



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Facoltà di medicina e Chirurgia

**Master in Riabilitazione dei Disordini
Muscoloscheletrici**

A.A 2010/2011

Campus Universitario di Savona

In collaborazione con Master of Science in Manual Therapy

Vrije Universiteit Brussel

**Il ruolo del piede nella sindrome femoro-
rotulea**

Candidata:

Antonella Ilaria Barone

Relatore:

Andrea Raschi

INDICE

Abstract.....	3
1.Introduzione.....	5
2.Materiali e metodi.....	7
3.Risultati.....	9
4.Discussione.....	24
5.Conclusioni.....	30
6. Bibliografia.....	31

ABSTRACT

BACKGROUND La sindrome femoro-rotulea (Patellofemoral Pain Sndrome – PFPS) è una delle cause più comuni di dolore al ginocchio di frequente riscontro nella pratica clinica. A tutt'oggi, il trattamento della PFPS sembra essere incentrato sulla correzione della catena cinetica dell'arto inferiore attraverso l'esercizio terapeutico mentre, rimane d'incerta efficacia terapeutica, l'utilizzo di ortesi per il piede.

Parecchi fattori in tutto l'arto inferiore si oppongono e, quindi, limitano la forza dei quadricipiti che hanno la tendenza a portare in laterale la femoro-rotulea. Questi fattori sono importanti per un funzionamento ottimale dell'articolazione, che sarebbe il movimento tra la patella e il femore attraverso la maggior area articolare possibile con il minor stress possibile. Ci sono fattori locali che agiscono direttamente sull'articolazione e fattori globali, in relazione all'allineamento delle ossa e delle articolazioni di tutto l'arto inferiore. Recentemente molti studi hanno provato a spiegare questo disallineamento a livello della rotula ricercando le cause non solo a livello dell'articolazione stessa, ma anche a livello prossimale e distale dell'arto inferiore, basandosi anche sul concetto di interdipendenza regionale.

OBIETTIVO Il ruolo dell'elaborato è cercare di inquadrare funzionalmente il ruolo del piede nella catena cinetica e di chiarire quali tipologie di pazienti possano beneficiare di un eventuale utilizzo di ortesi per la cura della PFPS.

MATERIALE E METODI E' stata effettuata una ricerca nel database Medline nel lasso di tempo da gennaio 2012-giugno2012.

Le parole chiave utilizzate sono state: patellofemoral pain syndrome, anterior

knee pain, AND foot, orthosis, orthotics and orthoses, AND rehabilitation, physiotherapy.

I limiti della ricerca riguardavano gli articoli che fossero in lingua inglese e italiana.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Dalla revisione di questi articoli emerge come gli studi disponibili riguardo le differenze cinematiche durante il cammino o la corsa nei soggetti con PSPF sono da considerare con cautela. Inoltre sono da considerare non del tutto affidabili a livello metodologico anche gli studi riguardanti il trattamento della PFPS perchè, essendo le evidenze per le caratteristiche cinematiche del piede associate allo sviluppo della pfps limitate dalla mancanza di studi prospettici e dalla debolezza metodologica negli studi esistenti, viene da sé che l'utilizzo delle ortesi nei soggetti con pfps è tuttora argomento di discussione.

1.INTRODUZIONE

Il dolore femoro-rotuleo è una condizione clinica caratterizzata da dolore retro o peri-patellare associato ad attività che coinvolgono gli arti inferiori quali il camminare, il correre, il salire e scendere le scale ecc. Dal punto di vista epidemiologico le donne sembrano avere un'incidenza maggiore rispetto agli uomini (2:1); questa incidenza diventa ancor maggiore se si analizza la popolazione sportiva.

A tutt'oggi, non esiste un chiaro consenso sull'eziologia multifattoriale del dolore femororotuleo e neanche su quali strutture siano potenzialmente fonte di dolore. Numerosi studi evidenziano come correlazioni di carattere patomeccanico siano legate al malallineamento rotuleo, alla forza del quadricipite, alla biomeccanica del piede e alla forza dei muscoli dell'anca. ⁽¹⁾

Sembra quindi chiaro che, per programmare un corretto intervento conservativo nei pazienti affetti da PFPS, debba essere eseguita un'attenta analisi di tutti i fattori che possono giocare un ruolo nella genesi del dolore femororotuleo. In quest'ottica multifattoriale, i diversi fattori di rischio sono divisi in due grandi categorie: estrinseci ed intrinseci (C.J.Barton,2010). I primi, includono un eccessivo o inappropriato carico di allenamento e/o delle calzature inappropriate, mentre i secondi suddividono i fattori di rischio in tre "gruppi" : locali, prossimali e distali. Nel primo gruppo, dove sono analizzati i fattori locali, s'incentra l'attenzione sulle problematiche inerenti il malallineamento ed il maltracking rotuleo. Nel secondo gruppo, quello dei fattori prossimali, l'attenzione è rivolta alla componente cinematica dell'articolazione dell'anca con particolare interesse alla muscolatura dei glutei ed infine, nel terzo gruppo, quello dei fattori distali è il piede, analizzato nella sua morfologia e biomeccanica, chiamato in causa come potenziale fattore scatenante il dolore rotuleo. S'ipotizza, infatti, che una pronazione eccessiva o prolungata del piede possa incrementare la rotazione interna tibiale e femorale generando un aumento delle forze che tendono a lateralizzare l'articolazione

femororotulea (Tiberio,1987). Tale stress porterebbe secondo Yang ad un aumento esponenziale delle pressioni sulla faccetta laterale rotulea (Yang,2011). Dietro a queste considerazioni, numerosi autori propongono l'utilizzo di ortesi per correggere un'eccessiva pronazione in presenza di dolore femororotuleo anche se a tutt'oggi non sembra chiaro il meccanismo d'azione.

Dietro a questi risultati, sembra chiaro che la valutazione dei diversi aspetti ed il corretto ragionamento clinico risulti fondamentale per poter proporre il corretto trattamento conservativo.

2. MATERIALI E METODI:

È stata eseguita una ricerca nelle maggiori banche dati con le seguenti parole chiave: patellofemoral pain syndrome, anterior knee pain, AND foot, orthosis, orthotics and orthoses, AND rehabilitation, physiotherapy.

I limiti della ricerca riguardavano gli articoli che fossero in lingua inglese e italiana. I titoli e gli abstracts sono stati analizzati per identificare quelli di interesse per la trattazione.

Sono stati selezionati articoli che trattassero la biomeccanica patellofemorale, le caratteristiche biomeccaniche del piede che sono state identificate come concausa della PFPS (iperpronazione del piede) e la riabilitazione della PFPS.

Sono stati esclusi articoli inerenti all'articolazione coxo-femorale, patologie di età pediatrica, patologie neoplasiche o neurologiche.

Sono stati presi in considerazione riferimenti presenti nella bibliografia dei risultati, utilizzati quando utili alla trattazione dell'argomento di tesi.

La ricerca del formato "full text" degli studi scelti è avvenuta direttamente sulle riviste scientifiche di pubblicazione per mezzo del loro formato elettronico disponibile tramite la biblioteca dell'Università Degli Studi di Genova, in alternativa per alcuni articoli, contattando direttamente l'autore dell'articolo tramite posta elettronica o cartacea.

La ricerca ha portato a considerare 42 articoli. Successivamente sono stati presi in considerazione 27 articoli dopo ulteriore analisi, per andare a rilevare nello specifico trattati che riguardassero la biomeccanica femoro-rotulea e del piede in relazione al ginocchio (n=18). In un secondo momento, sono stati selezionati poi quelli relativi al trattamento della sindrome femoro-rotulea (n=9). I lavori esclusi da questo scopo (n=15) sono stati in ogni caso valutati in quanto necessari al completamento dell'argomento di tesi.

Tra i 42 articoli selezionati in base alla lettura dell'abstract gli 11 esclusi non sono stati presi in considerazione perchè 6 articoli erano già inclusi nelle revisioni

considerate, 5 non erano attinenti all'argomento.

Degli articoli considerati, 31, sono presenti tre systematic review che sono state utilizzate come punto di partenza per la stesura di questa tesi.

3.RISULTATI

La PFPS è una delle più comuni patologie muscoloscheletriche, prevalente in adolescenti, giovani adulti e più comune nelle donne rispetto agli uomini.

Da uno studio retrospettivo del 2002 è emerso che rappresenta il 19% degli infortuni nei corridori e da uno studio di coorte prospettico del 2004 che era presente nel 9% di 282 studenti tra i 17-21 anni. Il dolore da sindrome femoro-rotulea è provocato dall'eseguire le scale, corsa, squat, e quindi ha forte impatto sulla vita quotidiana provocando l'impossibilità di eseguire esercizi o attività lavorative senza dolore. Ha inoltre la tendenza a cronicizzare nel 94% dopo 4 anni e ancora nel 25% dopo 20 anni persistono sintomi significativi. Nonostante l'alta prevalenza, cronicità e impatto c'è scarsità di ricerche di alta qualità. ⁽²⁾

In alcuni casi, il dolore al ginocchio può essere un sintomo presente quando una struttura più prossimale o distale, come bacino, anca, caviglia, piede è in difetto, infatti molti disordini sono chinesio logicamente correlati al movimento dell'intero arto inferiore e viceversa.

Secondo il concetto di regional-interdependence di Wainner et al. problematiche funzionali distanti dal sito primario sintomatico sono da tenere in forte considerazione per la valutazione e il trattamento delle condizioni muscoloscheletriche. Il concetto di interdipendenza regionale implica che apparenti non correlati impairments possono contribuire o essere associati al disturbo primario del paziente. Questo concetto appare essere particolarmente applicabile alla terapia manuale. Nel 2008 Joel E. Bialosky et al ⁽³⁾ suggerisce che gli effetti positivi attribuiti all'interdipendenza regionale possono essere spiegati tramite meccanismi neurofisiologici associati alla terapia manuale e non necessariamente specifici sulla regione di applicazione. E inoltre possono essere attribuiti a meccanismi non specifici, come il placebo o l'aspettativa di un paziente dell'efficacia di un trattamento ricevuto.

A sostegno di ciò ci sono dei case report riguardanti il dolore anteriore del

ginocchio, come quello di Daniel W. Vaughn ⁽⁴⁾ che descrive l'eliminazione del dolore al ginocchio in un corridore in seguito ad un trattamento di terapia manuale a livello della sacro-iliaca e della sinfisi pubica; o quello di Welsh et al ⁽⁵⁾ che riguarda il dolore al ginocchio in una ballerina di 17 anni che viene sottoposta ad un programma riabilitativo in accordo al concetto di interdipendenza regionale con un focus sul miglioramento della forza muscolare e la coordinazione, la correzione degli squilibri muscolari e il miglioramento del controllo neuromuscolare a livello dei muscoli dell'anca.

Conoscere le differenze cinematiche tra gli individui con o senza PFPS è importante per le professioni sanitarie e per i ricercatori per sviluppare e ottimizzare un trattamento e delle strategie di prevenzione efficaci. Un gran numero di ricercatori ha valutato queste differenze cinematiche.

Parecchi fattori in tutto l'arto inferiore si oppongono e, quindi, limitano la forza dei quadricipiti che hanno la tendenza a portare in laterale la femoro-rotulea.

Ci sono fattori locali che agiscono direttamente sull'articolazione e fattori globali che influenzano la cinematica di tutto l'arto inferiore.

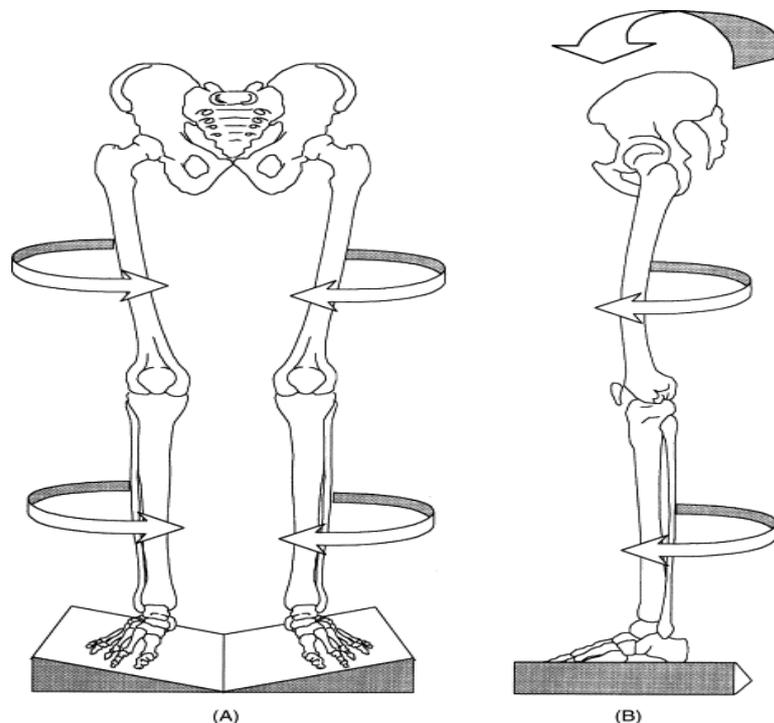


Fig.1: rappresentazione schematica della reazione dei segmenti superiori della catena cinetica che viene indotta dall'iperpronazione: rotazione interna di tibia e del femore con tilt anteriore del bacino. ⁽¹¹⁾

Da un punto di vista eziopatogenetico possiamo suddividere i fattori che contribuiscono all'instaurarsi di una sindrome PFPS in due macro categorie: i fattori locali e i fattori globali.

Fattori locali:

Sono i fattori che sono collegati direttamente alla sede di manifestazione del dolore. Essi sono rappresentati dalle componenti ossee, cartilaginee, muscolari e legamentose del ginocchio. Tra i tessuti molli di rilievo in questo tipo di problematiche ci sono i retinacoli.

Infatti, biomeccanicamente il retinacolo laterale, se accorciato, produce una forza che tende a lateralizzare la rotula diminuendo l'area di contatto femoro-rotulea, generando quindi un maggiore stress sulla cartilagine articolare e sulle aree subcondrali.

Nello studio di Kan et al. viene utilizzata la risonanza magnetica per creare un modello biomeccanico per determinare le forze di trazione dei componenti del quadricipite nei pazienti sani e nei pazienti con dislocazione patellare cronica e si giunge alla conclusione che nel secondo gruppo di pazienti ci sono maggiori forze vettoriali dirette lateralmente rispetto al primo gruppo. ⁽⁶⁾

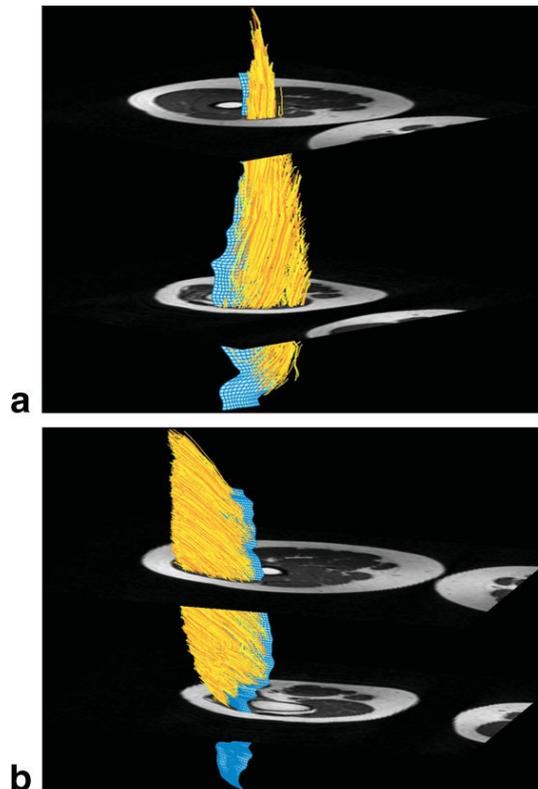


Fig.2: (a) direzione della trazione delle fibre muscolari del vasto mediale (b) direzione della trazione delle fibre del vasto laterale. ⁽⁶⁾

Un'eccessiva tensione della bendelletta ileo-tibiale o del retinacolo laterale può aumentare le forze che tendono a portare lateralmente la patella.

Le strutture che si oppongono allo spostamento laterale sono: la faccetta laterale (i ricercatori che hanno limato la faccetta laterale hanno riportato il 55% di perdita di stabilità mediale); le fibre oblique del vasto mediale (la rimozione selettiva delle fibre del VMO nei cadaveri ha prodotto il 27% di perdita di stabilità mediale) ed il retinacolo mediale. Negli studi di Amis e Senavongse ⁽⁷⁻⁸⁾ vengono valutate otto ginocchia di cadaveri con quattro condizioni: ginocchio intatto; con il vasto mediale non in tensione; con il condilo laterale piatto; con il retinacolo mediale lesionato. Lo studio conclude che è la complessa interazione tra tutte le strutture che contribuiscono alla stabilità della patella nelle diverse attività del ginocchio quindi non è certo che l'atrofia osservata del VMO sia maggiore rispetto all' atrofia spesso osservata in tutto il quadricipite intero. Tuttavia questa convinzione ha portato allo sviluppo di molti trattamenti conservativi mirati al reclutamento selettivo o all'aumento dell'azione del VMO. Nonostante il razionale di questo approccio sia valido, l'abilità di reclutare selettivamente e il rinforzo di

una componente del quadricipite rimane controversa.⁽⁹⁾

Fattori globali:

La struttura anatomica responsabile del dolore rimane un problema dibattuto, ma è probabile che sia il risultato di un elevato stress laterale a giocare un ruolo fondamentale. L'eziologia di questo stress è multifattoriale. Molte caratteristiche cinematiche anormali durante l'esecuzione di gestualità complesse e non o durante la deambulazione sono state ipotizzate come cause dello sviluppo del dolore. A livello del ginocchio un'alterata rotazione tibio-femorale e un'eccessiva adduzione durante la fase di appoggio sono state individuate come responsabili di un aumento di trazione laterale della patella e di compressione.

Recenti ricerche hanno indicato la presenza di una diminuzione di forza degli abduzioni e dei rotatori esterni d'anca. Questa scoperta supporta la teoria che un'aumentata rotazione interna e adduzione dell'anca durante il passo potrebbe essere un fattore di rischio per la PFPS. Secondo lo studio di Horton et al. un ginocchio valgo può incrementare l'angolo Q e quindi aumentare le forze lateralizzanti che possono alterare il corretto tracking patellare. Un aumento del valgismo del ginocchio può derivare da lassità o da una lesione del collaterale mediali, ma anche da una postura dell'anca che provoca un aumento dell'adduzione del femore in una posizione eretta o durante le attività funzionali incrementando l'angolo Q dinamico.⁽¹⁰⁾

Spesso in una posizione di carico, un'eccessiva rotazione esterna del ginocchio porta il femore a ruotare internamente quando la tibia è fissa. Una persistente postura del femore in rotazione interna in carico può essere provocata da una riduzione di forza o di controllo neuromuscolare degli extrarotatori d'anca, accorciamento degli intrarotatori o compenso dell'eccessiva antiversione femorale o torsione esterna tibiale. Quando c'è la mancanza o lo scarso controllo dei muscoli dell'anca, la postura di eccessiva rotazione interna dell'anca è spesso combinata a variabili quantità di adduzione dell'anca. Questa debolezza posturale degli extrarotatori d'anca e abduzioni è molto comune nella maggior parte delle donne sane e questo è ritenuto un importante fattore globale che può incrementare il rischio di sviluppare patologie femoro-rotule. Powers e colleghi⁽⁹⁾

attraverso l'ausilio della risonanza magnetica, sono stati capaci di studiare approfonditamente la complessa cinematica femoro-rotulea. Lo studio è stato eseguito in un gruppo di giovani donne con sindrome femoro-rotulea. Una parte dello studio consisteva nello studio dei soggetti mentre si sollevavano attivamente da una posizione di squat monopodalico a 45°. In media, i femori ruotavano internamente in maniera brusca negli ultimi 20° di estensione totale di ginocchio. Alla fine delle analisi individuali, le immagini hanno mostrato che la gola intercondiloidea del femore ruota medialmente sotto la rotula che è rimasta fissata dalla contrazione dell'apparato estensore.

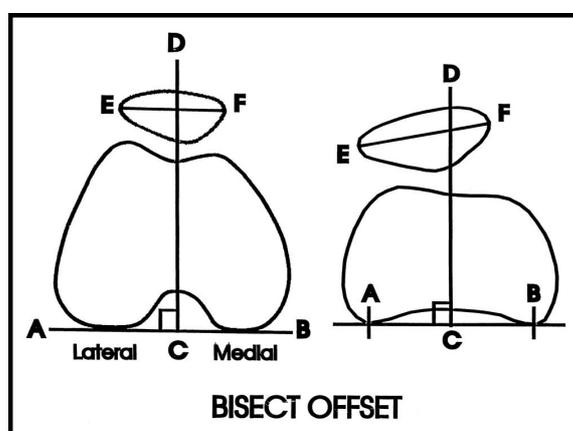


Fig.3: metodo utilizzato per misurare la dislocazione mediale e laterale. Si disegna una linea che unisce i due condili femorali, si proietta una linea perpendicolare attraverso la parte più profonda della gola intercondiloidea che va a dividere in due la patella. Viene poi misurata la percentuale di patella che risulta laterale rispetto alla linea mediana. ⁽⁹⁾

Questa cinematica porta la patella più lateralmente e più vicina alla faccetta laterale della gola intercondiloidea e quest'allineamento precario porta la patella vicino a un punto di sublussazione laterale o dislocazione. Un'eccessiva rotazione interna del ginocchio è stata indicata come fattore predisponente al dolore femoro-rotuleo. Nonostante questa condizione dovrebbe far diminuire l'ampiezza dell'angolo Q, è stato teorizzato che questa postura può influenzare la cinematica della patella. Da un punto di vista epidemiologico, le donne sono più soggette a sviluppare disfunzioni femoro-rotulee. Questo è in parte spiegabile in quanto, nel sesso femminile, l'angolo Q è maggiore di 3°-4° e in termini biomeccanici questo

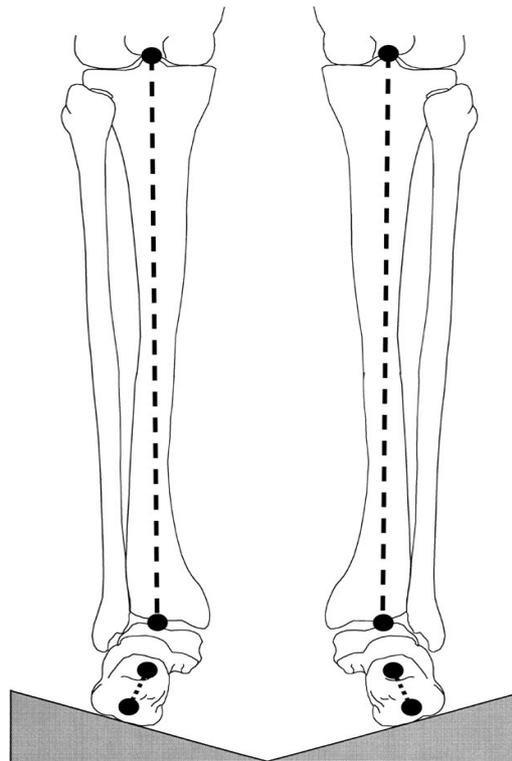
potrebbe alterare la cinematica patello-femorale. ⁽⁹⁾

E' stato ipotizzato inoltre che alcune caratteristiche morfologiche del piede e biomeccaniche della caviglia possono essere fattori predisponenti nello sviluppo della PFPS.

Secondo Khamis et al. ⁽¹¹⁾ un'alterata o eccessiva pronazione del piede può essere causa di un'aumentata rotazione interna femorale e tibiale e portare una maggiore adduzione del ginocchio.



(A)



(B)

Fig.4: (a) soggetto in stazione eretta con markers applicati per ottenere i dati (b) rappresentazione delle linee di bisezione di tibia e calcagno in caso di iperpronazione. ⁽¹¹⁾

Nel suo studio è stato valutato l'allineamento in stazione eretta di 35 soggetti sani a cui veniva richiesto di mantenere una postura naturale per 20 secondi in quattro differenti modalità: sul pavimento; su un rialzo angolato a 108°; 158°; 208°; ideato per indurre l'iperpronazione. I risultati hanno evidenziato una possibile catena cinematica in cui i soggetti che presentano un'eccessiva, prolungata o poco controllata pronazione durante la fase di appoggio del cammino possono incorrere in squilibri biomeccanici. Infatti un alterato allineamento del piede può causare una torsione pelvica asimmetrica e può essere causa di disfunzioni a livello del ginocchio dato che un'eccessiva pronazione del retropiede è tipicamente associata ad un'eccessiva rotazione interna dell'astragalo e della gamba durante il cammino. L'anormale sequenza cinematica tra tibia e femore può alterare l'area di contatto dell'articolazione patello-femorale e aumentare lo stress articolare rotuleo. Inoltre un'eccessiva eversione del retropiede può aumentare lo stress in valgo dell'arto inferiore, modificando l'angolo Q. Queste situazioni predispongono un soggetto a sviluppare la sindrome femoro-rotulea o instabilità.

Alla luce di queste conoscenze durante la valutazione di un disturbo femoro-rotuleo o di un'altra disfunzione dell'arto inferiore, la posizione della sottoastraglica e del piede deve essere sempre valutata. A tal proposito ci sono molti studi che hanno utilizzato vari metodi per la valutazione della postura del piede e i risultati non congrui sottolineano il bisogno di individuare una tecnica di misurazione che sia sensibile e affidabile. Nello studio di Burton ⁽¹²⁾ sono stati valutati 20 pazienti con PFPS, 5 uomini e 15 donne, confrontati con un gruppo di 20 soggetti sani, da tre valutatori differenti. Tutte le misurazioni vengono effettuate con il paziente il carico, tuttavia inizialmente vengono segnati dei punti di riferimento in posizione supina, quali la tuberosità del navicolare e il malleolo mediale in posizione neutra di caviglia, e la testa del primo metatarso. Vengono quindi misurate l'altezza del navicolare e la caduta del navicolare in posizione neutra e rilassata.

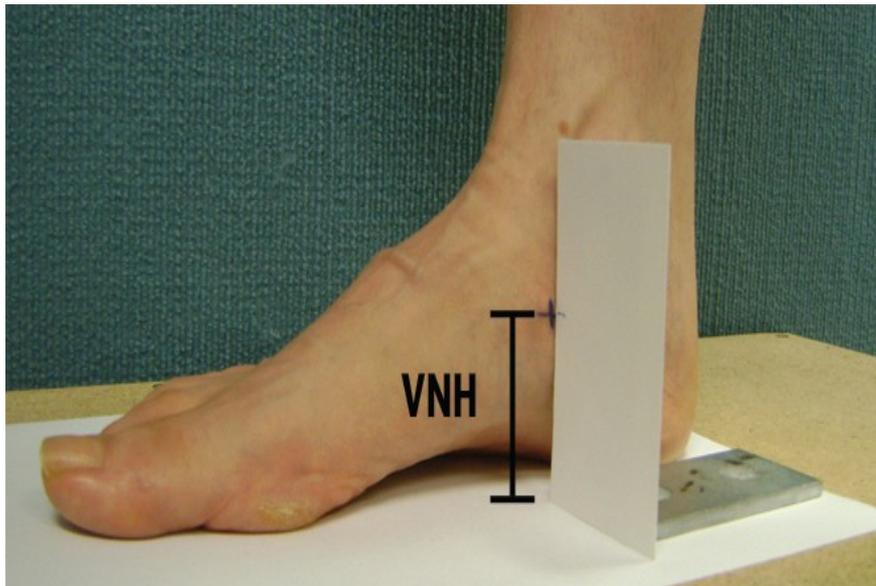


Fig.5: misurazione dell'altezza del navicolare con l'aiuto di un supporto di metallo per mantenere la carta in posizione stabile ⁽¹²⁾

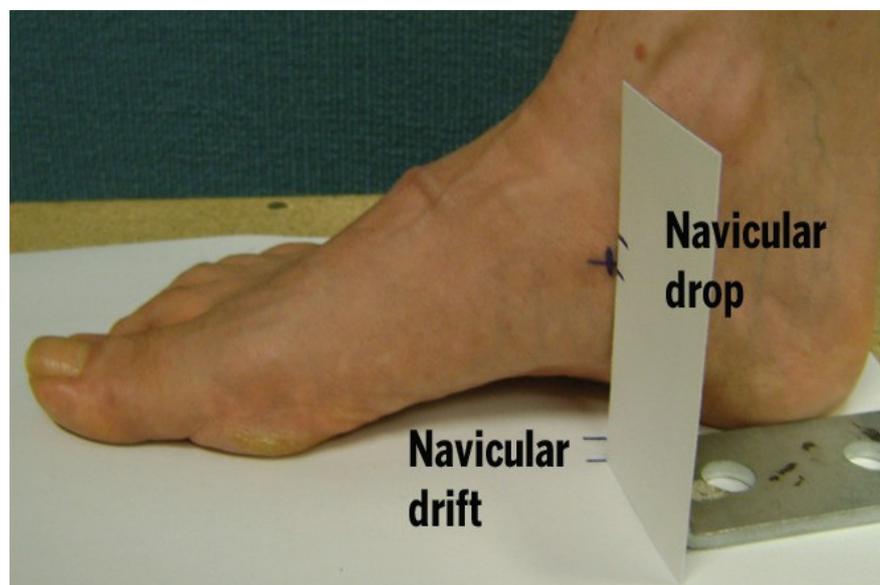


Fig.6: misura della caduta del navicolare con l'aiuto del supporto di metallo ⁽¹²⁾

Viene poi misurato l'angolo dell'arco longitudinale, l'angolo del calcagno, e l'angolo dell'arco dorsale.



Fig.7:misura dell'altezza dell'arco dorsale del piede a metà della lunghezza del piede usando delle semplici attrezzature ⁽¹²⁾

Dato che una diminuzione del r.o.m. della prima metatarsofalangea e della dorsiflessione di caviglia sono state individuate rispettivamente come possibili cause di un'aumentata e di una prolungata eversione del retropiede, viene inoltre misurata in carico la dorsiflessione della prima metatarsofalangea e della dorsiflessione di caviglia, sia con il paziente a ginocchio flesso che esteso.



Fig8: misura del rom della prima metatarsofalangea in carico ⁽¹²⁾



Fig.9: misura della dorsiflessione della caviglia a ginocchio flesso ⁽¹²⁾



Fig 10: misura della dorsiflessione della caviglia a ginocchio esteso ⁽¹²⁾

I risultati hanno indicato che queste misurazioni possiedono un'alta affidabilità quando utilizzate da valutatori con esperienza, e hanno mostrato la presenza di varie differenze nella postura del piede dei soggetti con PFPS e il gruppo di controllo. Infatti gli individui con PFPS presentavano un piede iperpronato e una maggiore mobilità, secondo questo studio ci sarebbe una forte relazione tra piede e PFPS.

Oltre che in posizione statica sono state studiate le differenze cinematiche del passo nei soggetti con PFPS rispetto ai soggetti sani. La review del 2009 di Burton at al. ⁽¹³⁾ ha lo scopo di analizzare la letteratura riguardante queste differenze cinematiche e prende in considerazione 24 studi. Le evidenze disponibili indicano che durante il cammino gli individui con PFPS potrebbero mostrare un ritardo nel picco di eversione del retropiede, un aumento dell'eversione del retropiede al contatto del tallone al suolo e una possibile diminuzione della velocità del passo. Inoltre durante la corsa potrebbe esserci un aumento della rotazione esterna del ginocchio al momento di estensione del ginocchio e un ritardo nell'eversione del retropiede al contatto del tallone, una riduzione di escursione dell'eversione

durante la fase di appoggio totale e una maggiore adduzione dell'anca. ⁽¹⁴⁾

Secondo uno studio prospettico biomeccanico del 2006 effettuato su 405 soldati non ci sarebbe relazione tra la pronazione e il dolore anteriore del ginocchio. ⁽¹⁵⁾

In questo studio si prende in considerazione la descrizione di Sgarlato del piede con una pronazione anormale, sia riguardo alla posizione di anormale pronazione che riguardo al movimento del piede in pronazione quando in realtà dovrebbe supinare, concludendo che durante l'appoggio statico una pronazione anomala provoca più che altro disagio, mentre durante la locomozione può causare dolore al piede e sintomi posturali. James et al. in uno dei primi studi in cui hanno analizzato le cause degli infortuni nei corridori, evidenziano che il dolore anteriore del ginocchio è legato ad un'anomala rotazione sul piano trasversale, piuttosto che un'eccessiva usura della superficie articolare patellare. Queste rotazioni sul piano trasversale sono associate alla pronazione e supinazione della sottoastraglica che ruota internamente con la pronazione ed esternamente con la supinazione. Quindi se la torsione interna tibiale è aumentata e prolungata da un'eccessiva pronazione, ci sarà una maggiore rotazione al livello del ginocchio con una maggiore probabilità di dolore anteriore al ginocchio. Tuttavia queste considerazioni non sono ancora da ritenere del tutto valide, a sostegno di ciò ci sono vari studi che hanno dimostrato che in realtà non ci sia correlazione tra iperpronazione e sviluppo della PFPS, come dimostra lo stesso studio sui soldati. Questi 405 soldati sono stati seguiti per quattro mesi, sono state effettuate misurazioni due-dimensionali sia in condizioni statiche che in dinamiche, filmati a 60 Hz mentre camminavano a 5 km/h. Erano stati applicati 4 markers sull'aspetto posteriore della gamba e del piede.

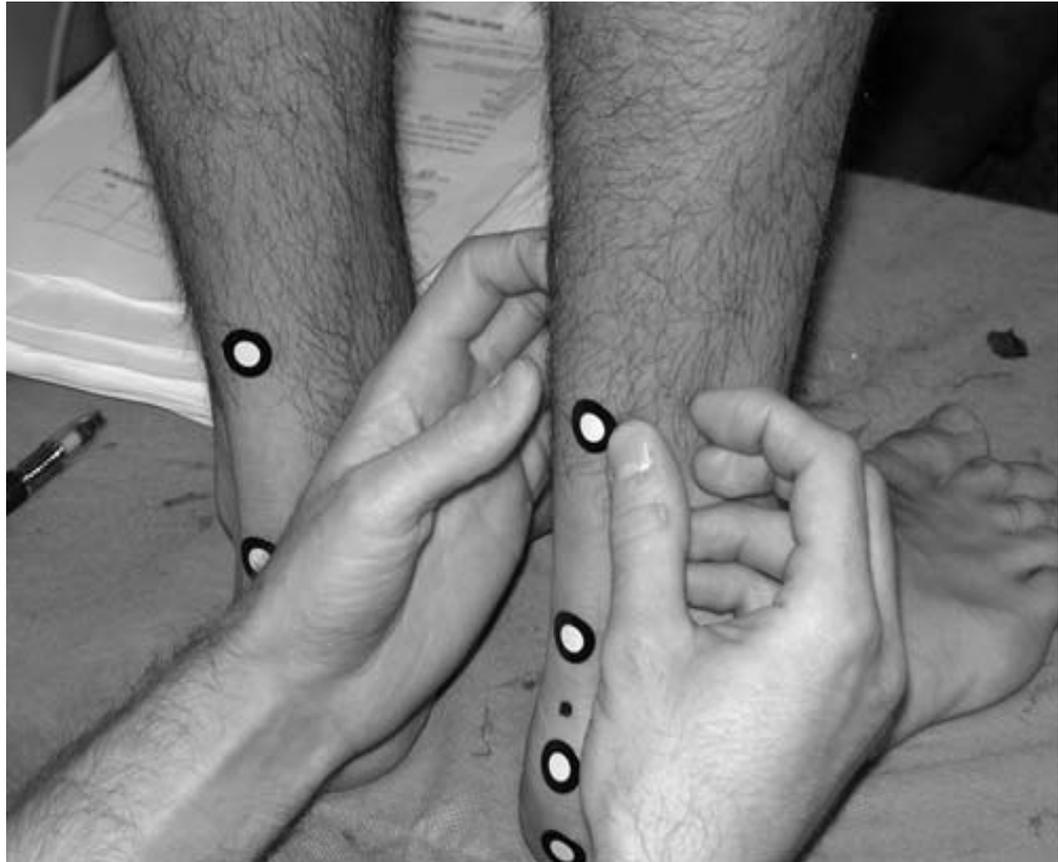


Fig.11: fotografia che dimostra la posizione dei markers (15)

L'incidenza globale del dolore anteriore di ginocchio in seguito ad attività fisica dopo quattro mesi era del 15%. il normale range di pronazione è stato definito tra 4° e 8°, tuttavia non solo i gradi di pronazione ma anche il tempo di mantenimento della massima pronazione e della velocità di pronazione sono da considerare degli importanti fattori nell'influenzare la rotazione interna tibiale. Una pronazione prolungata del piede e della caviglia produce quindi un'eccessiva rotazione interna tibiale che trasmette forze anormali nella catena cinetica e produce stress eccessivi su tutto l'arto inferiore. Il contatto laterale della patella aumenta perchè le forze del retto femorale e del tensore della fascia lata sono dirette più lateralmente quando il ginocchio è traslato medialmente rispetto al piede e al bacino. In questo studio sui soldati l'angolo tibio-calcaneare in posizione eretta statica non è stato dimostrato essere associato al dolore anteriore di ginocchio. Nonostante sia statisticamente significativa l'associazione tra velocità di pronazione e il dolore anteriore di ginocchio, il rapporto è stato

considerato contraddittorio tra piede destro e sinistro. Gli studi precedenti riguardanti il rapporto tra il dolore patello-femorale e la pronazione del piede non avevano un gruppo di controllo, invece in questo studio prospettico il gruppo di studio è adeguato per identificare le potenziali differenze tra i due gruppi ed è stato individuato che non c'è una consistente associazione tra pronazione e sindrome patello-femorale. In linea con queste affermazioni è lo studio di Powers⁽¹⁶⁾ secondo il quale non esisterebbe correlazione tra piede e patologie rotulee.

Moss et al ⁽¹⁷⁾ hanno comparato le donne atlete con e senza sindrome patello-femorale. Nel loro studio i soggetti con i sintomi patello-femorali mostravano un significativo tempo maggiore di raggiungimento della massima pronazione e una minore velocità dal contatto del retropiede alla massima pronazione; l'angolo di massima pronazione non è stato individuato essere significativamente in relazione ai sintomi.

4.DISCUSSIONE

In base alle numerose considerazioni riguardanti il rapporto tra iperpronazione del piede e PFPS sono stati effettuati numerosi studi con protocolli di utilizzo di ortesi per la correzione dell'alterato allineamento del piede per portare alla riduzione del dolore femoro-rotuleo. Per quanto riguarda le ortesi e quindi più in particolare il ruolo del piede nella sindrome femoro-rotulea recentemente una critica di Richter RR et al.⁽¹⁸⁾ ha considerato la review di Collins N et al.⁽¹⁴⁾ che ha analizzato 23 rcts e ne ha identificati 2 che indicano il beneficio delle ortesi e 8 che invece riportano effetti negativi.

In conclusione la review indicava che non ci sono differenze tra ortesi personalizzate o prefabbricate e che ci sono limitate evidenze a supporto delle ortesi per prevenire l'insorgenza delle sindromi da overuse dell'arto inferiore ma evidenze insufficienti per prescrivere le ortesi per il trattamento di queste sindromi.

La review di Barton⁽¹⁹⁾ è stata effettuata con lo scopo di riassumere e criticare le evidenze esistenti riguardanti l'efficacia delle ortesi negli individui con PFPS e produrre raccomandazioni per le ricerche future sulla valutazione delle ortesi. Questa review include 7 studi, in base ai quali sono state fornite limitate evidenze che le ortesi prefabbricate possano ridurre il range di rotazione del ginocchio sul piano trasversale e produrre maggiori miglioramenti a breve termine rispetto agli inserti piatti. E' risultato inoltre che la fisioterapia associata alle ortesi prefabbricate sia più efficace del solo utilizzo delle ortesi.

Dei 7 studi analizzati c'è un solo valido RCT⁽²⁾ di Collins et al. in cui è stato ipotizzato che le ortesi fossero superiori agli inserti piatti e che la fisioterapia abbinata alle ortesi fosse superiore alla sola fisioterapia. I pazienti inclusi nel trial dovevano avere le seguenti caratteristiche: 18-40 anni; dolore anteriore o retropatellare da più di 6 mesi e provocato da almeno due attività tra: prolungata

posizione seduta o accovacciata, squat singolo, squat doppio, corsa, salto, fare le scale; dolore alla palpazione della patella; dolore di almeno 30 su una scala VAS 0-100.

Venivano invece esclusi in presenza di dolore anca o zona lombare o ad altre strutture del ginocchio; chirurgia del ginocchio precedente; instabilità patellofemorale; presenza di versamento; problematiche al piede che impediscono l'uso di ortesi; allergie al tape; utilizzo di fans; trattamento già effettuato da meno di un anno. L'addetto cieco controllava la validità delle misure di outcome che sono: miglioramento globale con la Linkert scale (scala a 5 punti), gravità del dolore usuale e del dolore peggiore rispetto alla settimana precedente, anterior knee pain scale, functional index questionnaire.

Sono state esaminate 1530 persone e incluse nel trial 179. Sono state effettuate le misurazioni e le analisi statistiche a 6 settimane, in cui i partecipanti erano 164 (92%); a 12 settimane, in cui erano 161 (90%); a 52 settimane, in cui erano 171 (96%).

Questi pazienti vengono suddivisi nei 4 gruppi: ad un gruppo venivano prescritte le ortesi; al secondo gli inserti piatti; al terzo la fisioterapia e al quarto le ortesi abbinate alla fisioterapia. Per quanto riguarda la rieducazione motoria, vengono effettuate 6 sedute da 20-60 minuti in 6 settimane e poi viene rilasciato un programma di esercizi a domicilio, e le sedute consistono in mobilizzazione della patella, taping della patella, rinforzo dei vasti, stretching del retto femorale e degli ischiocrurali, training degli extrarotatori dell'anca e vengono incoraggiati ad effettuare ogni attività che non provochino dolore; le ortesi sono prefabbricate ma personalizzabili per alcuni gradi togliendo o aggiungendo spessore al tallone; gli inserti piatti sono uniformi in spessore e non modificabili.

A 6 settimane ci sono stati significativi effetti delle ortesi rispetto agli inserti piatti. E' migliorato l'85% con le ortesi e il 58% con gli inserti piatti. Anche a 12 settimane si è verificata la medesima cosa. Nel miglioramento globale non c'è differenza tra fkt ed fkt associata alle ortesi sia a 6 che a 12 settimane. A 52 settimane tutti i gruppi hanno un significativo miglioramento clinico in:

- ◆ gravità del peggior dolore (>20mm)
- ◆ anterior knee pain scale (>10 punti)

◆ functional index questionnaire (> 2 punti)

Inoltre in tre gruppi c'è miglioramento del dolore usuale, mentre nel gruppo degli inserti piatti il miglioramento è < 20 mm.

La conclusione di questo studio è stata che le ortesi producono miglioramenti a breve termine di più che gli inserti; le ortesi producono effetti simili alla fisioterapia e la fisioterapia associata ad ortesi non dà maggiori miglioramenti della fisioterapia da sola. A lungo termine ci sono stati miglioramenti nel dolore e funzione in tutti e quattro i gruppi, quindi sia la fisioterapia che le ortesi accelerano la risoluzione della condizione cronica.

Questo studio ha prodotto evidenze di livello 2 per l'uso delle ortesi. Alcuni autori sostengono che le ortesi sono fondamentali per controllare il movimento del piede, soprattutto l'eccessiva pronazione. Tuttavia:

- la ricerca mostra dubbi e non sistematici effetti sulla capacità delle ortesi di controllare il movimento
- possono essere utilizzati metodi alternativi, come dei riempitivi, per facilitare il pieno contatto plantare
- le precedenti ricerche non hanno dimostrato che chi ha la sindrome femoro-rotulea abbia un'eccessiva pronazione

Per questo sono stati inclusi nel trial gli inserti piatti, per vedere se efficaci come le ortesi. Le stime degli effetti delle ortesi rispetto agli inserti piatti sono state fatte usando misure di miglioramento globale del dolore o funzione, anche se queste misure sono sensibili ai cambiamenti temporali.

Un solo studio riguarda le Clinical Prediction Rule ⁽²⁰⁾ ma non è riuscito a identificare nessun cluster di variabili predittive e le variabili trovate sono state valutate scarsamente affidabili. Purtroppo, questo lascia gli operatori sanitari senza una guida per il processo decisionale clinico per determinare quali siano i pazienti con PFPS che possano beneficiare delle ortesi.

A tal proposito Vincenzino B. ⁽²¹⁾ ha provato ad identificare un metodo, TDT (treatment direction test) per determinare la probabilità di successo dell'utilizzo

delle ortesi: è una parte della valutazione funzionale che serve per indirizzare verso la prescrizione e l'utilizzo delle ortesi non solo per problematiche legate a piede e caviglia ma anche per gli altri disturbi muscolo-scheletrici dell'arto inferiore con alla base un'etiologia biomeccanica. Il TDT consiste nell'identificazione di attività fisiche o gesti che provocano dolore nel paziente tramite un questionario e poi la verifica delle attività fisiche in questione.

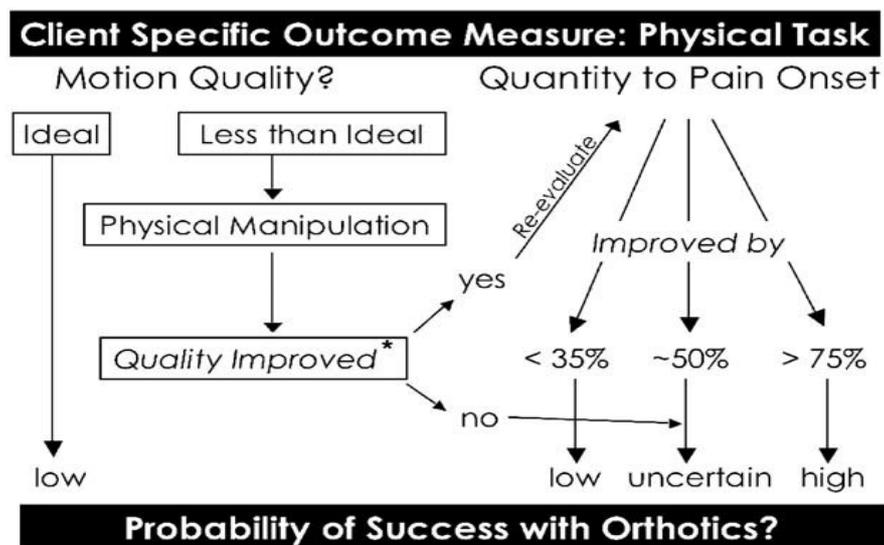


Fig 12: flowchart del TDT, utilizzato per il processo decisionale nella terapia ortesica. Gli elementi chiave sono le misure di outcome del paziente e l'applicazione della terapia. ⁽²¹⁾

In seguito alla verifica dell'attività fisica che provoca il dolore, dev'essere quantificato il livello di attività che provoca la comparsa del dolore e i movimenti alterati rispetto al pattern motorio ideale. Nel caso in cui ci fossero movimenti alterati veniva applicato dal fisioterapista il tape o un'ortesi temporanea e veniva richiesto al paziente di compiere nuovamente l'attività fisica che provocava il dolore.

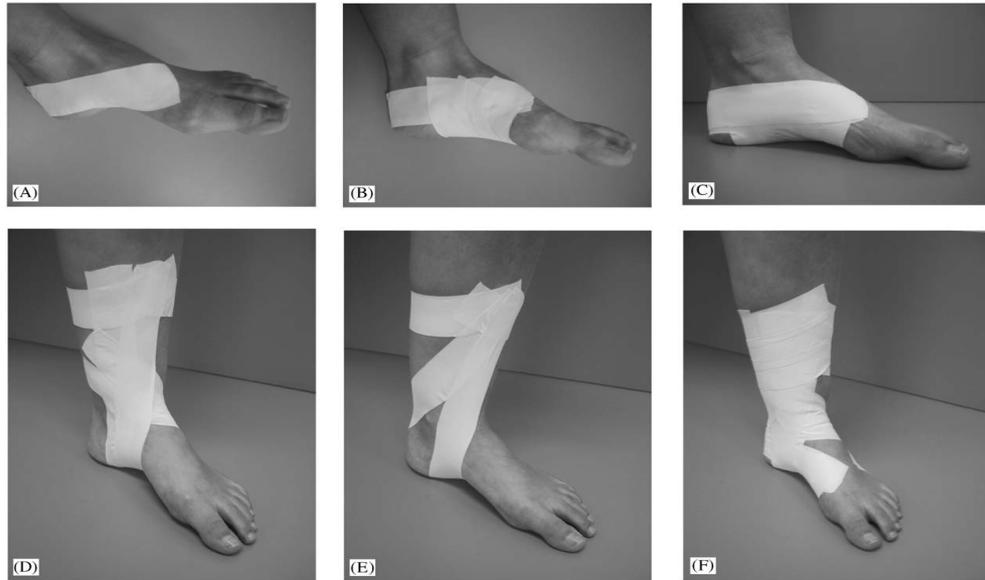


Fig 13: immagini sequenziali dell'applicazione del tape per pattern di movimento di eccessiva o prolungata pronazione.⁽²¹⁾

Se si presentava un sostanziale miglioramento della quantità di attività fisica compiuta prima che comparisse il dolore significava che ci sarebbe stato un outcome positivo in seguito all'utilizzo delle ortesi e di conseguenza venivano utilizzate delle ortesi temporanee per verificare l'effettivo effetto benefico.

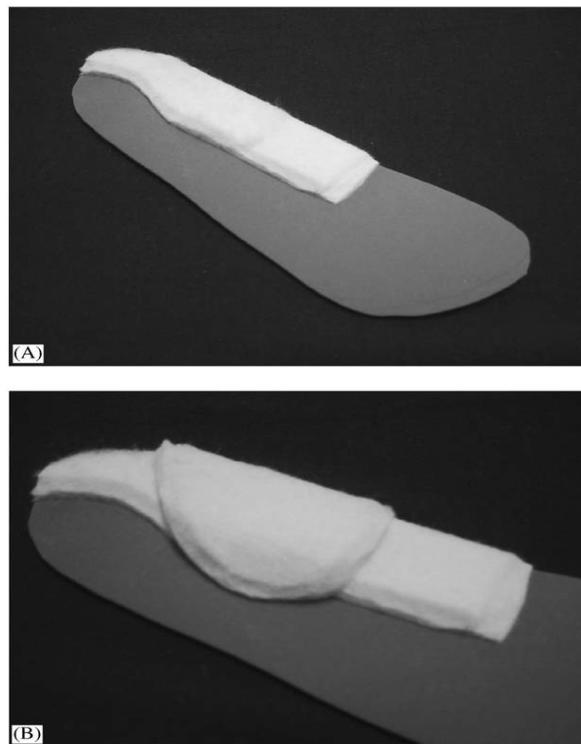


Fig. 14: immagini sequenziali dei componenti delle ortesi temporanee⁽²¹⁾

Se il miglioramento si presentava anche con le ortesi temporanee successivamente si prescrivevano al paziente le ortesi vere e proprie. ⁽²¹⁾



Fig.15: alcuni esempi di ortesi utilizzate frequentemente in condizioni di iperpronazione. ⁽²¹⁾

5. CONCLUSIONI:

Ci sono numerosi fattori che contribuiscono all'insorgere delle problematiche femoro-rotulee. In base alla letteratura si è giunti alla conclusione che l'origine di questa patologia è multifattoriale. Infatti, molti disordini che interessano caviglia e piede sono chinesiologicalamente correlati al movimento dell'intero arto inferiore e viceversa. Secondo il concetto di regional-interdependence infatti, strutture prossimali o distali al sito del dolore possono essere implicate nella genesi dello stesso.

E' stato ipotizzato che un'alterata o eccessiva pronazione del piede può essere causa di un dolore femoro-rotuleo.

Nonostante sia comunemente accettato che possa esistere una relazione tra l'eccessiva pronazione e rotazione interna della tibia durante il cammino, gli studi disponibili sono da considerare con cautela. Le informazioni disponibili indicano che durante il cammino gli individui con PFPS potrebbero mostrare un ritardo nel picco di eversione del retropiede, un aumento dell'eversione del retropiede al contatto del tallone al suolo e una possibile diminuzione della velocità del passo. Questa situazione potrebbe portare squilibri biomeccanici ben più evidenti durante la corsa.

Nonostante la correzione dell'anormale rotazione interna dell'arto inferiore in presenza di un'eccessiva pronazione sia l'ipotesi più accreditata per giustificare l'efficacia delle ortesi, si sottolinea che le evidenze per le caratteristiche cinematiche del piede associate allo sviluppo della PFPS sono limitate dalla mancanza di studi prospettici e dalla debolezza metodologica negli studi esistenti. Viene da sé che il razionale per l'uso delle ortesi per il trattamento della sindrome patello-femorale è tuttora argomento di discussione.

6. BIBLIOGRAFIA

- 1) Powers CM, Bolgia LA, Callaghan MJ, Collins N, Sheehan FT. Patellofemoral pain: proximal, distal, and local factors, 2nd International Research Retreat. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012 Jun;42(6):A1-54. Epub 2012 Jun 1.
- 2) Collins N, Crossley K, Beller E, Darnell R, McPoil T, Vicenzino B. Foot orthoses and physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain syndrome: randomised clinical trial. *BMJ.* 2008 Oct 24;337:a1735. doi: 10.1136/bmj.a1735.
- 3) Bialosky JE, Bishop MD, George SZ. Regional interdependence: a musculoskeletal examination model whose time has come. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008 Mar;38(3):159-60; author reply 160. Epub 2008 Feb 28.
- 4) Vaughn DW. Isolated knee pain: a case report highlighting regional interdependence. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008 Oct;38(10):616-23.
- 5) Welsh C, Hanney WJ, Podschun L, Kolber MJ. Rehabilitation of a female dancer with patellofemoral pain syndrome: applying concepts of regional interdependence in practice. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010 Jun;5(2):85-97.
- 6) Kan JH, Heemskerk AM, Ding Z, Gregory A, Mencio G, Spindler K, Damon BM. DTI-based muscle fiber tracking of the quadriceps mechanism in lateral patellar dislocation. *J Magn Reson Imaging.* 2009 Mar;29(3):663-70.
- 7) Amis AA., Current concepts on anatomy and biomechanics of patellar stability. *Sports Med Arthrosc.* 2007 Jun;15(2):48-56.
- 8) Senavongse W, Amis AA. The effects of articular, retinacular, or muscular deficiencies on patellofemoral joint stability: a biomechanical study in vitro. *J Bone Jog Br.* 2005 Apr;87(4):577-82. *int Sur*
- 9) Powers CM. Patellar kinematics, part I: the influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther.* 2000 Oct;80(10):956-64.
- 10) Horton MG, Hall TL. Quadriceps femoris muscle angle: normal values and

relationships with gender and selected skeletal measures. *Phys Ther.* 1989 Nov;69(11):897-901.

11) Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait Posture.* 2007 Jan;25(1):127-34. Epub 2006 Apr 18

12) Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB. Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010 May;40(5):286-96.

13) Christian J. Barton , Pazit Levinger, Hylton B. Menz, Kate E. Webster. Kinematic gait characteristics associated with patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *Gait & Posture* 30 (2009) 405–416

14) Collins N, Bisset L, McPoil T, Vicenzino B. Foot orthoses in lower limb overuse conditions: a systematic review and meta-analysis. *Foot Ankle Int.* 2007;28(3):396-412.

15) Hetsroni I, Finestone A, Milgrom C, Sira DB, Nyska M, Radeva-Petrova D, Ayalon M. 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.* 2006 Jul;88(7):905-8.

16) Powers CM, Chen PY, Reischl SF, Perry J. Comparison of foot pronation and lower extremity rotation in persons with and without patellofemoral pain.

17) Moss RI, Devita P, Dawson ML. A biomechanical analysis of patellofemoral stress syndrome. *J Athl Train.* 1992;27(1):64-9.

18) Richter RR, Austin TM, Reinking MF. Foot orthoses in lower limb overuse conditions: a systematic review and meta-analysis--critical appraisal and commentary. *J Athl Train.* 2011 Jan-Feb;46(1):103-6

19) Barton CJ, Munteanu SE, Menz HB, Crossley KM. The efficacy of foot orthoses in the treatment of individuals with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Sports Med.* 2010 May 1;40(5):377-95.

20) Sutlive TG, Mitchell SD, Maxfield SN, McLean CL, Neumann JC, Swiecki CR, Hall RC, Bare AC, Flynn TW. Identification of individuals with patellofemoral pain whose symptoms improved after a combined program of foot orthosis use and modified activity: a preliminary investigation. *Phys Ther.* 2004 Jan;84(1):49-61.

21) Vicenzino B. Foot orthotics in the treatment of lower limb conditions: a

- musculoskeletal physiotherapy perspective. *Man Ther.* 2004 Nov;9(4):185-96.
- 22) Goodfellow J, Hungerford DS, Zindel M., Patello-femoral joint mechanics and pathology. 1. Functional anatomy of the patello-femoral joint. *J Bone Joint Surg Br.* 1976 Aug;58(3):287-90.
- 23) Nha KW, Papannagari R, Gill TJ, Van de Velde SK, Freiberg AA, Rubash HE, Li G. In vivo patellar tracking: clinical motions and patellofemoral indices. *J Orthop Res.* 2008 Aug;26(8):1067-74.
- 24) Amis AA, Senavongse W, Bull AM. Patellofemoral kinematics during knee flexion-extension: an in vitro study. *J Orthop Res.* 2006 Dec;24(12):2201-11
- 25) Mattingly B, Talwalkar V, Tylkowski C, Stevens DB, Hardy PA, Pienkowski D. Three-dimensional in vivo motion of adult hind foot bones. *J Biomech.* 2006;39(4):726-33.
- 26) Cornwall MW, McPoil TG. Three-dimensional movement of the foot during the stance phase of walking. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1999 Feb;89(2):56-66.
- 27) Bolgia LA, Boling MC. An update for the conservative management of patellofemoral pain syndrome: a systematic review of the literature from 2000 to 2010. *Int J Sports Phys Ther.* 2011 Jun;6(2):112-25
- 28) Richter RR, Austin TM, Reinking MF. Foot orthoses in lower limb overuse conditions: a systematic review and meta-analysis--critical appraisal and commentary. *J Athl Train.* 2011 Jan-Feb;46(1):103-6
- 29) Eng JJ, Pierrynowski MR. The effect of soft foot orthotics on three-dimensional lower-limb kinematics during walking and running. *Phys Ther.* 1994 Sep;74(9):836-44
- 30) Hertel J, Sloss BR, Earl JE. Effect of foot orthotics on quadriceps and gluteus medius electromyographic activity during selected exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005 Jan;86(1):26-30.
- 31) Nigg BM, Nurse MA, Stefanyshyn DJ. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 Jul;31(7 Suppl):S421-8.