic Resonance Imaging" "Patellofemoral Pain Syndrome"
È stata selezionata l'opzione "Match all search terms (AND)".

COCHRANE
Sono state fatte due ricerche semplici per parole chiave in titolo e abstract. La decisione di effettuare due ricerche differenti è legata alla presenza dei due outcome precedentemente citati. Le ricerche così effettuate sono le seguenti:

- "MRI" and "patellofemoral pain syndrome" in Title Abstract Keyword
- "patellofemoral pain syndrome" and "anterior knee pain" in Title Abstract Keyword

ALTRE RICERCHE
Se ritenuti rilevanti ai fini della revisione sono stati considerati eleggibili anche gli studi citati dagli articoli trovati mediante le stringhe di ricerca, ma non rilevati direttamente.

SELEZIONE DEGLI STUDI

Tutti i record ottenuti dalla stringa di ricerca effettuata su PubMed sono stati caricati su Rayyan (https://www.rayyan.ai/), un software che facilita il processo di eliminazione dei duplicati e di selezione degli articoli. I record provenienti dalle stringhe di ricerca effettuate su Pedro e Cochrane sono stati valutati senza l'utilizzo del software precedentemente descritto.
La selezione degli studi è stata effettuata da un unico revisore in quanto il disegno di studio scelto non richiede la presenza di due revisori che cooperino in cieco.
È stato effettuato uno screening preliminare degli articoli ricercati in base alla pertinenza dei titoli e degli abstract che ad una prima valutazione potevano corrispondere ai criteri di inclusione. Sono quindi stati reperiti i full text degli articoli selezionati, per verificare che tutti i criteri di inclusione fossero stati pienamente rispettati. Gli articoli non corrispondenti ai criteri di inclusione non sono stati considerati all'interno della revisione. Sono stati inclusi solo gli articoli sulla base di questi criteri:

● Criteri di inclusione

Sono stati inclusi studi “cross sectional” di tipo caso-controllo riguardati l’uso della RM in soggetti con diagnosi clinica di PFPS e controlli sani.

Non sono stati messi limiti rispetto al sesso o età dei soggetti inclusi negli studi. Non è stata posta limitazione in merito alla numerosità campionaria degli studi. Sono stati presi in considerazione solo gli articoli in lingua inglese e dei quali è stato possibile reperire il full text.

● Criteri di esclusione

Sono stati escluse revisioni o metanalisi e gli studi che includevano soggetti instabilità rotulea o altra diagnosi che potesse giustificare dolore anteriore al ginocchio (tumori, infiammazione del corpo di Hoffa, osteoartrosi e lesione del LCA).

Non sono state prese in considerazione revisioni o metanalisi.

VALUTAZIONE QUALITÀ METODOLOGICA

La qualità metodologica degli studi inclusi è stata valutata facendo riferimento agli items della scala New-Castle-Ottawa-Scale in quanto tutti studi caso controllo.

La scala si suddivide in tre parti

- Criteri
- Comparabilità
- Esposizione

Nella sezione degli allegati possibile vedere la scala completa.

Per quanto riguarda l’esposizione non è stato considerato il terzo item in quanto non presente il tasso di non risposta.

ANALISI DEI DATI

I dati così raccolti sono stati sintetizzati in tabelle riportanti le principali caratteristiche e conclusioni dei singoli studi inclusi nella revisione.

RISULTATI

SELEZIONE DEGLI ARTICOLI

La ricerca sulle principali banche dati elettroniche (Pubmed, Cochrane e PeDro) ha individuato 399 articoli. Sono stati identificati due duplicati, pertanto 397 sono sati vagliati per titolo e abstract. Sono quindi rimasti 33 articoli potenzialmente idonei per l'inclusione di cui due non reperibili in full text. Trentuno articoli sono stati letti per full text e 20 articoli sono stati esclusi in quanto non aderenti ai criteri di inclusione. Gli articoli inclusi sono quindi 11.

Quanto appena detto è riportato graficamente in Figura 1.

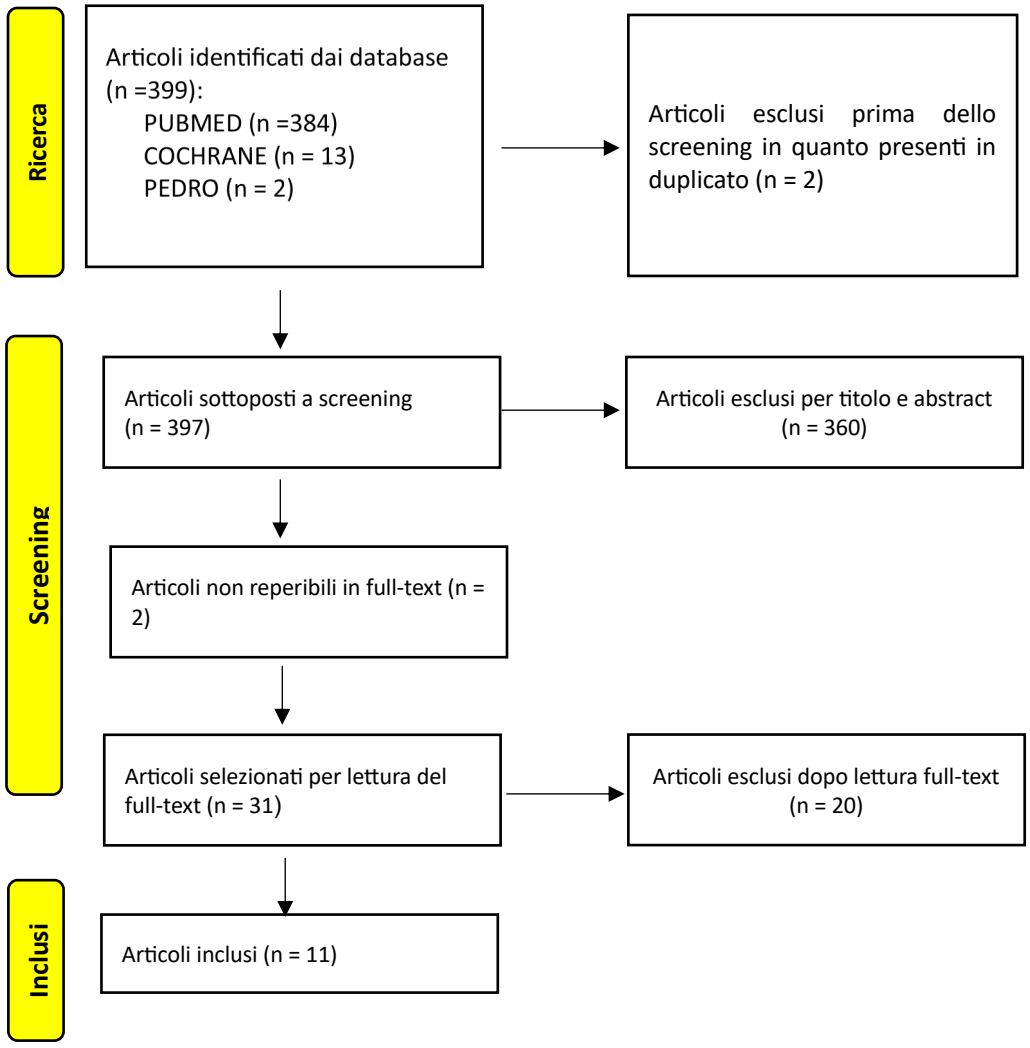

FIGURA 1. Flowchart selezione articoli

QUALITÀ METODOLOGICA

L'analisi qualitativa degli studi inclusi è sintetizzata nella Tabella 1 considerando gli item della New-Castle-Ottawa-Scale. L'uso della scala è stato fatto considerando la risonanza magnetica come esposizione. Sette studi risultano chiari nel riportare i criteri di inclusione ed esclusione di casi e controlli(55,59–64). In due studi parte dei soggetti inclusi provengono dai dati riportati in altri studi, elemento che comporta punteggio 0 nell'esposizione(65,66). Solo 4 studi hanno considerato i fattori demografici come elemento da considerare nei calcoli statistici (59–61,65).

Infine, in tutti gli studi il tasso di non risposta nella sezione esposizione è stato considerato come mancante.

AUTORE E ANNO	SELECTION	COMPARABILITY	EXPOSURE
Shen et al. 2021	0 Parte del campione deriva da uno studio precedente	1 Non è un vero e proprio aggiustamento hanno fatto un matched principalmente per l'età. (Facevano un confronto tra adulti e adolescenti)	0 probabilmente non stessa esposizione visto che popolazione controllo di un altro studio.
Zelenski et al. 2020	2 per il gruppo di controllo mancano i criteri di esclusione, per i casi l'inclusione è molto generica	0 Dichiarano non esserci differenze tra i gruppi	2 no dati rispetto al tasso di non risposta e non sappiamo chi ha valutato le RM
Thomeer et al. 2017	3 i controlli sono di un altro studio	2 I valori sono stati "aggiustati" per età sesso altezza peso	0 probabilmente non stessa esposizione visto che popolazione controllo di un altro studio.
Carlson et al. 2017	4	2 hanno calcolato la normalità distributiva per i fattori demografici	2 Non sono presenti dati rispetto al tasso di non risposta.
Van der Heijden et al. Maggio 2016	4	2 Corretti per età, body mass index (BMI), sesso e livello attività sportiva	2 Non sono presenti dati rispetto al tasso di non risposta.
Van der Heijden et al. Marzo 2016	4	2 Corretti per età, body mass index (BMI), sesso e livello attività sportiva	2 Non sono presenti dati rispetto al tasso di non risposta.
Salsich et al. 2013	4	0 Dato non chiaro	2 Non sono presenti dati rispetto al tasso di non risposta.
Pattyn et al. 2013	4	0 Abbiamo i dati ma non sembrerebbero essere stati utilizzati	2 Non sono presenti dati rispetto al tasso di non risposta.
Souza et al. 2010	4	0 Riferiscono che i due gruppi sono simili	2 Non sono presenti dati rispetto al tasso di non risposta.
Ribeiro et al. 2010	4	0	2 Non sono presenti dati rispetto al tasso di non risposta.
Draper et al. 2009	3 Mancano i dati dei criteri di esclusione	0 Età peso e altezza riportati, dicono che i campioni si assomigliano	2 Non sono presenti dati rispetto al tasso di non risposta.

TABELLA 1. Analisi della qualità metodologica mediante New Castle Ottawa Scale

Gli studi inclusi nella revisione sono di tipo caso-controllo. La numerosità campionaria, le caratteristiche dei soggetti, i criteri di inclusione ed esclusione per i casi e i controlli, le modalità di impiego della RM e le conclusioni sono riportate nella Tabella 2.

Tutti gli studi presi in considerazione hanno una bassa numerosità campionaria per un totale di 346 casi e 336 controlli. Gli studi più numerosi sono quelli di Van der Heijden et al (60,61). L'età è compresa tra i 12 e 45 anni ed in tre studi esplicitano di aver escluso soggetti di età maggiore a 40 anni in quanto potrebbe aumentare la possibilità di riscontrare segni degenerativi dell'articolazione.(62,64,66).

L'intensità del campo magnetico non è omogenea in tutti gli studi: in tre studi hanno utilizzato un intensità pari a 0,5 T (55,64,67) , uno studio a 1,5 T (62) e in cinque a 3 T (59–61,63,66). In due studi infine non è stato riportato (65,68).

L'esecuzione della RM è stata fatta in modalità dinamica per due studi (66,67) e statica in sei studi (55,60–63,68). Mentre in tre studi (59,64,65) è stata eseguita con una combinazione delle modalità precedentemente enunciate.

Siccome le misure di outcome tra i vari studi risultano eterogenee, si descrivono di seguito le caratteristiche e la significatività dei risultati emersi per ciascuno di essi.

Nello studio di Shen et al. hanno valutato il maltracking rotuleo in soggetti adolescenti e adulti ed è emersa differenza significativa nel lateral shift rotuleo (a 10° 20° e 30° di flessione di ginocchio) negli adolescenti e una differenza significativa nel lateral tilt rotuleo (a 10° e 20° di flessione di ginocchio) negli adulti.(66)

Zelenski et al. hanno riscontrato un'iperintensità del segnale T1 pesato proveniente dagli strati superficiali e medi della cartilagine della faccetta rotulea laterale. Tuttavia, a causa della bassa numerosità campionaria non è possibilità sostenere la significatività dei risultati.(68)

Thomeer et al. hanno indagato le forze compressive che agiscono a livello della rotula. Le componenti della forza risultante in compressione che hanno mostrato una differenza significativa sono state quelle che derivano dalla contrazione quadricipitale e dalla cinematica dell'articolazione tibio-femorale.(65)

Carlson et al. hanno valutato il tracking rotuleo e la distanza tra tuberosità tibiale e solco trocleare riscontrando una lateralizzazione rotulea e un incremento di questa distanza nei soggetti con PFP.(59)

Van der Heijden et al. nei due studi condotti nel 2016 hanno analizzato la cartilagine rotulea riscontrando alterazioni cartilagine minime sia nei casi che nei controlli (60) e nessuna differenza nei tempi di rilassamento della cartilagine rotulea tra casi e controlli (61).
Tre studi riguardanti la cinematica rotulea nei movimenti di flesso estensione hanno riscontrato una lateralizzazione ed un tilt rotuleo nei primi gradi di flessione.(62,64,67) Un'analisi per sottogruppi ha poi evidenziato una maggior rotazione tibiale nei soggetti con cedimento mediale durante le attività in carico. (62)
Pattyn et al. hanno riscontrato che non ci sono differenze nel pattern di attivazione del quadricipite in soggetti con PFP e controlli sani. (63)
Ribeiro et al. hanno studiato la posizione della rotula in posizione statica riscontrando un sulcus angle (SA) maggiore e un congruence angle (CA) minore nei soggetti con PFP. (55)

Il dolore riferito dai pazienti con PFP è stato indagato tramite scala VAS con punteggio 0-10 (60) (61) (64), VAS 0-100 (55) (62,66) (67) mentre un unico articolo non ne ha esplicitato gli estremi (59).
Quattro studi hanno ulteriormente approfondito utilizzando anche l'anterior knee pain scale conosciuta con il nome di Kujala scale (59–62). Inoltre, Souza et al. (64) esplicitano che il dolore è stato usato solo come criterio di inclusione per i casi ma, non essendo stato valutato durante l'esecuzione della RM, non è chiaro se le differenze riscontrate nella cinematica possano anche essere legate al dolore. Infine tre studi non hanno valutato il dolore esperito dal paziente (63,65,68).

AUTORE E ANNO		SAMPLE SIZE	CRITERI INCLUSIONE	CRITERI ESCLUSIONE	PARAMETRI RM	CONCLUSIONI
Shen et al. 2021	CASO	N: 20 adolescenti Età 13.9 (1.4) y Peso 50.1 (7.3) kg Altezza: 161.0 (8.0) cm BMI: 19.3 (2.3) kg/m N:20 adulti Età 28.1 (4.9) y Peso 61.4 (8.9) kg Altezza: 164.4 (5.8) cm BMI :22.7 (2.7) kg/m2	Dolore peripatellare da almeno sei mesi in assenza di altre patologie strutturali o dislocazione	Soggetti con lesioni importanti agli arti inferiori, artrite ed interventi chirurgici. Insorgenza traumatica; precedenti lussazioni rotulee e ipermobilità.	RM a 3 T dinamica con contrasto durante la flesso estensione di ginocchio	Emerge una differenza di comportamento tra soggetti adulti e adolescenti, in quanto gli adolescenti mostrano una differenza significativa nel lateral shift rotuleo (a 10° 20° e 30° di flessione di ginocchio) mentre gli adulti una differenza significativa nel lateral tilt rotuleo (a 10° e 20° di flessione di ginocchio).
	CONTROLLO	N: 16 adolescenti Età 13.8 (1.3) y Peso 50.6 (8.6) kg Altezza: 159.1 (10.0)cm BMI : 19.9 (2.4)kg/m N:20 adulti Età 28.1 (4.8) y Peso 60.3 (8.2) kg Altezza: 166.3 (7.8) cm BMI :21.8 (2.8) kg/m2	Soggetti asintomatici	Attuale dolore al ginocchio o aver avuto una precedente diagnosi di PFP		
Zelenski et al. 2020	CASO	N:10 8F/2M Età: 30 (6.85) y BMI :27 (2.57) kg/m	Pazienti tra i 18 e 45 anni che hanno ricevuto una diagnosi clinica di PF	Sono stati esclusi i soggetti con anamnesi di precedenti lesioni o interventi chirurgici al ginocchio interessato, evidenza radiografica di osteo-artrite o anomalie	RM (risoluzione non esplicitata). Sono state acquisite tre sequenze T1ρ 3D GRE sul piano assiale con	La RM T1ρ ha dimostrato valori di segnale più elevati negli strati superficiali e medi della cartilagine della faccetta rotulea laterale nei pazienti

				strutturali alla risonanza magnetica convenzionale.	tempi di spin-lock di 0, 10, 20, 30 e 40 ms,.	con PFPS rispetto ai soggetti di controllo. Tuttavia a causa della ridotta numerosità campionaria sono necessari studi più ampi per comprendere se un segnale aumentato in T1ρ possa essere utilizzato ai fini di una diagnosi precoce.
	CONTROLLO	N:10 7F/3M Età: 27 (3.13) y BMI :26 (3.70) kg/m	Volontari asintomatici.	Non specificati		
Thomeer et al. 2017	CASO	N: 33 30F/3M Età: 22.3±11.8 y, Peso: 57.8±12.3 kg Altezza: 162.3±7.4 cm	Diagnosi clinica di PFP Almeno 6 mesi di dolore e assenza di controindicazioni all'uso della RM	Precedenti interventi al ginocchio	Immagini RM 3D statiche e acquisizioni RM dinamiche con contrasto cine-fase (CPC) e multi-plane cine (MPC) durante la flesso-estensione di ginocchio.	Dall'analisi della cinematica della rotula è emerso che le componenti della forza risultante compressiva rotulea che si possono considerare statisticamente significative sono quelle che derivano dalla contrazione quadricipitale e dalla cinematica dell'articolazione tibio-femorale.
	CONTROLLO	N: 38 29F/9M età: 26.7±5.7 y Peso: 62.2±10.8 kg Altezza: 167.5±10.4 cm	No storia di PFP, o patologie, interventi o infortuni all'arto inferiore	/		

Carlson et al. 2017	CASO	N: 12 tutte F Età: 14.1 (1.1) y Peso: 51.1 (7.4) kg Altezza: 160.0 (5.2) cm BMI 20.4 (3.1) kg/m2	Diagnosi clinica di PFP da almeno 6 mesi.	Precedente lussazione rotulea; insorgenza traumatica di PFP; lesioni ai legamenti, al menisco, alla bandelletta iliotibiale o alla cartilagine. Precedenti interventi chirurgici al ginocchio. Controindicazioni alla risonanza magnetica (MR), ragazze pre-menarca, presenza di un punteggio di Beighton ≥ 5 o una sindrome di ipermobilità clinicamente diagnosticata	RM a 3T con cine-phase contrast (CPC) sia durante movimenti di flesso estensione (immagini saggitali), sia a riposo (in tutti e tre i piani cardinali) con l'arto inferiore in posizione anatomica neutra e il ginocchio all'interno di una bobina a 8 canali.	Nei soggetti con PFP emerge la presenza di tracking rotuleo anormale (più spostato lateralmente) e una maggior distanza tra tuberosità tibiale e il solco trocleare. La combinazione tra questi dati e un'attività fisica intensa potrebbero essere correlata al dolore nelle ragazze con PFP.
	CONTROLLO	N: 13 tutte F Età 14.2 (1.0) Peso: 53.4 (9.6) kg Altezza: 156.9 (7.6) cm BMI: 21.6 (3.1) kg/m2	Soggetti asintomatici senza precedenti anamnestici di PFP o di patologie agli arti inferiori	Controindicazioni alla RM, ragazze pre-menarca, presenza di un punteggio di Beighton ≥ 5 o una sindrome di ipermobilità clinicamente diagnosticata		
Van der Heijden et al. Maggio 2016	CASO	N: 64 35F/29M Età: 23.4 ± 7.0 y BMI: 23.6 ± 3.8) kg/m2	Diagnosi di PFPs da almeno 2 mesi e massimo 2 anni. Presenza di almeno 3 dei seguenti sintomi: crepitii o dolore durante la salita delle scale, squatting, corsa, andare in bici o la posizione seduta prolungata.	Presenza di una diagnosi come OA o tendinopatia rotulea. Aver subito interventi chirurgici traumi. Episodi di PFP risalenti a più di 2 anni prima l'insorgenza della PFP dopo un trauma. Presenza di controindicazioni alla RM con contrasto e l'insufficiente conoscenza dell'olandese	RM a 3,0-T (Discovery MR750; GE Healthcare) con una bobina dedicata a 8 canali). Il protocollo di RM comprendeva sequenze sagittali, assiali.	Anomalie strutturali dell'articolazione femoro-rotulea sono state riscontrate sia nei casi che nei controlli pertanto difetti cartilaginei minori, tra cui l'alta intensità di segnale, la fissurazione e l'ipertrofia non possono essere associati alla presenza di PFP.

	CONTROLLO	N: 70 41F/29M Età 23.1 ± 5.9 y BMI 22.3 ± 3.0) kg/m2	Soggetti senza alcun tipo di disturbo al ginocchio	Diagnosi di PFP attuale o pregressa, precedenti lesioni traumatiche interventi chirurgici. Familiari di primo grado dei casi. Presenza di controindicazioni alla RM con contrasto e l'insufficiente conoscenza dell'olandese		
Van der Heijden et al. Marzo 2016	CASO	N: 64 35F/29M Età: 23.4 ± 7.0 y BMI: 23.6 ± 3.8) kg/m2	Diagnosi di PFPs da almeno 2 mesi e massimo 2 anni. Presenza di almeno 3 dei seguenti sintomi: crepitii o dolore durante la salita delle scale, squatting, corsa, andare in bici o la posizione seduta prolungata	Presenza di una diagnosi come OA o tendinopatia rotulea. Aver subito interventi chirurgici traumi. Episodi di PFP risalenti a più di 2 anni prima l'insorgenza della PFP dopo un trauma. Presenza di controindicazioni alla risonanza magnetica con contrasto e l'insufficiente conoscenza dell'olandese	RM a 3,0-T con bobina a 8 canali; tramite la quale sono state raccolte 5 sequenze sagittali.	Non sono emerse, differenze significative nei tempi medi di rilassamento della cartilagine rotulea e femorale e quindi della sua composizione tra i pazienti con PFP e i soggetti sani di controllo.
	CONTROLLO	N: 70 41F/29M Età: 23.1 ± 5.9 y BMI: 22.3 ± 3.0) kg/m2	Essere parenti o amici dei casi. Assenza di dolore al ginocchio	Diagnosi di PFP attuale o pregressa, precedenti lesioni traumatiche interventi chirurgici. Familiari di primo grado dei casi. Presenza di controindicazioni alla risonanza magnetica con contrasto e l'insufficiente conoscenza dell'olandese		

Salsich et al. 2013	CASO	N: 27 21F/6M Età: 27.0 ± 7.1 y Peso: 65.9 ± 11.8 kg Altezza: 165.3 ± 6.2 cm	Dolore intorno all'articolazione femoro-rotulea da almeno 2 mesi, esordio insidioso e riproducibile con almeno 2 dei seguenti test di provocazione: contrazione resistita del quadricipite, squatting o discesa delle scale	Dolore causato dal tendine rotuleo, dal tendine del quadricipite, dall'articolazione tibiofemorale dai menischi o dalle placche sinoviali. Episodi precedenti di lussazione rotulea. Lesioni legamentose, cartilaginee o tendinee. Lussazione traumatica della rotula, precedenti interventi chirurgici al ginocchio, gravidanza nota e dispositivi biologici impiantati controindicati per l'esame di RM.	RM a 1.5 T a 3 gradi di flessione del ginocchio : 0◦ , 20◦ , and 40◦. Per ogni angolo sono state raccolte due immagini: una assiale e una sagittale	I soggetti con PFP hanno una minor area di contatto dell'articolazione femoro-rotulea e un maggiore lateralizzazione e tilt rotuleo nei primi gradi di flessione. Il sottogruppo di soggetti con cedimento mediale mostrava anche una rotazione tibiofemorale maggiore. Pertanto potrebbe essere utile creare sottogruppi di persone con PFP per cercare di identificare i meccanismi di dolore specifici.
	CONTROLLO	N: 29 19F/10M Età: 24.2 ± 4.5 y Peso: 70.2 ± 12.7 kg Altezza: 69.6 ± 8.6 cm	Stato di attuale assenza di dolore ad entrambi gli arti. inferiori	Lesioni legamentose, cartilaginee o tendinee. Lussazione traumatica della rotula, precedenti interventi chirurgici al ginocchio, gravidanza nota e dispositivi biologici impiantati controindicati per l'esame di RM.		

Pattyn et al. 2013	CASO	N: 46 25F/21M Età: 25.0 ± 7.4 y Peso 68.9 ± 13.6 kg Altezza: 173.4 ± 9. 9 BMI (kg/m2) 22.8 ± 3.4	Dolore peripatellare o retropatellare da almeno 3 mesi provocato da almeno due delle attività comunemente associate alla PFP (seduta prolungata con ginocchia flesse, salire le scale, accovacciarsi, correre, inginocchiarsi e saltare	Storia o evidenza di altri disturbi del ginocchio come tendinopatia rotulea, lesioni ligamentose, borsite, malattia di Osgood-Schlatter, lesione meniscale, steoartrite.Interventi chirurgici o traumi all'arto inferiore nell'ultimo anno. Instabilità rotulea. Controindicazioni alla RM, quali gravidanza, claustrofobia e dispositivi impiantati.	RM a 3T Le a riposo (immagine pre-esercizio) e immediatamente dopo un esercizio (immagine post-esercizio) (8). La prima RM è stata eseguita dopo 30 minuti di rilassamento in posizione supina. La seconda dopo l'esecuzione di squat a 90° fino all'esaurimento. Sono stati mappati i seguenti muscoli: VMO, VL e vasto mediale e intermedio (VMVI).	I pazienti affetti da PFP non presentano un reclutamento del quadricipite alterato rispetto ai controlli sani. Differenze nell'attivazione dei vasti sono state riscontrate sia nei pazienti che nei controlli. Sono quindi necessarie ulteriori ricerche per chiarire il modello di reclutamento muscolare del quadricipite e le sue implicazioni cliniche per la PFP.
	CONTROLLO	N:30 17F/13M Età: 21.6 ± 4.5 y Peso: 66.7 ± 13.0 kg Altezza: 173.1 ± 10.0 BMI (kg/m2) 22.1 ± 2.9	Individui senza dolore al ginocchio	Non esplicitati		
Souza et al. 2010	CASO	N: 15 tutte F Età: 30.8 ±8.9 y Altezza: 1.67 ±0.09 m Peso: 61.2 ±7.3 kg	Soggetti con dolore retropatellare o peripatellare, e le seguenti caratteristiche: dolore facilmente riproducibile (3/10 VAS), in almeno 2 delle seguenti attività: salita o discesa delle scale, squatting, inginocchiarsi, posizione seduta prolungata o contrazione isometrica dei quadricipiti	Età > 45 y precedenti interventi chirurgici al ginocchio, storia di lussazione traumatica della rotula, disturbi neurologici in grado di influenzare l'andatura e presenza di dispositivi biologici impiantati, come pacemaker, impianti cocleari o clip che sono controindicati per la RM.	RM a 0,5T cinematica e in carico. Sono state acquisite immagini assiali e oblique a 4 angoli di flessione del ginocchio target (45°, 30°, 15° e 0°), Per ogni soggetto sono state acquisite due serie di immagini.	Emerge che i soggetti con PFP hanno una maggiore lateralizzazione e tilt rotuleo durante attività in carico, oltre ad una maggiore rotazione femorale mediale rispetto al gruppo di controllo. Questo contribuisce a suggerire un coinvolgimento del femore nella cinematica dell'articolazione femoro-rotulea durante l'appoggio.

	CONTROLLO	N: 15 tutte F Età: 29.1 ± 4.2 y Altezza: 1.64 ± 0.09 m Peso: 60.7 ±10.1 kg	Soggetti senza dolore	Età > 45 y anamnesi o diagnosi di patologia o trauma al ginocchio, dolore o gonfiore al ginocchio, dolore al ginocchio con una qualsiasi delle attività descritte per il gruppo PFP, (4) presenza di limitazioni della deambulazione. Presenza di dispositivi biologici impiantati, come pacemaker, impianti cocleari o clip che sono controindicati per la RM.		
Ribeiro et al. 2010	CASO	N: 12 F Età: 22.52 (±3.94) y	Dolore femororotuleo nell'ultimo mese e dolore in almeno tre delle seguenti attività funzionali: squatting, salire o scendere le scale, inginocchiarsi, correre, stare seduti per lungo tempo. Almeno tre dei seguenti segni clinici: crepitii rotulei; angolo Q superiore a 16°; eccessiva pronazione subtalare; rotula alta; retrazione del tratto ileo tibiale; sensibilità alla palpazione delle faccette rotulee; torsione tibiale laterale; mal allineamento rotuleo mediale o laterale; ipo- o ipermobilità	Storia di infortunio a bacino, anca o ginocchio. Soggetti con disturbi neurologici, cardiovascolari o reumatologici. Uso di farmaci o terapia fisica prima dell'inclusione nello studio	RM 0.5 Tesla per identificare la posizione della rotula. Paziente supino ginocchio flesso a 30° e quadricipite rilassato. Sono state ottenute 9 immagini sul piano assiale e 1 sul piano sagittale al fine di valutare sulcus angle (SA), congruence angle (CA), patellar tilt angle (PTA) e patellar displacement (PD)	È emerso che nei soggetti con PFP vi sono valori del SA più alti e del CA più bassi che potrebbero avere un ruolo nell'instabilità dell'articolazione femoro-rotulea. Non sono state riscontrate differenze statisticamente significative per il PD e il PTA; tuttavia, alcune tipologie di esercizio potrebbero influenzare il posizionamento della rotula.

			rotulea; segno della baionetta.			
	CONTROLLO	N: 12 F Età: 22.52 (±3.94)	Assenza di dolore al ginocchio nel mese precedente Presenza di non più di due segni di PFP.	Storia di infortunio a bacino, anca o ginocchio. Soggetti con disturbi neurologici, cardiovascolari o reumatologici. Uso di farmaci o terapia fisica prima dell'inclusione nello studio		
Draper et al. 2009	CASO	N: 23 Età 32 ± 7 y Peso: 58.4 ± 6.2 kg Altezza: 1.66 ± 0.07 m	Dolore anteriore al ginocchio riproducibile durante almeno due delle seguenti attività; salita/discesa delle scale, inginocchiamento, squatting, posizione seduta prolungata o contrazione isometrica del quadricipite.	Sono stati esclusi i soggetti con instabilità legamentosa tendinopatia rotulea, versamento del ginocchio, precedenti traumi o interventi chirurgici al ginocchio, lussazione rotulea o segni di osteoartrite.	RM a 0,5 T durante flesso-stensione di ginocchio tra i 0° e 60° con un ritmo di 6° – 10°/s. sono state acquisite immagini il cui piano si modificava in base al grado di flessione del ginocchio	Concludono che lo studio dell'articolazione FR durante il movimento debba essere tenuto in considerazione al fine di diagnosticare e trattare il maltracking rotuleo in quanto anche nel loro studio è emersa una lateralizzazione ed un tilt rotuleo nei soggetti con PFP rispetto ai controlli senza dolore.
	CONTROLLO	N:13 Età 24.2 ± 4.5 y Peso 59.8 ± 9.3 kg Altezza: 1.66 ± 0.08 m	Donne senza dolore al ginocchio	Non esplicito: probabilmente gli stessi dei casi		

TABELLA 2. Tabella riassuntiva degli studi inclusi.
BMI= Body Mass Index; y= years; N: numerosità totale campione; F= femmine; M= maschi; PF= Patellar Pain; PFP= Patello-Femoral Pain; OA= osteoartrosi; FR= femoro-rotulea; VAS= Visual Analogic Scale; RM= risonanza magnetica.

I risultati degli studi inclusi sono stati raccolti e schematizzati nella Tabella 3.

AUTORE E ANNO	PARAMETRI MISURATI					P VALUE		
Shen et al. 2021	SOTTOPOPOLAZIONE		PARAMETRO	VALORI DI RIFERIMENTO		P VALUE		
	Adolescenti		lateral shift rotuleo	Mean difference -2.8± 2.1mm		0.014		
	Adulti		lateral tilt rotuleo	> controlli		< 0.05		
Zelenski et al. 2020	REGIONE	SUB-REGIONE	STRATO	VALORI SEGNALE PESATI IN T1 - CASI	VALORI SEGNALE PESATI IN T1 - CONTROLLI	P VALUE		
	Rotula	Mediale	Superficiale	50.46 (2.40)	47.62 (1.78)	0.35		
			Medio	44.99 (1.40)	42.36 (1.11)	0.16		
			Profondo	42.77 (1.34)	40.70 (0.99)	0.23		
		Laterale	Superficiale	58.43 (1.55)	50.83 (2.26)	0.03		
			Medio	52.67 (3.27)	43.60 (2.04)	0.03		
			Profondo	43.00 (3.93)	39.26 (2.23)	0.39		
	Femore	Mediale	Superficiale	50.94 (2.10)	46.70 (1.13)	0.09		
			Medio	48.46 (1.51)	46.62 (1.08)	0.33		
			Profondo	46.18 (1.06)	43.13 (1.42)	0.11		
		Laterale	Superficiale	53.14 (3.06)	52.00 (2.05)	0.75		
			Medio	49.18 (2.14)	47.86 (1.70)	0.63		
			Profondo	42.31 (2.47)	42.41 (1.88)	0.97		
Thomeer et al. 2017	ANGOLO DI FLESSIONE DEL GINOCCHIO					PTma	EQma	theta (θ)
	10°- 20°					0.004	NS	NS
	10° - 30°					0.001	0.002	0.001
	10° - 40°					0.025	0.001	0.001
	20° - 30°					NS	0.003	NS

	20° - 40°				NS	0.001	0.001
	30 - 40°				NS	0.001	NS
Carlson et al. 2017	ANGOLO DI FLESSIONE DEL GINOCCHIO		SPOSTAMENTO LATERALE DELLA ROTULA		P VALUE		
	10°		3.2 mm		<0.001		
	20°		2.3 mm		<0.001		
	30°		1.7 mm		0.014		
	//		DISTANZA TUBEROSITA' TIBIALE - SOLCO TROCLEARE		P VALUE		
	Casi		12.2 ± 3.9mm		NS		
	Sottogruppo con maltracking		14.2 ± 3.5mm		0.001		
	Controlli		10.0 ± 2.7mm		0.03		
Van der Heijden et al. Maggio 2016	ANOMALIA STRUTTURALE	PORZIONE	CASI	CONTROLLI	ADJUSTED P-VALUE		
	Perdita di cartilagine	Rotula	6 (9.4)	1 (1.4)	0.11		
		Femore	3 (4.8)	0 (0)	>0.99		
		Troclea	1 (1.6)	0 (0)	>0.99		
		Condilo mediale	0 (0)	0 (0)	NA		
		Condilo laterale	2 (3.2)	0 (0)	>0.99		
	Difetti cartilaginei minori	Rotula	15 (23.4)	15 (21.4)	0.93		
		Troclea	2 (3.1)	0 (0)	>0.99		
	Osteofiti	Rotula	45 (70.3)	42 (60.0)	0.21		
		Troclea	12 (18.8)	9 (12.9)	0.37		
	Edema midollare	Rotula	34 (53.1)	36 (51.4)	0.92		
		Femore	5 (7.8)	8 (11.4)	0.94		
		Troclea	3 (4.7)	2 (2.9)	0.33		

			Condilo mediale	0 (0)	3 (4.3)	>0.99	
			Condilo laterale	0 (0)	2 (2.9)	>0.99	
Van der Heijden et al. Marzo 2016	PESATURA RM	SUB-REGIONE	STRATO	CASI	CONTROLLI	P VALUE	
	dGEMRIC (T1GD)	Rotula	Mediale	670.57 ± 85.94	675.36 ± 58.71	0.82	
			Laterale	662.33 ± 95.31	683.40 ± 59.02	0.25	
		Femore	Mediale	691.32 ± 75.14	675.29 ± 73.64	0.30	
			Laterale	655.40 ± 72.05	668.97 ± 76.00	0.50	
	T1p	Rotula	Mediale	45.25 ± 4.89	45.00 ± 4.66	0.87	
			Laterale	47.55 ± 4.86	46.07 ± 6.42	0.54	
		Femore	Mediale	49.92 ± 4.05	49.82 ± 4.48	0.75	
			Laterale	52.78 ± 4.61	51.47 ± 5.58	0.44	
	T2	Rotula	Mediale	32.01 ± 2.84	32.01 ± 2.94	0.69	
			Laterale	33.43 ± 4.02	32.77 ± 2.94	0.18	
		Femore	Mediale	35.79 ± 2.47	35.92 ± 2.66	0.70	
			Laterale	37.79 ± 3.16	38.08 ± 2.61	0.77	
Salsich et al. 2013	VARIABILE	ANGOLO	1 - CASI	2 - SOTTOGRUPPO CASI	3 - CONTROLLI	1 VS 3 P VALUE	2 VS 3 P VALUE
	Area di contatto	0°	203.8 (45.5)	191.3 (46.3)	224.1 (46.6)	0.05	0.02
		20°	276.8 (56.2)	261.5 (61.8)	316.7 (82.8)	0.02	0.01
		40°	388.5 (99.3)	370.8 (112.1)	427.3 (113.7)	0.24	0.18
	Angolo di rotazionetibio - femorale	0°	5.2 (5.6)	6.4 (5.9)	4.0 (4.6)	0.18	0.07
		20°	−1.2 (4.2)	−1.1 (4.5)	−2.5 (5.2)	0.17	0.20
		40°	−4.9 (5.1)	−5.6 (5.4)	−5.3 (4.9)	0.78	0.89
	Bisect offset index	0°	0.69 (0.13)	0.67 (0.14)	0.64 (0.09)	0.04	0.12

		20°	0.56 (0.07)	0.56 (0.08)	0.53 (0.06)	0.13	0.14
		40°	0.54 (0.05)	0.54 (0.05)	0.54 (0.05)	0.70	0.73
	Tilt rotuleo	0°	12.5 (7.6)	12.6 (8.3)	9.22 (5.8)	0.04	0.06
		20°	6.7 (5.2)	7.7 (6.0)	6.0 (4.1)	0.31	0.14
		40°	4.4 (3.9)	5.3 (3.9)	5.3 (4.1)	0.43	0.99
Pattyn et al. 2013	CONDIZIONE		ATTIVAZIONE MUSCOLARE	CASI	CONTROLLI	P VALUE	
	T2 rest		VMO	45.86 ± 3.73	45.69 ± 3.67	0.853	
			VMVI	43.23 ± 1.87	44.32 ± 2.25	0.025	
			VL	42.57 ± 2.25	42.83 ± 1.89	0.603	
	T2 shift		VMO	5.00 ± 3.71	5.15 ± 2.63	0.851	
			VMVI	5.21 ± 2.34	6.28 ± 2.48	0.063	
			VL	4.69 ± 2.65	5.35 ± 2.30	0.271	
Souza et al. 2010	VARIABILE		ANGOLO	CASI	CONTROLLI	P VALUE	
	Scivolamento laterale rotula		0°	-	-	0.011	
			15°	-	-	0.011	
			30°	-	-	0.011	
			45°	-	-	0.011	
	Tilt rotuleo		0°	-	-	0.03	
			15°	-	-	0.03	
			30°	-	-	0.03	
			45°	-	-	>0.05	
	Rotazione femorale		0°	-	-	0.037	
			15°	-	-	0.037	

		30°	-	-	>0.05
		45°	-	-	0.037
Ribeiro et al. 2010	VARIABILE	CASI		CONTROLLI	P VALUE
	SA (°)	140.23		133.58	0.02
	CA (°)	- 8.51		- 20.35	0.01
	PTA (°)	12.85		11.73	>0.05
	PD (cm)	1.93		4.38	>0.05
Draper et al. 2009	VARIABILE	ANGOLO	CASI	CONTROLLI	P VALUE
	Scivolamento laterale della rotula	0° - 50°	> controlli	-	0.03
	Tilt patellare	0° - 20°	> controlli	-	0.04

TABELLA 3. Tabella riassuntiva risultati degli studi inclusi

NS: non significativo ma valore non esplicitato; **- :** *dato non presente; PTma: patellar tendon moment arm; EQma: effective quadriceps moment arm;* θ: *Angle of the quadriceps tendon relative to vertical; NA: non applicabile; VMO: vasto mediale obliquo; VL: vasto laterale SA*: *sulcus angle; CA: congruence angle; PTA: patellar tilt angle; PD: patellar displacement; VMVI : vasto mediale ed intermedio*

DISCUSSIONE

Dai risultati degli articoli inclusi in questa revisione emerge un'importante eterogeneità sia di outcome che di modalità di esecuzione della RM rendendo quindi difficile il confronto tra gli studi e l'identificazione della superiorità di una modalità rispetto alle altre.
In 6 studi la risonanza è stata eseguita in modalità statica (55,60–63,68), in 3 dinamica (64,66,67) e in 2 sia statica che dinamica (59,65). Inoltre, solo due studi hanno acquisito le immagini in carico (64,67).
Per quanto riguarda gli outcome, verranno discussi per singolo studio e ove possibile confrontati tra loro di seguito.

Un singolo studio ha sfruttato la risonanza magnetica al fine di identificare se vi fossero delle differenze nel pattern di attivazione delle componenti del quadricipite, riscontrando che i vasti non sono reclutati in egual modo durante le attività della vita quotidiana, ma queste differenze sono presenti sia nei casi che nei controlli (63). Tali dati risultano in disaccordo con diversi studi che hanno riscontrato una scarsa attivazione del VMO nei soggetti con PFP. (69–71). Tuttavia, in letteratura non vi è consenso a questo proposito e vi sono studi che hanno rilevato un'assenza di questo pattern (72) o una debolezza generalizzata di tutto quadricipite. (73,74). In una revisione del 2013 gli autori hanno infatti affermato che i risultati disponibili non permettono di identificare una debolezza del VMO alla base dell'insorgenza di PFP e che i programmi riabilitativi più efficaci sono quelli finalizzati al rinforzo del quadricipite nella sua globalità. Pertanto, andare a ricercare un'attivazione selettiva di tale porzione di muscolo è un concetto ormai superato. (75)
In merito a questo studio va però sottolineata la diversa modalità di raccolta dei dati, infatti, il pattern di attivazione è stato valutato tramite RM a differenza della maggior parte degli studi che utilizzano invece l'EMG. Si tratta infatti di due metodiche molto diverse tra loro, in quanto l'EMG registra l'attività elettrica del muscolo tramite elettrodi inseriti nello stesso e viene considerato il gold standard per lo studio dell'attivazione muscolare. Mentre la RM studia l'attivazione muscolare andando a vedere il quantitativo di acqua presente all'interno del muscolo. Perciò, nonostante, entrambe le metodiche forniscano dati rispetto all'attività muscolare risulta difficile un confronto diretto tra i risultati provenienti dagli studi.

Tre studi hanno utilizzato la RM per indagare la composizione e le caratteristiche della cartilagine rotulea con (60,61) e senza (68) uso del contrasto.
Uno studio (61) si è proposto di vedere se vi fossero anomalie cartilaginee precoci e correlabili con l'insorgenza della PFPs, ma ha riscontrato che i difetti cartilaginei sono presenti anche nei soggetti sani. L'assenza di correlazione tra lesioni cartilaginee e PFPs è stata già confermata in letteratura sia in studi che hanno utilizzato l'artroscopia (76,77) che la RM (78).
Il punto di forza di questo studio era l'utilizzo di RM ad alta risoluzione al fine di identificare anche difetti cartilaginei minori, ma anche in questo caso i reperti erano riscontrabili in entrambi i gruppi.
Due studi hanno analizzato i tempi di rilassamento della cartilagine rotulea, in un caso le immagini erano T1p (68) e hanno evidenziato un un'alterazione della struttura cartilaginea degli strati superficiali e medi della faccetta laterale della rotula; in un altro caso invece le immagini erano pesate in sia in T1 che in T2 ma non hanno identificato differenze tra i controlli e i sani (60). Tuttavia, in quest'ultimo studio non hanno acquisito per tutti i soggetti immagini T1p poiché la metodica non era disponibile all'inizio dello studio. Pertanto, anche se dai risultati sembrerebbe esserci un aumentato tempo di rilassamento della porzione laterale della rotula non è stato possibile dimostrare una significatività statistica. Alterazioni a carico della cartilagine della porzione laterale della rotula sono state riscontrate con una metodica simile anche nello studio di Thuillier e collaboratori (79). Per quanto riguarda invece le immagini pesate in T2 l'assenza di differenze statisticamente significative sembrerebbe in accordo con quanto emerso anche in altri studi. (79,80) Sembrerebbe infatti che la pesatura in T1 sia più sensibile rispetto a quella in T2 per indentificare alterazioni dei tempi di rilassamento e che un aumento di questi valori sia correlata ad una riduzione di proteoglicani all'interno della matrice e quindi all'identificazione di segni precoci di degenerazione cartilaginea in soggetti affetti da osteoartrosi.(81,82)

Nello studio di Thomeer e collaboratori (65), in cui si sono proposti di identificare se nei soggetti con PFPs vi fosse un aumento delle forze che agiscono sull'articolazione femoro-rotulea, hanno riscontrato un aumento della forza di contatto articolare a seguito di una contrazione del quadricipite e un aumento della forza che agisce sull'articolazione tibio-femorale durante il movimento. A questo corrisponde, secondo gli autori, un aumento dello stress a carico dell'articolazione che sarebbe alla base dell'insorgenza del dolore.
Un aumento delle forze che agiscono a livello dell'articolazione femoro rotulea e quindi dello stress è stata riscontrata anche da altri autori durante attività di cammino, corsa, squatting, salita o discesa

delle scale.(83–86). Secondo recenti revisioni, invece, sebbene ci sia un aumento delle forze che agiscono sull'articolazione femoro-rotulea nelle attività che richiedono una flessione di ginocchio, non vi è differenza statisticamente significativa tra i soggetti con e senza PFPs sia durante le attività di vita quotidiana(87) che durante attività in carico(88).

Inoltre, anche di fronte ad un aumento delle forze che agiscono sull'articolazione sembrerebbe non esserci una correlazione con i sintomi. (89)

La caratteristica peculiare di questo studio era legata all'identificazione di un nuovo parametro per calcolare le forze, la "forza di reazione normalizzata dell'articolazione femoro-rotulea" ovvero un parametro che deriva da una formula matematica, mediante la quale è stato possibile sintetizzare in un unico valore tutte le forze agenti sull'articolazione. Tale dato secondo gli autori dovrebbe fornire una misura delle forze che agiscono sull'articolazione del femoro-rotulea durante i movimenti di ginocchio nei soggetti con PFPs e permettere di confrontare tra loro dati provenienti anche da coorti differenti. Tuttavia, in letteratura non è stato possibile reperire altri studi che includano questa nuova misurazione in clinica o in ambito di ricerca; di conseguenza tale misura risulta di scarsa affidabilità.

Uno studio ha analizzato la morfologia dell'articolazione femoro-rotulea identificando un maggior *Sulcus angle* e un minor *Congruence angle* nei soggetti con PFPs.(55) Tutte le immagini sono state acquisite in posizione supina a 30° di flessione di ginocchio, in accordo con Merchant e collaboratori che suggeriscono di acquisire le immagini tra i 30° e i 45°.(90) Il *Sulcus angl*e corrisponde all'angolo che si forma tra la parete trocleare mediale e laterale; un suo aumento associato alla presenza di PFPs è stato riscontrato anche in altri studi che hanno acquisito immagini RM in posizione supina a 30° di flessione (91,92) o in carico (93). Anche Kang e collaboratori hanno evidenziato risultati simili, ma non specificano la modalità con cui è stata eseguita la RM.(78)

Sebbene un maggior *sulcus angle* è spesso associato ad un maggior rischio di dislocazioni e displasia femoro rotulea,(94,95) è opportuno sottolineare che si tratta di due condizioni differenti e che la presenza di dislocazioni o instabilità costituisce un criterio di esclusione per la diagnosi clinica di PFP.

Il *congruence angle* è l'angolo che si forma tra la linea perpendicolare al punto più profondo della troclea e la linea passante tra questo punto e l'apice della rotula; (96) una sua riduzione è stata riscontrata anche in altri studi condotti su soggetti con PFPs. (97–99)

Secondo Doucette e collaboratori (100) invece un minor congruence angle sarebbe riscontrabile nei soggetti con PFPs che dopo il trattamento non presentano più dolore rispetto a coloro che hanno

una persistenza di sintomi. A questo proposito va però sottolineato che per calcolare il valore sono state utilizzate radiografie 2D invece della RM.
In accordo con Brosmann e collaboratori (101) non hanno trovato differenze statisticamente significative nei valori del Patellar Displacement. Differenze che sono invece emerse nello studio di Kujala e collaboratori (92) tuttavia, questo potrebbe essere legato alla differente modalità con cui è stato calcolato il valore e alla differente risoluzione della RM utilizzata.
Nonostante i risultati di questo articolo sembrino in accordo con altri studi presenti in letteratura, è bene sottolineare che la qualità delle evidenze è molto bassa. Infatti, gli studi che hanno preso in considerazione questi parametri in soggetti con PFP non sempre hanno utilizzato la RM e quando l'hanno utilizzata presentava risoluzioni differenti, le modalità di esecuzione dell'esame non sono definite in modo chiaro e vi è eterogeneità nelle formule utilizzate per calcolare i valori. Pertanto, non è possibile affermare con certezza se questi reperti sono o meno correlati alla presenza di PFP.

Cinque studi, infine, si sono concentrati sull'identificazione di un maltracking rotuleo in soggetti con PFPs. (59,62,64,66,67). Il valore che è risultato alterato in tutti gli studi è un aumentato patellar tilt, conformemente a quanto evidenziato anche nella revisione di Drew e collaboratori (102). Sebbene tutti gli studi abbiano riscontrato l'aumento di questo valore non vi è concordanza negli angoli di flessione di ginocchio in cui questo avviene. Tre studi (62,64,67) lo hanno riscontrato a 0° in accordo con Powers (93), un solo studio (64) lo ha evidenziato a 30° in accordo con Felicio e collaboratori (91) e tre studi (62,66,67) a 20° in accordo con Teng e collaboratori e Chiu e collaboratori. (103,104)
Nello studio di Carlson e collaboratori che hanno acquisito le immagini durante il movimento di flesso estensione sembrerebbe esserci evidenza di una alterazione del patellar tilt in tutti i gradi del range analizzato (5°-45°). (59)
Infine in tre studi (64,66,67) hanno evidenziato anche la presenza di una lateralizzazione della rotula, reperto spesso riscontrato in letteratura nei soggetti con PFPs. (101,105–107)
Patellar tilt e lateralizzazione rotulea sembrerebbero quindi essere i reperti più spesso riscontrabili nei soggetti con PFP e che riscontrano maggior consenso in letteratura. Queste alterazioni potrebbero essere un buon punto di partenza per studi futuri in quanto, anche in questo caso, è necessario un certo grado di cautela nell'interpretazione dei risultati considerata la imitata qualità degli studi da cui provengono.

Inoltre, secondo uno studio del 2018 i reperti riscontrabili tramite imaging, nei soggetti con PFP, non sembrerebbero essere correlati ai sintomi o alle limitazioni della funzionalità autoriferite dal paziente. (108)

Criticità degli studi inclusi

Gli studi incusi nella revisione presentano alcune criticità che verranno descritte di seguito.

In tutti gli studi considerati all'interno di questa revisione il criterio di inclusione per i casi era presenza di dolore al ginocchio. Ad esclusione di tre studi (63,65,68) hanno tutti valutato la presenza di dolore tramite l'utilizzo di scale validate al momento reclutamento dei soggetti. Tuttavia, questi valori non sono stati confrontati con quanto emerso dalla RM, rendendo impossibile identificare una correlazione tra intensità dei sintomi e i risultati dell'imaging. Inoltre, come sottolineato anche da Souza e collaboratori (64) la misurazione del dolore è stata fatta solo in fase in reclutamento e non durante l'esecuzione della RM. Elemento che potrebbe rendere ancora più affidabile l'identificazione di alterazioni alla RM in soggetti con PFPs.

La durata stessa dei sintomi risulta variabile all'interno dei vari studi, ad esempio in tre studi i casi dovevano avere dolore da almeno sei mesi (59,65,66), in uno da almeno tre mesi (63), in uno da almeno due mesi (62), in due da almeno due mesi ma meno di due anni (60,61) e in uno il dolore doveva essere presente nel corso dell'ultimo mese (55). In tre studi invece non abbiamo a disposizione alcun dato in merito alla durata dei sintomi. (64,67,68)

Questa variabilità potrebbe costituire un limite in quanto all'aumentare della persistenza dei sintomi potrebbe esserci un aumento di segni alla RM; non necessariamente correlabili alla PFP. (109)

Sebbene solo in tre studi i risultati non siano statisticamente significativi (60,61,63) la ridotta numerosità campionaria (tra le 20 e le 30 unità circa) rende impossibile trasferire i risultati alla popolazione ed essere sicuri dell'affidabilità degli stessi.

In merito alla popolazione degli studi inclusi è possibile notare che il genere femminile è il più rappresentato con studi che includono solo donne (55,59,64,66,67) e studi che anche se includono sia donne che uomini presentano un'importante sproporzione in termini di numerosità (62,65,68).

Tale aspetto costituisce un importante limite e potrebbe essere fonte di bias poiché i risultati sono difficilmente trasferibili alla popolazione generale.

Altra criticità è legata al fatto che la maggior parte degli studi hanno acquisito le immagini in posizione supina e/o statica, sebbene, come definito nel *Consensus Steatment* (9), si tratta di una condizione caratterizzata dalla presenza di dolore retro-patellare o peri-patellare aggravato dalle attività in carico che prevedono la flessione del ginocchio come accovacciamenti (squat), salire e scendere le scale, correre e saltare. Limitare lo studio dell'articolazione in condizioni lontane dal gesto provocativo potrebbe limitare la comprensione delle alterazioni presenti in questi soggetti. L'acquisizione di immagini RM tenendo conto di queste caratteristiche potrebbe permettere di correlare in modo diretto quanto riscontrato dall'imaging con i sintomi riferiti dal paziente.

LIMITI DELLO STUDIO

Il seguente studio presenta comunque alcuni limiti, tra cui una ricerca non sistematica della letteratura e l'utilizzo di un numero limitato di database, elemento che potrebbe aver impedito l'inclusione di studi potenzialmente rilevanti. Inoltre, la scarsa numerosità campionaria e la preponderanza di soggetti di genere femminile fa si che i risultati siano difficilmente trasferibili alla popolazione generale. Altro limite è legato all'aver incluso studi con outcome molto differenti tra loro, elemento che contribuisce a limitare la possibilità di confronto e la trasferibilità dei risultati.

CONCLUSIONI

Nei pazienti con diagnosi clinica di PFPs, ovvero che soddisfano i criteri di dolore indicati nel *Consensus Statement (19)*, i reperti più spesso riscontrabili con l'uso della RM sono quelli relativi alla presenza di alterazioni morfologiche dell'articolazione femoro-rotulea o di un maltraking rotuleo.
L'identificazione di lesioni cartilaginee precoci presenta dati contrastanti, con studi che sostengono l'aumento dei tempi di rilassamento della cartilagine rotulea (68,79) e studi che identificano la presenza di lesioni anche nei soggetti sani(61).
Lo studio del pattern di attivazione muscolare invece sembrerebbe il meno efficace nell'identificare differenze tra soggetti sani e affetti da PFPs.
Inoltre, come già precedentemente esposto, le modalità di esecuzione della RM sono differenti anche in studi che si propongono di identificare le medesime alterazioni. Non solo manca uniformità nelle modalità di esecuzione, ma spesso non vengono prese in considerazione le caratteristiche peculiari della condizione in quanto le immagini, nella maggior parte degli studi, sono acquisite a riposo e/o in condizione statica.
È inoltre importante sottolineare che sia gli studi inclusi che quelli utilizzati per il confronto sono caratterizzati da una scarsa qualità delle evidenze sia in termini di validità interna che di applicabilità clinica.

Alla luce di questi risultati è evidente che in letteratura non vi è ancora conformità in merito ai reperti da ricercare e alle modalità di esecuzione dell'esame nei soggetti con PFPS.
Il reperto che, ciò nonostante, sembrerebbe essere più spesso presente nei soggetti con diagnosi clinica di PFPs è una lateralizzazione della rotula; dato da considerare con molta attenzione vista la scarsa numerosità campionaria degli studi e la sproporzione tra soggetti di genere femminile e maschile.
Infine, non è stato possibile correlare i reperti e la loro entità con il dolore percepito dal paziente in quanto la sua misurazione tramite scale di valutazione validate è limitata all'inclusione dei soggetti negli studi. Pertanto, risulta difficile definire se l'uso della RM è affidabile nel diagnosticare PFPs qualora un soggetto si presenti con dolore anteriore di ginocchio.

Per gli studi futuri sarebbe quindi necessario un aumento della numerosità campionaria, una maggior omogeneità della distribuzione di genere ed inoltre, considerata l'eterogeneità dei risultati,

indentificare un numero limitato di reperti da ricercare. Oltre a ciò, sarebbe necessario tenere conto anche delle posizioni provocative per scegliere la modalità di esecuzione e raccogliere dati relativi ai sintomi del paziente durante l'acquisizione delle immagini.

BIBLIOGRAFIA

1. Rathleff CR, Baird WN, Olesen JL, Roos EM, Rasmussen S, Rathleff MS. Hip and knee strength is not affected in 12-16 year old adolescents with patellofemoral pain--a cross-sectional population-based study. PloS One. 2013;8(11):e79153.
2. Davis IS, Powers CM. Patellofemoral pain syndrome: proximal, distal, and local factors, an international retreat, April 30-May 2, 2009, Fells Point, Baltimore, MD. J Orthop Sports Phys Ther. marzo 2010;40(3):A1-16.
3. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. Br J Sports Med. marzo 2013;47(4):193–206.
4. Cook C, Mabry L, Reiman MP, Hegedus EJ. Best tests/clinical findings for screening and diagnosis of patellofemoral pain syndrome: a systematic review. Physiotherapy. giugno 2012;98(2):93–100.
5. Ferrari D, Kuriki HU, Silva CR, Alves N, Azevedo FM de. Diagnostic Accuracy of the Electromyography Parameters Associated With Anterior Knee Pain in the Diagnosis of Patellofemoral Pain Syndrome. Arch Phys Med Rehabil. 1 agosto 2014;95(8):1521–6.
6. Sanchis-Alfonso V. Holistic approach to understanding anterior knee pain. Clinical implications. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 1 ottobre 2014;22(10):2275–85.
7. Wood L, Muller S, Peat G. The epidemiology of patellofemoral disorders in adulthood: a review of routine general practice morbidity recording. Prim Health Care Res Dev. aprile 2011;12(02):157–64.
8. Smith BE, Selfe J, Thacker D, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. Screen HR, curatore. PLOS ONE. 11 gennaio 2018;13(1):e0190892.
9. Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, Collins NJ, Davis IS, Powers CM, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. Br J Sports Med. luglio 2016;50(14):839–43.
10. Heijden RA van der, Lankhorst NE, Linschoten R van, Bierma-Zeinstra SM, Middelkoop M van. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 2015 [citato 15 ottobre 2022];(1). Disponibile su: https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010387.pub2/full
11. Dorotka R, Jimenez-Boj E, Kypta A, Kollar B. The patellofemoral pain syndrome in recruits undergoing military training: a prospective 2-year follow-up study. Mil Med. aprile 2003;168(4):337–40.
12. Hetsroni I, Finestone A, Milgrom C, Sira DB, Nyska M, Radeva-Petrova D, et al. A prospective biomechanical study of the association between foot pronation and the incidence of anterior knee pain among military recruits. J Bone Joint Surg Br. luglio 2006;88(7):905–8.
13. Gaitonde DY, Ericksen A, Robbins RC. Patellofemoral Pain Syndrome. Am Fam Physician. 15 gennaio 2019;99(2):88–94.
14. Rothermich MA, Glaviano NR, Li J, Hart JM. Patellofemoral Pain: Epidemiology, Pathophysiology, and Treatment Options. Clin Sports Med. 1 aprile 2015;34(2):313–27.
15. Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. marzo 2019;53(5):270–81.
16. Collado H, Fredericson M. Patellofemoral pain syndrome. Clin Sports Med. luglio 2010;29(3):379–98.
17. Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Patellofemoral Pain. Phys Med Rehabil Clin N Am. 1 febbraio 2016;27(1):31–52.

18. Thome?? R, Augustsson J, Karlsson J. Patellofemoral Pain Syndrome: A Review of Current Issues. Sports Med. 1999;28(4):245–62.
19. Crossley KM, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). Br J Sports Med. luglio 2016;50(14):844–52.
20. Powers CM, Bolgla LA, Callaghan MJ, Collins N, Sheehan FT. Patellofemoral Pain: Proximal, Distal, and Local Factors—2nd International Research Retreat, August 31–September 2, 2011, Ghent, Belgium. J Orthop Sports Phys Ther. giugno 2012;42(6):A1–54.
21. Witvrouw E, Crossley K, Davis I, McConnell J, Powers CM. The 3rd International Patellofemoral Research Retreat: An international expert consensus meeting to improve the scientific understanding and clinical management of patellofemoral pain. Br J Sports Med. marzo 2014;48(6):408–408.
22. Collins NJ, Barton CJ, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino BT, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. Br J Sports Med. settembre 2018;52(18):1170–8.
23. Willy RW, Hoglund LT, Barton CJ, Bolgla LA, Scalzitti DA, Logerstedt DS, et al. Patellofemoral Pain. J Orthop Sports Phys Ther. settembre 2019;49(9):CPG1–95.
24. Smith TO, Bowyer D, Dixon J, Stephenson R, Chester R, Donell ST. Can vastus medialis oblique be preferentially activated? A systematic review of electromyographic studies. Physiother Theory Pract. gennaio 2009;25(2):69–98.
25. Barton CJ, Lack S, Malliaras P, Morrissey D. Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: a systematic review. Br J Sports Med. marzo 2013;47(4):207–14.
26. Nakagawa TH, Moriya ÉTU, Maciel CD, Serrão and FV. Frontal Plane Biomechanics in Males and Females with and without Patellofemoral Pain. Med Sci Sports Exerc. settembre 2012;44(9):1747–55.
27. Skouras AZ, Kanellopoulos AK, Stasi S, Triantafyllou A, Koulouvaris P, Papagiannis G, et al. Clinical Significance of the Static and Dynamic Q-angle. Cureus [Internet]. 11 maggio 2022 [citato 10 aprile 2023]; Disponibile su: https://www.cureus.com/articles/76097-clinical-significance-of-the-static-and-dynamic-q-angle
28. de Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, Gonçalves AV, Ferrari D, Aragão FA, et al. Q-angle static or dynamic measurements, which is the best choice for patellofemoral pain? Clin Biomech. dicembre 2015;30(10):1083–7.
29. Graci V, Salsich GB. Trunk and lower extremity segment kinematics and their relationship to pain following movement instruction during a single-leg squat in females with dynamic knee valgus and patellofemoral pain. J Sci Med Sport. maggio 2015;18(3):343–7.
30. Gulati A, McElrath C, Wadhwa V, Shah JP, Chhabra A. Current clinical, radiological and treatment perspectives of patellofemoral pain syndrome. Br J Radiol. giugno 2018;91(1086):20170456.
31. Tiberio D. The Effect of Excessive Subtalar Joint Pronation on Patellofemoral Mechanics: A Theoretical Model. J Orthop Sports Phys Ther. ottobre 1987;9(4):160–5.
32. de Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, Ferrari D, Aragão FA, de Albuquerque CE, et al. Reliability and differentiation capability of dynamic and static kinematic measurements of rearfoot eversion in patellofemoral pain. Clin Biomech. febbraio 2015;30(2):144–8.
33. Stathopulu E. Anterior knee pain: a long-term follow-up. Rheumatology. 1 febbraio 2003;42(2):380–2.
34. Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Update on rehabilitation of patellofemoral pain. Curr Sports Med Rep. 2014;13(3):172–8.
35. Halabchi F, Mazaheri R, Mansournia MA, Hamedi Z. Additional Effects of an

Individualized Risk Factor–Based Approach on Pain and the Function of Patients With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. Clin J Sport Med. novembre 2015;25(6):478.
36. Heintjes EM, Berger M, Bierma-Zeinstra SM, Bernsen RM, Verhaar JA, Koes BW. Pharmacotherapy for patellofemoral pain syndrome. Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group, curatore. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 19 luglio 2004 [citato 29 marzo 2023];2008(4). Disponibile su: http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD003470.pub2
37. Barton CJ, Menz HB, Crossley KM. The immediate effects of foot orthoses on functional performance in individuals with patellofemoral pain syndrome. Br J Sports Med. 1 marzo 2011;45(3):193–7.
38. Johnston LB, Gross MT. Effects of Foot Orthoses on Quality of Life for Individuals With Patellofemoral Pain Syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. agosto 2004;34(8):440–8.
39. Barton CJ, Menz HB, Crossley KM. Effects of prefabricated foot orthoses on pain and function in individuals with patellofemoral pain syndrome: A cohort study. Phys Ther Sport. maggio 2011;12(2):70–5.
40. Hossain M, Alexander P, Burls A, Jobanputra P. Foot orthoses for patellofemoral pain in adults. Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group, curatore. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 19 gennaio 2011 [citato 29 marzo 2023]; Disponibile su: https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008402.pub2
41. Barton CJ, Lack S, Hemmings S, Tufail S, Morrissey D. The 'Best Practice Guide to Conservative Management of Patellofemoral Pain': incorporating level 1 evidence with expert clinical reasoning. Br J Sports Med. luglio 2015;49(14):923–34.
42. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA. Hip and Knee Strengthening Is More Effective Than Knee Strengthening Alone for Reducing Pain and Improving Activity in Individuals With Patellofemoral Pain: A Systematic Review With Meta-analysis. J Orthop Sports Phys Ther. gennaio 2018;48(1):19–31.
43. Wallis JA, Roddy L, Bottrell J, Parslow S, Taylor NF. A Systematic Review of Clinical Practice Guidelines for Physical Therapist Management of Patellofemoral Pain. Phys Ther. 3 marzo 2021;101(3):pzab021.
44. Smith BE, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, Rathleff MS, Selfe J, et al. Study protocol: a mixed methods feasibility study for a loaded self-managed exercise programme for patellofemoral pain. Pilot Feasibility Stud. 20 luglio 2017;4(1):24.
45. Rathleff MS, Rasmussen S, Olesen JL. [Unsatisfactory long-term prognosis of conservative treatment of patellofemoral pain syndrome]. Ugeskr Laeger. 9 aprile 2012;174(15):1008–13.
46. Rathleff MS, Petersen KK, Arendt-Nielsen L, Thorborg K, Graven-Nielsen T. Impaired Conditioned Pain Modulation in Young Female Adults with Long-Standing Patellofemoral Pain: A Single Blinded Cross-Sectional Study. Pain Med. 14 dicembre 2015;pnv017.
47. Maclachlan LR, Collins NJ, Hodges PW, Vicenzino B. Psychological and pain profiles in persons with patellofemoral pain as the primary symptom. Eur J Pain. luglio 2020;24(6):1182–96.
48. Bartholomew C, Edwards L, Lack S. Pressure pain thresholds in adults with patellofemoral pain and patellofemoral joint osteoarthritis: a case-control study. Scand J Pain. 25 ottobre 2019;19(4):713–23.
49. Petersen W, Ellermann A, Gösele-Koppenburg A, Best R, Rembitzki IV, Brüggemann GP, et al. Patellofemoral pain syndrome. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. ottobre 2014;22(10):2264–74.
50. Maclachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. Br J Sports Med. maggio 2017;51(9):732–42.
51. Thomeé P, Thomeé R, Karlsson J. Patellofemoral pain syndrome: pain, coping strategies and degree of well-being: Patellofemoral pain syndrome. Scand J Med Sci Sports. ottobre 2002;12(5):276–81.
52. Jensen R, Hystad T, Baerheim A. Knee Function and Pain Related to Psychological

Variables in Patients With Long-Term Patellofemoral Pain Syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. settembre 2005;35(9):594–600.
53. Esculier JF, Roy JS, Bouyer LJ. Psychometric evidence of self-reported questionnaires for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. Disabil Rehabil. dicembre 2013;35(26):2181–90.
54. Nunes GS, Stapait EL, Kirsten MH, de Noronha M, Santos GM. Clinical test for diagnosis of patellofemoral pain syndrome: Systematic review with meta-analysis. Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med. febbraio 2013;14(1):54–9.
55. Ribeiro A de CS, Grossi DB, Foerster B, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Electromyographic and magnetic resonance imaging evaluations of individuals with patellofemoral pain syndrome. Rev Bras Fisioter Sao Carlos Sao Paulo Braz. 2010;14(3):221–8.
56. Chen S, Chang WD, Wu JY, Fong YC. Electromyographic analysis of hip and knee muscles during specific exercise movements in females with patellofemoral pain syndrome: An observational study. Medicine (Baltimore). luglio 2018;97(28):e11424.
57. Kalytczak MM, Lucareli PRG, dos Reis AC, Bley AS, Biasotto-Gonzalez DA, Correa JCF, et al. Kinematic and electromyographic analysis in patients with patellofemoral pain syndrome during single leg triple hop test. Gait Posture. settembre 2016;49:246–51.
58. Thomas MJ, Wood L, Selfe J, Peat G. Anterior knee pain in younger adults as a precursor to subsequent patellofemoral osteoarthritis: a systematic review. BMC Musculoskelet Disord. dicembre 2010;11(1):201.
59. Carlson VR, Boden BP, Sheehan FT. Patellofemoral Kinematics and Tibial Tuberosity-Trochlear Groove Distances in Female Adolescents With Patellofemoral Pain. Am J Sports Med. aprile 2017;45(5):1102–9.
60. RA van der H, EH O, EE B, J van T, PL van V, S K, et al. No Difference on Quantitative Magnetic Resonance Imaging in Patellofemoral Cartilage Composition Between Patients With Patellofemoral Pain and Healthy Controls. Am J Sports Med. maggio 2016;44(5):1172–8.
61. RA van der H, JL de K, SM BZ, JA V, PL van V, GP K, et al. Structural Abnormalities on Magnetic Resonance Imaging in Patients With Patellofemoral Pain: A Cross-sectional Case-Control Study. Am J Sports Med. settembre 2016;44(9):2339–46.
62. Salsich GB, Perman WH. Tibiofemoral and patellofemoral mechanics are altered at small knee flexion angles in people with patellofemoral pain. J Sci Med Sport. gennaio 2013;16(1):13–7.
63. Pattyn E, Verdonk P, Steyaert A, Van Tiggelen D, Witvrouw E. Muscle functional MRI to evaluate quadriceps dysfunction in patellofemoral pain. Med Sci Sports Exerc. giugno 2013;45(6):1023–9.
64. Souza RB, Draper CE, Fredericson M, Powers CM. Femur rotation and patellofemoral joint kinematics: a weight-bearing magnetic resonance imaging analysis. J Orthop Sports Phys Ther. maggio 2010;40(5):277–85.
65. Thomeer LT, Sheehan FT, Jackson JN. Normalized patellofemoral joint reaction force is greater in individuals with patellofemoral pain. J Biomech. 26 luglio 2017;60:238–42.
66. Shen A, Boden BP, Grant C, Carlson VR, Alter KE, Sheehan FT. Adolescents and adults with patellofemoral pain exhibit distinct patellar maltracking patterns. Clin Biomech Bristol Avon. dicembre 2021;90:105481.
67. Draper CE, Besier TF, Santos JM, Jennings F, Fredericson M, Gold GE, et al. Using real-time MRI to quantify altered joint kinematics in subjects with patellofemoral pain and to evaluate the effects of a patellar brace or sleeve on joint motion. J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc. maggio 2009;27(5):571–7.
68. Zelenski N, Falk DP, D'Aquilla K, Borthakur A, Bannister E, Kneeland B, et al. Zone- and layer-specific differences in proteoglycan content in patellofemoral pain syndrome are detectable on T1ρ MRI. Skeletal Radiol. settembre 2020;49(9):1397–402.
69. Jan MH, Lin DH, Lin JJ, Lin CHJ, Cheng CK, Lin YF. Differences in Sonographic Characteristics of the Vastus Medialis Obliquus between Patients with Patellofemoral Pain

Syndrome and Healthy Adults. Am J Sports Med. settembre 2009;37(9):1743–9.
70. Pattyn E, Verdonk P, Steyaert A, Vanden Bossche L, Van den Broecke W, Thijs Y, et al. Vastus medialis obliquus atrophy: does it exist in patellofemoral pain syndrome? Am J Sports Med. luglio 2011;39(7):1450–5.
71. Stensdotter AK, Hodges P, Öhberg F, Häger-Ross C. Quadriceps EMG in Open and Closed Kinetic Chain Tasks in Women With Patellofemoral Pain. J Mot Behav. maggio 2007;39(3):194–202.
72. Sheehy P, Burdett RG, Irrgang JJ, VanSwearingen J. An Electromyographic Study of Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis Activity While Ascending and Descending Steps. J Orthop Sports Phys Ther. giugno 1998;27(6):423–9.
73. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Atrophy of the Quadriceps Is Not Isolated to the Vastus Medialis Oblique in Individuals With Patellofemoral Pain. J Orthop Sports Phys Ther. agosto 2015;45(8):613–9.
74. Powers CM, Landel R, Perry J. Timing and Intensity of Vastus Muscle Activity During Functional Activities in Subjects With and Without Patellofemoral Pain. Phys Ther. 1 settembre 1996;76(9):946–55.
75. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Does Quadriceps Atrophy Exist in Individuals With Patellofemoral Pain? A Systematic Literature Review With Meta-analysis. J Orthop Sports Phys Ther. novembre 2013;43(11):766–76.
76. Karlsson J, Thomeé R, Swärd L. Eleven Year Follow-Up of Patello-Femoral Pain Syndrome: Clin J Sport Med. gennaio 1996;6(1):22–6.
77. Fulkerson JP. The etiology of patellofemoral pain in young, active patients: a prospective study. Clin Orthop. ottobre 1983;(179):129–33.
78. Kang S, Park J, Kang SB, Chang CB. MRI findings of young male soldiers with atraumatic anterior knee pain. Scand J Med Sci Sports. maggio 2016;26(5):572–8.
79. Thuillier DU, Souza RB, Wu S, Luke A, Li X, Feeley BT. T1ρ imaging demonstrates early changes in the lateral patella in patients with patellofemoral pain and maltracking. Am J Sports Med. agosto 2013;41(8):1813–8.
80. Farrokhi S, Colletti PM, Powers CM. Differences in Patellar Cartilage Thickness, Transverse Relaxation Time, and Deformational Behavior: A Comparison of Young Women With and Without Patellofemoral Pain. Am J Sports Med. febbraio 2011;39(2):384–91.
81. Li X, Cheng J, Lin K, Saadat E, Bolbos RI, Jobke B, et al. Quantitative MRI using T1ρ and T2 in human osteoarthritic cartilage specimens: correlation with biochemical measurements and histology. Magn Reson Imaging. aprile 2011;29(3):324–34.
82. Regatte RR, Akella SVS, Lonner JH, Kneeland JB, Reddy R. T1ρ relaxation mapping in human osteoarthritis (OA) cartilage: Comparison of T1ρ with T2. J Magn Reson Imaging. aprile 2006;23(4):547–53.
83. Brechter JH, Powers CM. Patellofemoral joint stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain. Gait Posture. ottobre 2002;16(2):115–23.
84. Farrokhi S, Keyak JH, Powers CM. Individuals with patellofemoral pain exhibit greater patellofemoral joint stress: a finite element analysis study. Osteoarthritis Cartilage. marzo 2011;19(3):287–94.
85. Ho KY, Hu HH, Colletti PM, Powers CM. Running-induced patellofemoral pain fluctuates with changes in patella water content. Eur J Sport Sci. 2014;14(6):628–34.
86. Liao TC, Keyak JH, Powers CM. Runners With Patellofemoral Pain Exhibit Greater Peak Patella Cartilage Stress Compared With Pain-Free Runners. J Appl Biomech. 1 agosto 2018;34(4):298–305.
87. Hart HF, Patterson BE, Crossley KM, Culvenor AG, Khan MCM, King MG, et al. May the force be with you: understanding how patellofemoral joint reaction force compares across different activities and physical interventions—a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. maggio 2022;56(9):521–30.

88. Yalfani A, Ahmadi M. Patients with Patellofemoral Pain Exhibiting Decrease Vertical Ground Reaction Force Compared to Healthy Individuals during Weight Bearing Tasks: A Systematic Reviews and Meta-Analysis. Iran J Public Health [Internet]. 6 febbraio 2023 [citato 27 maggio 2023]; Disponibile su: https://publish.kne-publishing.com/index.php/ijph/article/view/11879
89. De Oliveira Silva D, Willy RW, Barton CJ, Christensen K, Pazzinatto MF, Azevedo FM. Pain and disability in women with patellofemoral pain relate to kinesiophobia, but not to patellofemoral joint loading variables. Scand J Med Sci Sports. novembre 2020;30(11):2215–21.
90. Merchant AC. Patellofemoral Imaging: Clin Orthop. agosto 2001;389:15–21.
91. Felicio LR, Saad MC, Liporaci RF, Baffa A do P, Santos AC dos, Bevilaqua-Grossi D. Correlation Between Trochlear Groove Depth and Patellar Position During Open and Closed Kinetic Chain Exercises in Subjects With Anterior Knee Pain. J Appl Biomech. luglio 2012;28(3):335–42.
92. Kujala U, Osterman K, Kormano M, Nelimarkka O, Hurme M, Taimela S. Patellofemoral relationships in recurrent patellar dislocation. J Bone Joint Surg Br. novembre 1989;71-B(5):788–92.
93. Powers CM. Patellar Kinematics, Part II: The Influence of the Depth of the Trochlear Groove in Subjects With and Without Patellofemoral Pain. Phys Ther. 1 ottobre 2000;80(10):965–73.
94. Schlüter IM, Prill R, Królikowska A, Cruysen C, Becker R. A Pilot Study on the Reliability of Ultrasound-Based Assessment of Patella Diameter and Sulcus Angle. Diagnostics. 14 dicembre 2022;12(12):3164.
95. Davies AP, Costa ML, Donnell ST, Glasgow MM, Shepstone L. The sulcus angle and malalignment of the extensor mechanism of the knee. J Bone Joint Surg Br. novembre 2000;82-B(8):1162–6.
96. Kim TH, Sobti A, Lee SH, Lee JS, Oh KJ. The effects of weight-bearing conditions on patellofemoral indices in individuals without and with patellofemoral pain syndrome. Skeletal Radiol. febbraio 2014;43(2):157–64.
97. Guzzanti V, Gigante A, Di Lazzaro A, Fabbriciani C. Patellofemoral Malalignment in Adolescents: Computerized Tomographic Assessment with or without Quadriceps Contraction. Am J Sports Med. gennaio 1994;22(1):55–60.
98. Connolly KD, Ronsky JL, Westover LM, Küpper JC, Frayne R. Differences in patellofemoral contact mechanics associated with patellofemoral pain syndrome. J Biomech. 11 dicembre 2009;42(16):2802–7.
99. Heino Brechter J, Powers CM. Patellofemoral stress during walking in persons with and without patellofemoral pain. Med Sci Sports Exerc. ottobre 2002;34(10):1582–93.
100. Douciette SA, Goble EM. The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. Am J Sports Med. luglio 1992;20(4):434–40.
101. Brossmann J, Muhle C, Schröder C, Melchert UH, Büll CC, Spielmann RP, et al. Patellar tracking patterns during active and passive knee extension: evaluation with motion-triggered cine MR imaging. Radiology. aprile 1993;187(1):205–12.
102. Drew BT, Redmond AC, Smith TO, Penny F, Conaghan PG. Which patellofemoral joint imaging features are associated with patellofemoral pain? Systematic review and meta-analysis. Osteoarthritis Cartilage. febbraio 2016;24(2):224–36.
103. Chiu JKW, Wong YM, Yung PSH, Ng GYF. The effects of quadriceps strengthening on pain, function, and patellofemoral joint contact area in persons with patellofemoral pain. Am J Phys Med Rehabil. febbraio 2012;91(2):98–106.
104. Teng HL, Chen YJ, Powers CM. Predictors of patellar alignment during weight bearing: an examination of patellar height and trochlear geometry. The Knee. gennaio 2014;21(1):142–6.
105. Witoński D, Góraj B. Patellar motion analyzed by kinematic and dynamic axial magnetic resonance imaging in patients with anterior knee pain syndrome. Arch Orthop Trauma Surg.

1999;119(1–2):46–9.
106. Wittstein JR, Bartlett EC, Easterbrook J, Byrd JC. Magnetic resonance imaging evaluation of patellofemoral malalignment. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc. giugno 2006;22(6):643–9.
107. MacIntyre NJ, Hill NA, Fellows RA, Ellis RE, Wilson DR. Patellofemoral joint kinematics in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. J Bone Joint Surg Am. dicembre 2006;88(12):2596–605.
108. van Middelkoop M, Macri EM, Eijkenboom JF, van der Heijden RA, Crossley KM, Bierma-Zeinstra SMA, et al. Are Patellofemoral Joint Alignment and Shape Associated With Structural Magnetic Resonance Imaging Abnormalities and Symptoms Among People With Patellofemoral Pain? Am J Sports Med. novembre 2018;46(13):3217–26.
109. Collins NJ, Bierma-Zeinstra SMA, Crossley KM, Van Linschoten RL, Vicenzino B, Van Middelkoop M. Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. Br J Sports Med. marzo 2013;47(4):227–33.

APPENDICE

New-Castle-Ottawa-Scale

CODING MANUAL FOR CASE-CONTROL STUDIES

SELECTION

1. **Is the Case Definition Adequate?**
    a) Requires some independent validation (e.g. >1 person/record/time/process to extract information, or reference to primary record source such as x-rays or medical/hospital records) *
    b) Record linkage (e.g. ICD codes in database) or self-report with no reference to primary record
    c) No description

2. **Representativeness of the Cases**
    a) All eligible cases with outcome of interest over a defined period of time, all cases in a defined catchment area, all cases in a defined hospital or clinic, group of hospitals, health maintenance organisation, or an appropriate sample of those cases (e.g. random sample) *
    b) Not satisfying requirements in part (a), or not stated.

3. **Selection of Controls**

    This item assesses whether the control series used in the study is derived from the same population as the cases and essentially would have been cases had the outcome been present.

    a) Community controls (i.e. same community as cases and would be cases if had outcome) *
    b) Hospital controls, within same community as cases (i.e. not another city) but derived from a hospitalised population
    c) No description

4. **Definition of Controls**
    a) If cases are first occurrence of outcome, then it must explicitly state that controls have no history of this outcome. If cases have new (not necessarily first) occurrence of outcome, then controls with previous occurrences of outcome of interest should not be excluded. *
    b) No mention of history of outcome

COMPARABILITY

1. Comparability of Cases and Controls on the Basis of the Design or Analysis

   A maximum of 2 stars can be allotted in this category
   Either cases and controls must be matched in the design and/or confounders must be adjusted for in the analysis. Statements of no differences between groups or that differences were not statistically significant are not sufficient for establishing comparability. Note: If the odds ratio for the exposure of interest is adjusted for the confounders listed, then the groups will be considered to be comparable on each variable used in the adjustment. There may be multiple ratings for this item for different categories of exposure (e.g. ever vs. never, current vs. previous or never)
   Age = * , Other controlled factors = *

EXPOSURE

1. Ascertainment of Exposure

   Allocation of stars as per rating sheet

2. Non-Response Rate

   Allocation of stars as per rating sheet