

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA



Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

Tesi di Laurea:

“Reclutamento selettivo del vasto mediale obliquo:
un’analisi critica sulla reale attivazione preferenziale
attraverso l’utilizzo dell’esercizio terapeutico.”

Relatore:

Andrea Raschi

Candidato:

Luca Gemignani

ANNO ACCADEMICO 2011/12

Indice

ABSTRACT.....	3
INTRODUZIONE	5
PATELLAR FEMORAL PAIN SYNDROME (PFPS)	8
ANATOMIA DELLA REGIONE PATELLOFEMORALE	10
FATTORI DI STABILIZZAZIONE ROTULEI	18
<i>FATTORI ESTRINSECI</i>	22
<i>FATTORI INTRINSECI</i>	23
<i>FATTORI FUNZIONALI INCENTIVANTI LA SINTOMATOLOGIA</i>	26
MATERIALI E METODI.....	27
DISCUSSIONE.....	28
CONCLUSIONI.....	36
BIBLIOGRAFIA.....	37

ABSTRACT

TIPO DI STUDIO: revisione della letteratura.

OBIETTIVI: lo scopo della tesi è eseguire una revisione tra i vari studi presenti in letteratura, per selezionare le migliori evidenze riguardanti l'attivazione selettiva del VMO attraverso le diverse tipologie di esercizi finalizzati al recupero della componente neuromuscolare degli arti inferiori. Il tutto sarà inserito nel contesto del trattamento della sindrome femororotulea (PFPS).

BACKGROUND: la sindrome femororotulea (PFPS) è uno dei più comuni problemi del ginocchio nella popolazione attiva adulta ed adolescente. In ambito ortopedico rappresenta una delle patologie di più difficile gestione. Storicamente, nella pratica clinica sono state utilizzate varie tipologie di approccio, molte delle quali avevano poche, se non addirittura alcuna, evidenze scientifiche.

RISORSE E DATI: la ricerca è stata effettuata utilizzando la banca dati PUBMED. Non è stata posta una data antecedente la quale non effettuare la ricerca.

Le parole chiave usate per la ricerca sono state: “*VMO activation*”, “*VMO recruitment*”, “*VMO AND patellofemoral*”, “*PFPS AND treatment*”, “*PFPS AND conservative treatment*” e “*patellofemoral pain AND physiotherapy*”.

RISULTATI: per questa revisione sono stati presi in considerazione 8 articoli dei quali, eccetto lo studio di Lieb e Perry del 1968 che è stato utilizzato come punto di partenza della revisione per l'analisi dell'attivazione selettiva del VMO, sei sono Revisioni Sistematiche e uno è un RCT. La scelta di questi studi è stata effettuata in funzione della loro alta qualità metodologica essenziale per la revisione. Quest'ultima è stata divisa in due parti di cui la prima analizza l'attivazione del VMO, mentre nella seconda tre SR molto recenti analizzano le evidenze sul trattamento della PFPS.

CONCLUSIONI: dagli studi emerge che è sempre più infondata la convinzione di poter risolvere i quadri di PFPS lavorando sul VMO perché è stato dimostrato che non può essere selettivamente attivato, sia per motivi anatomici che per motivi di innervazione. Per quanto riguarda il trattamento della PFPS, dalle revisioni sistematiche più recenti è emerso come per la complessità della patologia e per il fatto che ancora oggi le sue cause non sono ancora del tutto note non è presente in letteratura un gold standard affidabile e ripetibile per cui sono state proposte molte tipologie di trattamento che associano diversi interventi ma non è stato ancora elaborato un protocollo efficace e ripetibile.

INTRODUZIONE

La Sindrome Femororotulea (Patellofemoral Pain Syndrome PFPS) è uno dei più comuni problemi del ginocchio nella popolazione attiva adulta ed adolescente (1). Dye ha descritto la PFPS come un “enigma ortopedico” dal momento che rappresenta una delle patologie di più difficile gestione. Storicamente, nella pratica clinica sono state utilizzate varie tipologie di approccio, molte delle quali avevano poche, se non addirittura alcuna, evidenze scientifiche (2).

I casi più gravi di disfunzione e dolore femororotuleo sono di più frequente riscontro in pazienti che sono stati sottoposti a diversi trattamenti finalizzati a ridurre sintomi che inizialmente erano rappresentati solo da un lieve fastidio nella regione anteriore del ginocchio (2).

Forse, con la sola eccezione dell'intervento chirurgico per la lombalgia, nessun altro settore in chirurgia ortopedica ha un tasso di fallimento così elevato come quello nei pazienti con dolore anteriore di ginocchio. La mancanza di un approccio efficace per questi pazienti rappresenta ancora oggi una sfida in campo ortopedico ed è dovuta alla difficoltà nell'individuare i fattori eziologici alla base della genesi del dolore femororotuleo (2). L'approccio terapeutico attualmente accettato in pazienti con dolore femororotuleo è basato sul concetto che i fattori strutturali e biomeccanici osservabili sono i principali responsabili dei sintomi, per cui il trattamento dovrebbe essere diretto alla correzione di questi fattori.

I clinici ritengono che la PFPS sia il risultato di un anomalo tracking della rotula che porta ad uno stress eccessivo di tipo compressivo sulle faccette rotulee. I fattori che possono contribuire ad un anomalo tracking rotuleo includono la debolezza del quadricipite, lo squilibrio dei vasti del quadricipite, l'eccessiva tensione dei tessuti molli del ginocchio, un incremento dell'angolo Q, debolezza dell'anca e un'alterata cinematica a livello del piede. Sulla base di questa teoria, lo scopo degli interventi usati per il trattamento della PFPS è migliorare il tracking rotuleo e ridurre l'eccessivo stress sulle strutture dell'articolazione femorotulea.

I ricercatori hanno descritto molti approcci per il trattamento conservativo della PFPS (1). Gli esercizi specifici per il vastus medialis obliquus (VMO) e del quadricipite in generale rappresentano il più comune approccio utilizzato. Storicamente, nella pratica clinica

venivano utilizzati specifici esercizi per il VMO con la premessa che un ritardo e/o una riduzione dell'attività del VMO rispetto al vasto laterale (VL) contribuisse ad un eccessivo tracking laterale della rotula (1).

Nonostante evidenti dubbi sull'attivazione selettiva del VMO durante gli esercizi, il rinforzo generale del quadricipite porta benefici a molti pazienti con PFPS ed è considerato ancora oggi il gold standard(1).

Altre strategie di intervento comprendono taping rotuleo, tutori per rotula e ginocchio con il fine di migliorare ulteriormente il tracking della rotula. Nonostante la maggior parte dei soggetti riporti una diminuzione del dolore mediante l'utilizzo di queste tecniche, essi hanno anche eseguito esercizi di rinforzo del quadricipite. Inoltre, i risultati di diversi studi, pur tenuto conto di alcuni limiti, hanno dimostrato che l'utilizzo di taping rotuleo o ortesi porta un beneficio molto limitato rispetto ai soli esercizi di rinforzo del quadricipite(1). Un'altra teoria riguardo all'eziologia del PFPS è un aumentato angolo Q che porta il quadricipite ad esercitare una maggiore forza vettoriale laterale e predispone la rotula ad un eccessivo tracking laterale. Questa teoria non è supportata dai risultati della ricerca e molti lavori non hanno trovato alcuna relazione tra un aumentato angolo Q e il dolore femororotuleo. Alla base delle ragioni di questi risultati possiamo trovare la scarsa affidabilità e validità associate a questa misurazione. Un altro motivo molto importante che scredita questa teoria è la staticità di questa misura. Molti pazienti con PFPS possono dare prova di un normale angolo Q quando vengono valutati in maniera statica. Tuttavia, molti di questi possono presentare una difettosa cinematica degli arti inferiori durante attività dinamiche come correre, saltare o durante un atterraggio monopodalico che può aumentare il Q-angle (1).

Per far fronte alle limitazioni di questa misura statica Powers ha descritto l'uso dell'angolo Q dinamico dal momento che valuta i cambiamenti in dinamica e durante le attività in carico.

Egli ha teorizzato che l'aumento dell'adduzione e/o della rotazione interna del femore durante attività in carico può favorire una forza in valgo del ginocchio ed uno stress sulle strutture laterali dell'articolazione femororotulea (1).

Con l'uso di risonanza magnetica funzionale, ha dimostrato che i soggetti con PFPS hanno un aumento della rotazione interna del femore sotto una rotula relativamente stabile durante uno squat monopodalico. Questi risultati hanno fornito un razionale per l'inserimento di esercizi che hanno come obiettivo l'anca nei pazienti con PFPS.

Nonostante tutto il rinforzo del quadricipite è il trattamento che più comunemente viene prescritto. Sebbene questo approccio rappresenti il gold standard per il terapeuta, molti pazienti continuano ad avere dolore e disfunzione femororotulea. Questo gruppo di pazienti che riporta una diminuzione, ma non la risoluzione totale del dolore dopo gli esercizi di rinforzo del quadricipite, riflette il bisogno di individuare altre strategie supportate da prove di efficacia (1).

Pertanto, lo scopo di questa revisione della letteratura è quello di fornire un aggiornamento sulle evidenze per il trattamento conservativo della PFPS.

PATELLAR FEMORAL PAIN SYNDROME (PFPS)

Sindrome dolorosa femororotulea (PFPS) è un termine utilizzato per una varietà di patologie o anomalie anatomiche che portano ad un tipo di dolore anteriore del ginocchio. Il sintomo rappresentato dal dolore anteriore del ginocchio può essere associato a varie condizioni (3).

Table 1: Common Pathologies Leading to Anterior Knee Pain (AKP)*

Articular Cartilage Injury	Bone Tumors	Chondromalacia Patellae
Hoffa's Disease	Iliotibial (IT) Band Syndrome	Loose Bodies
Neuromas	Osgood-Schlatter Disease	Osteochondritis Dissecans
Patellar Instability/Subluxation	Patellar Stress Fracture	Patellar Tendinopathy
Patellofemoral Arthritis	Patellofemoral Pain Syndrome	Pes Anserine Bursitis
Plica Synovialis	Prepatellar Bursitis	Previous Surgery
Quadriceps Tendinopathy	Referred Pain from Lumbar Spine or Hip Joint Pathology	Saphenous Neuritis
Sinding-Larsen-Johansson Syndrome	Symptomatic Bipartite Patella	

* Based on research presented by S. Dixit 2007, P. Brukner 2002, R.H. Miller 1998, J.P. Fulkerson 2000, W.E. Prentice 2001, T.A. Peters 2000, R. Khaund 2005, A. Haim 2006

Il dolore femororotuleo è il disturbo più diffuso che coinvolge il ginocchio(4). In un periodo di 5 anni, Devereaux e Lachmann hanno dimostrato che il 25% di tutte ginocchia valutate come infortuni sportivi sono stati diagnosticati come dolore femororotuleo mentre McConnell riporta che il dolore femororotuleo colpisce una persona su quattro nella popolazione generale. Inoltre, uno studio su 100 pazienti con dolore alle ginocchia condotto da Outerbridge e Dunlop ha riportato 40 delle 50 donne e in 15 dei 50 uomini analizzati avevano una sindrome femororotulea. I problemi correlati alla femororotulea si verificano con un'incidenza di due volte maggiore nelle femmine rispetto ai maschi, gli uomini invece risultano più colpiti quando viene preso in considerazione un gruppo di atleti. I sintomi del dolore femororotuleo sono molteplici. Il dolore è generalmente caratterizzato come diffuso, difficile da localizzare e derivante dalla porzione anteriore del ginocchio. Il dolore lungo la faccia mediale della rotula è il disturbo più comune, tuttavia, spesso viene segnalato dolore retropatellare e/o lungo il bordo laterale. In generale, l'esordio è insidioso e la progressione è lenta. Il dolore è di solito correlato all'attività e viene aggravato da gesti

funzionali che aumentano le forze di compressione rotulea come salire e/o scendere le scale, camminare in salita, accovacciarsi e mantenere una posizione seduta prolungata. Gonfiore, perdita di movimento e una sensazione di cedimento o di instabilità possono essere presenti. La conoscenza dell'anatomia dell'articolazione femororotulea è essenziale per lo sviluppo di una comprensione della patogenesi della PFPS (4).

ANATOMIA DELLA REGIONE PATELLOFEMORALE

La rotula, il più grande osso sesamoide del corpo umano, ha una forma triangolare con ampia base prossimale ed un apice distale se vista sul piano frontale. La sezione trasversa mostra una forma triangolare con un apice posteriore ed una larga base anteriore formata dalla superficie non articolare della rotula. La faccia anteriore è leggermente convessa e divisa in tre parti: il terzo superiore che riceve le fibre profonde del tendine quadricipitale, il terzo medio che contiene numerosi orifizi vascolari e il terzo inferiore che presenta una forma a V per accogliere il tendine rotuleo.

La superficie posteriore, che si articola con il femore attraverso una serie di sette faccette, può essere suddivisa in una parte superiore ed una inferiore: la parte inferiore (apice) che non si articola con il femore, rappresenta circa il 25% dell'altezza della rotula, e giace in stretta correlazione con il corpo adiposo di Hoffa.

La parte superiore articolare è completamente ricoperta da cartilagine ialina, la quale può essere alta fino a 10 mm, la più spessa del corpo umano (questo è un indicatore della grandezza delle forze che si esercitano sull'articolazione femororotulea) e corrisponde al restante 75% della superficie rotulea.

A questo livello una cresta centrale divide la rotula in un complesso di faccette laterali e mediali con le laterali più lunghe delle mediali. Ogni complesso ha tre faccette: la superiore, l'inferiore e la media. Il complesso di faccette mediali ha anche una faccetta in più, separata dalle altre da una piccola cresta, localizzata sul lato mediale distale la quale viene detta " di flessione o faccetta impari (Odd Facet) " poiché essa si articola con il condilo femorale solamente durante la flessione estrema. Le normali faccette rotulee sono concave al fine di articolarsi con i condili femorali convessi.

Figura 1: Le sette faccette della rotula (a) – Visione superiore della rotula (b) –
Sezione trasversale della rotula (c)

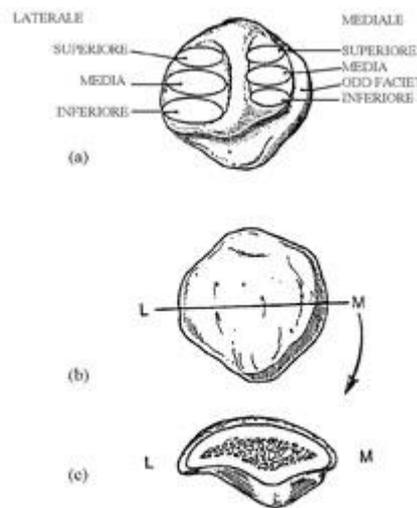


FIGURA 1: Le sette faccette della rotula (a)
Visione superiore della rotula (b)
Sezione trasversale della rotula (c)

Vista di lato la rotula ha una forma grossolanamente rettangolare con un segmento triangolare attaccato al margine distale, costituito dal polo inferiore non articolare mentre in sezione assiale, l'osso rotuleo è a forma di V, con la branca laterale più lunga. Wiberg (1941) ha proposto una classificazione basata sull'aspetto morfologico della rotula ottenuto tramite radiografie in proiezione assiale; infatti, in base alle dimensioni e alla concavità o convessità delle faccette mediali e laterali descriveva tre tipi configurazioni femororotulee (fig 2).

- TIPO 1: caratterizzato dalla presenza di concavità su entrambe le faccette uguali per dimensioni e con un legame molto forte con il solco femorale.
- TIPO 2: faccetta mediale più piccola rispetto alla laterale e piatta con comunque ancora un buon legame con il solco femorale.
- TIPO 2 bis: faccetta mediale più piccola rispetto alla laterale e convessa con uno scarso legame con il solco femorale.
- TIPO 3: faccetta mediale molto più piccola rispetto alla laterale e solco femorale poco profondo con conseguente instabilità parziale della rotula.
- TIPO 4: deformità del tipo di jagerhut (cappello da caccia) con grave instabilità.

Figura 2: La classificazione di Wiberg

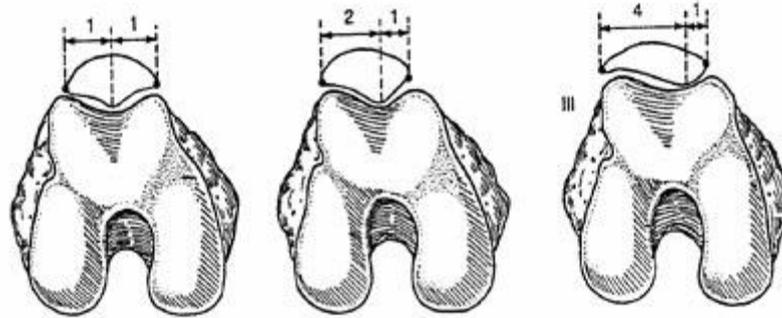


FIGURA 2: La classificazione di Wiberg

Figura 3: Alcune tipiche variazioni anatomiche della rotula

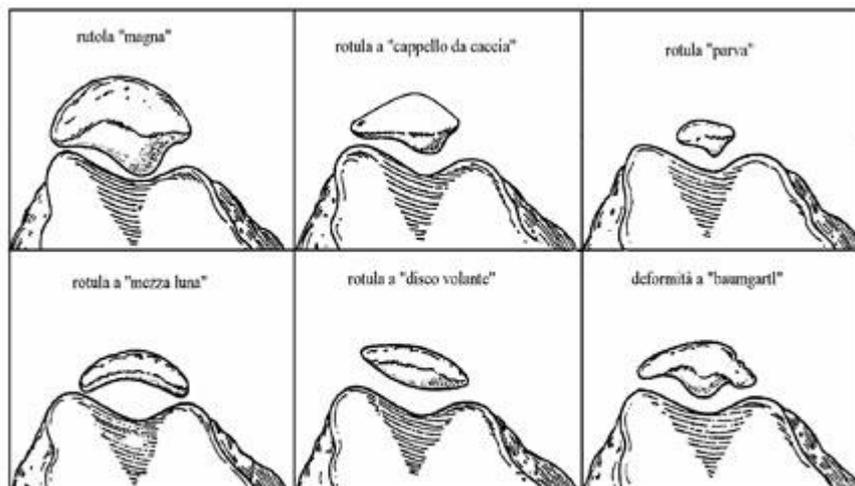


FIGURA 2b: Alcune tipiche variazioni anatomiche della rotula

La troclea femorale è l'altra componente fondamentale dell'articolazione femororotulea. Essa rappresenta il solco a forma di V, ricoperto di cartilagine, situato sulla faccia anteriore dell'estremità femorale distale. Il femore distale ripartisce il carico sui due condili separati posteriormente dal solco intercondiloideo mentre anteriormente i condili si uniscono a formare l'incisura trocleare, fornendo una superficie articolare per la rotula. Entrambi i condili così come l'incisura trocleare sono coperti da cartilagine ialina articolare indispensabile per i movimenti e il carico. I condili femorali laterale e mediale sono convessi sia sul piano sagittale sia frontale ed entrambi hanno un'asse antero-posteriore maggiore del trasversale. Il condilo mediale si allarga posteriormente e medialmente a partire dalla diafisi

femorale, mentre quello laterale che è maggiormente in linea con la dialisi femorale, è ingrossato in direzione trasversa. Nonostante il condilo mediale sia più lungo in direzione antero-posteriore, il condilo laterale ha una maggiore altezza lungo il solco trocleare (sporge maggiormente in avanti) proteggendo dalla sublussazione laterale della rotula.

ANATOMIA FUNZIONALE E BIOMECCANICA FEMOROROTULEA

La rotula permette l'inserzione comune dei capi muscolari del quadricipite e aumenta il braccio di leva e la funzionalità meccanica dell'apparato, protegge inoltre il tendine dalla forza compressiva e minimizza la concentrazione dello stress disperdendo forze all'osso sottostante.

La rotula incrementa il braccio del momento dell'apparato estensore del ginocchio e la sua sola presenza ne consente la flessione-estensione con un risparmio di forza da parte del quadricipite.

In assenza della rotula, viceversa, l'apparato estensore lavorerebbe con un maggior dispendio energetico e questo comporterebbe anche l'applicazione di forze e di stress maggiori e livello dell'articolazione femorotibiale.

La rotula dunque agisce da puleggia aggiustando la lunghezza, la direzione e l'intensità dei vettori forza rappresentati dal tendine rotuleo e quadricipitale ai diversi angoli di flessione.

L'apparato estensore del ginocchio, infatti, scivola sull'estremità inferiore del femore come una corda in una carrucola: la troclea femorale e la superficie intercondiloidea formano, infatti, una profonda scanalatura verticale nel fondo della quale scivola la rotula, la quale permette che la forza del quadricipite, diretta obliquamente in alto e leggermente in fuori, venga trasformata in una forza perfettamente verticale.

Ciò comporta anche una variazione delle aree di contatto femororotulee; infatti, aumentando la flessione aumenta l'area di contatto che si muove da distale a prossimale sulla superficie rotulea, fatto quest'ultimo che determina a sua volta un aumento del braccio di leva del quadricipite con conseguente vantaggio meccanico.

Il movimento normale della rotula sul femore durante la flessione è dunque una traslazione verticale, lungo la gola trocleare fino alla superficie intercondiloidea, di un tratto uguale al doppio della sua lunghezza (circa cioè 8 cm), ruotando attorno ad un asse trasversale. Infatti, la sua superficie posteriore, orientata direttamente indietro durante la posizione in estensione, si orienta direttamente verso l'alto quando la rotula, alla fine dello spostamento, viene ad applicarsi nella flessione estrema sotto i condili. Si tratta quindi, per essere più precisi di una traslazione circonferenziale. Analizzando la sua escursione notiamo che la rotula in piena estensione non è in contatto

con il femore, ma si trova, in posizione di scarico, sopra il tessuto adiposo sovratrocleare, in flessione a 30° la rotula entra in contatto con la troclea attraverso la sua parte media mentre è in contatto con la parte superiore e la faccetta supero-esterna in completa flessione. L'area di contatto tra la rotula e il femore è una variabile molto importante da considerare nella biomeccanica dell'articolazione femororotulea.

L'area di contatto incrementa con la flessione e a 90° di flessione abbiamo un'area di contatto circa il doppio rispetto a 30° di flessione.

Quando consideriamo le forze trasmesse attraverso l'articolazione femororotulea, dobbiamo tenere conto che la forza di reazione articolare è equamente distribuita su tutta l'area di contatto.

Il fatto che la forza del quadricipite e l'area di contatto si modifichino in relazione ai gradi di flessione del ginocchio ha una significativa implicazione nel prescrivere le diverse tipologie di esercizio terapeutico.

Durante l'esercizio a catena cinetica aperta la quantità di forza richiesta al quadricipite per l'estensione del ginocchio aumenta costantemente dai 90° fino alla massima estensione (4,5). Uno studio effettuato da Lieb e Perry ha dimostrato che è necessario un incremento della forza del quadricipite del 60% rispetto al totale per completare gli ultimi 15° di estensione del ginocchio (6).

Invece durante l'esercizio in catena cinetica chiusa, la forza del quadricipite è relativamente minima con il ginocchio in estensione ed aumenta costantemente con la flessione. Questo incremento di forza è distribuito su un'ampia area di contatto che a sua volta aumenta con il grado di flessione del ginocchio. L'ampiezza dell'area di contatto previene un'eccessiva pressione sull'articolazione femororotulea durante le attività che richiedono una flessione del ginocchio (4).

Entrando più nel dettaglio possiamo vedere come tra 0° e 10° di flessione il terzo inferiore della rotula entri in contatto con la troclea e come tra i 10° e i 20° la superficie articolare rotulea inferiore entri in contatto con il condilo laterale; in questa posizione però l'articolazione è ancora instabile.

Da 30° a 60° la faccetta mediale della rotula entra in contatto con il terzo medio della troclea aumentando la stabilità dell'articolazione; da 60° a 90° il terzo superiore della rotula presenta un'ampia zona di contatto all'interno della troclea e sulle faccette trocleari.

Al di sopra di 90°, l'area di contatto si divide in aree più piccole sia mediali che laterali sulla superficie articolare superiore della rotula, corrispondenti alle aree di contatto con i condili mediali e laterali del femore mentre la faccetta accessoria si articola con il femore medialmente solo dopo i 135° di flessione (7).

È importante osservare come, dopo i 90° di flessione, partecipi alla stabilizzazione dell'intera struttura anche il tendine del quadricipite che, a questo punto si trova in stretta correlazione con la troclea.

Sul piano frontale la rotula si sposta nel solco femorale quando il ginocchio passa dalla completa estensione alla flessione con un leggero arco a forma di C a concavità laterale.

Con il ginocchio in completa estensione, infatti, la rotula è leggermente sublussata all'esterno del solco femorale ed è leggermente laterale rispetto all'allineamento normale del femore in quanto viene a trovarsi al disopra del bordo laterale della troclea.

All'inizio della flessione, la rotula entra nel solco femorale e subisce un leggerissimo spostamento mediale mentre con la piena flessione del ginocchio, la rotula entra nel solco intercondiloideo con una lieve escursione laterale.

La rotula ha anche altre componenti di movimento associate allo scivolamento superiore ed inferiore causate dalla contrazione del quadricipite e dalla tensione del tendine rotuleo.

Il modello di movimento normale della rotula, infatti, include anche uno spostamento laterale (di cui abbiamo appena parlato), un'inclinazione laterale (tilt) sul piano sagittale e una rotazione laterale quando il ginocchio viene esteso dalla posizione flessa (specialmente negli ultimi 30° di movimento).

I movimenti laterali anomali possono essere causati da alcuni fattori che possono anche condurre a sintomatologie dolorose ed instabilità, infatti normalmente la rotula si sposta solamente dall'alto in basso e non trasversalmente (ad eccezione delle traiettorie appena descritte). Questo perché è fortemente adesa nella sua doccia dal quadricipite e questo, è tanto più vero, quanto più la flessione è accentuata: al termine dell'estensione invece questa forza di coattazione diminuisce ed in iperestensione tende addirittura ad invertirsi, cioè ad allontanare la rotula dalla troclea con la tendenza a spingerla in fuori in quanto il tendine quadricipitale ed il tendine rotuleo formano un angolo ottuso aperto in fuori. Quello che impedisce una lussazione esterna è la faccia laterale della troclea, che è nettamente più rilevante di quella mediale ma se, per una malformazione congenita

(displasia trocleare), questa è meno sviluppata la rotula non è sufficientemente trattenuta e può innescarsi il meccanismo della lussazione.

La rotula deve resistere a grossi carichi compressivi e di trazione causati dalla contrazione del quadricipite, specialmente in condizioni di carico, basti pensare che, con l'attività giornaliera l'articolazione femororotulea può essere soggetta a carichi compressivi fino a 10 volte il peso corporeo.

La compressione delle superfici articolari si verifica quando la rotula viene a contatto con il solco trocleare (quindi con il ginocchio flesso), e la sua intensità è direttamente proporzionale al livello di allineamento e/o malallineamento dell'intero apparato estensore. La parte della rotula che non si articola con il femore è sottoposta a trazione meccanica all'interno dell'osso, cosa questa che può contribuire, in determinate circostanze ed in pazienti predisposti, alla lesione della cartilagine articolare e quindi allo sviluppo di una sintomatologia dolorosa.

FATTORI DI STABILIZZAZIONE ROTULEI

Due ordini di fattori controllano la stabilità rotulea ed i meccanismi coinvolti nello spostamento della rotula: le forze di stabilizzazione statica e dinamica, la compressione delle quali è fondamentale per una corretta valutazione del paziente. Le forze di stabilizzazione dinamica sono quelle d'origine neuromuscolare e la tensione o il tiraggio che esse esercitano sulla rotula cambiano a seconda dello stimolo nervoso nonché del grado d'apertura dell'articolazione del ginocchio.

Queste forze cambiano costantemente in base alla contrazione e al rilassamento dei gruppi muscolari specifici e poiché hanno una dipendenza neurologica la capacità di tali forze di influenzare lo spostamento della rotula dipende dalla velocità con la quale il muscolo si contrae dopo aver ricevuto il segnale nervoso.

Le forze dinamiche che influenzano la stabilità del complesso femororotuleo sono rappresentate dal sistema del quadricipite: questi quattro muscoli agiscono in concerto sia per estendere il ginocchio sia per aiutare attivamente al mantenimento della rotula nel solco femorale.

Il muscolo quadricipite s'inserisce con un unico tendine alla base della rotula; tale tendine si può dividere funzionalmente in tre strati: superficiale, intermedio, profondo. Lo strato superficiale comprende il retto femorale (RF) che s'inserisce sul polo superiore e sul terzo prossimale della superficie anteriore della rotula; lo strato profondo contiene il vasto intermedio che s'inserisce medialmente sulla base della rotula al davanti della capsula (a volte è additionally attaccato al bordo laterale della rotula e al condilo laterale della tibia) e la sua direzione è lungo l'asse longitudinale del femore. Lo strato intermedio è formato dal vasto mediale (VM) e dal vasto laterale (VL) che s'inseriscono alla base della rotula posteriormente all'inserzione del retto femorale. Il vasto mediale si può dividere in due componenti: il VML, le cui fibre sono orientate di 15° - 18° rispetto all'asse anatomico femorale sul piano frontale, e il VMO che presenta un orientamento di 50° - 55° ed è l'unico vero e proprio stabilizzatore dinamico mediale. Normalmente il VMO raggiunge il terzo superiore o medio della rotula e le sue fibre più distali possono essere quasi orizzontali. Le fibre del vasto laterale sono invece orientate di 12° - 15° (4).

Questi due muscoli (VM e VL) rappresentano forze dinamiche controbilancianti che aiutano a mantenere normale l'escursione della rotula e qualsiasi sbilanciamento di uno di essi avrà una grande influenza su tutta la meccanica femororotulea che porterà certamente ad un disordine di spostamento dinamico.

Oltre a queste strutture, un altro muscolo che influenza attivamente la stabilità rotulea è il tensore della fascia lata (TFL): infatti una sua rigidità determina una deviazione laterale della rotula che si apprezza principalmente negli ultimi gradi d'estensione. Sono diverse le strutture legamentose e ossee che forniscono le forze di stabilizzazione statica che controllano lo spostamento femororotuleo e non essendo sotto l'influenza del controllo volontario muscolare, queste strutture esercitano sempre una forza sulla rotula. La geometria ossea, in altre parole la forma della rotula e del solco femorale, rappresenta la più forte e forse la più importante delle forze statiche. La rotula ha forma a V ed ha una superficie convessa e la forza con cui sarà catturata nel solco femorale dipende in gran parte dalla profondità del solco femorale e dalla corrispondente configurazione rotulea.

Altri meccanismi di stabilizzazione statica della rotula sono rappresentati dai legamenti femororotulei mediali e laterali.

La stabilizzazione mediale è procurata da un ispessimento del rivestimento fasciale proveniente dal VM, che forma una banda di tessuto sulla faccia inferomediale della rotula che si oppone al movimento laterale di quest'ultima (legamento femororotuleo e patello-meniscale).

Il retinacolo mediale è molto sottile e non è considerato rilevante ai fini della posizione e dello scorrimento della rotula.

Di particolare importanza è invece il retinacolo laterale, composto da uno strato superficiale longitudinale od obliquo ed uno strato traverso che forma il legamento laterale femororotuleo.

Il primo è piuttosto sottile e decorre superficialmente dalla bandelletta ileo-tibiale mentre al di sotto si presenta il retinacolo traverso profondo che è a sua volta formato da tre parti:

1) la bandelletta ileo-tibiale, 2) il legamento patello-femorale, 3) il legamento patello-tibiale.

La direzione del legamento alare esterno è prevalentemente postero-laterale: in conseguenza di ciò, un'eccessiva tensione di queste strutture laterali spesso conduce a malallineamenti e/o maggiore pressione nell'articolazione con conseguenti sintomi dolorosi e d'instabilità (il release di queste strutture è infatti piuttosto frequente).

Un'altra componente che partecipa alla stabilizzazione statica è la posizione relativa dell'inserzione del tendine rotuleo sul tubercolo tibiale rispetto al solco femorale. Quest'allineamento, comunemente chiamato angolo Q, corrisponde al normale vettore valgo della forza dei quadricipiti sul piano coronale.

Tale angolo è prodotto dall'intersezione tra una linea tracciata dalla spina iliaca antero-superiore al centro della rotula e da una che dalla rotula va al centro del tubercolo tibiale. Quest'allineamento statico favorisce lo spostamento laterale della rotula quando il ginocchio è in completa estensione e comunque dipende principalmente dalla sua ampiezza (con un angolo Q oltre i 20°, la rotula ha una maggiore tendenza allo spostamento laterale). Le strutture che possono essere associate con il dolore e l'instabilità femororotulea comprendono:

- 1) il retto femorale, il VI, il VL, il VML, il VMO.
- 2) il tendine rotuleo.
- 3) la rotula e i suoi rapporti con il solco femorale.
- 4) i legamenti femororotulei e meniscomrotulei.
- 5) i cuscinetti adiposi nelle regioni infrarotulee e soprarotulee.
- 6) le borse delle regioni sovrarotulee e pararotulee.
- 7) la membrana sinoviale e la capsula nella porzione antero-mediale ed antero-laterale dell'articolazione.

Il dolore localizzato all'articolazione femororotulea è di frequente riscontro clinico e richiede la valutazione di vari fattori: l'allineamento anatomico, il sistema di stabilizzazione statica e dinamica ed il livello d'attività per determinare il carico meccanico applicato attraverso l'articolazione.

Il malallineamento dell'articolazione femororotulea può sfociare in uno spostamento laterale rotuleo, il quale può essere associato a sublussazione, lussazione o ad entrambe. Questo spostamento è definito come forza vettoriale in valgo laterale, la quale si manifesta durante l'estensione e se di natura estrinseca può condurre a sublussazione o lussazione, che possono consistere in episodi minimi giornalieri o in fatti traumatici associati con rotture ed emartri acuti.

Varie anomalie strutturali alle estremità inferiori possono influenzare lo spostamento rotuleo nel solco trocleare del femore.

Queste anomalie possono essere suddivise in fattori estrinseci, comprendenti le anomalie biomeccaniche della pelvi e del piede, e fattori intrinseci legati alle strutture statiche e dinamiche della rotula.

Comuni fattori estrinseci includono:

- a) patologie femorali rotazionali d'origine congenita, posturale o traumatica;
- b) eccessiva mobilità della caviglia o del piede con alterazioni sul ginocchio;
- c) torsione tibiale su deformità in varo;
- d) discrepanze nella lunghezza della gamba che alterano il modello dell'andatura.

I fattori intrinseci comuni includono:

- a) l'iperlassità del sistema di stabilizzazione statica della capsula mediale e del legamento femororotuleo mediale contro l'eccessiva tensione della capsula laterale o del tratto ileo-tibiale;
- b) displasia o atrofia secondaria del muscolo VMO dovuto a lesioni articolari o non utilizzo; sviluppo immaturo delle superfici articolari (displasia trocleare); mallineamento rotuleo dovuto alla posizione del solco femorale, la posizione dell'angolo Q ed il ginocchio recurvato;
- c) malformazioni rotulee;
- d) rotula alta o bassa.

FATTORI ESTRINSECI

L'esame dell'arto inferiore deve includere la regione pelvica e valutare il corretto allineamento fino al piede; nelle patologie femororotulee, infatti, s'incontrano comunemente mancanze d'allineamento (8).

L'antiversione femorale è un segno clinico che compare quando la rotazione interna della diafisi femorale porta il solco femorale medialmente rispetto al tubercolo tibiale, portando il tendine rotuleo più lateralmente rispetto alla rotula ed aumentando così la forza vettoriale laterale che si esercita su di essa durante la contrazione del muscolo quadricipite. I pazienti con problemi femororotulei secondari all'antiversione femorale possono riferire di problemi all'anca avuti nell'infanzia.

La seconda area d'anomalia strutturale è l'eccessiva torsione tibiale laterale. Ciò conduce alla cattiva rotazione del tubercolo tibiale collocando il tendine rotuleo in posizione laterale. Il valgismo tibiale con l'associato spostamento laterale della rotula predispone molte donne a problemi a causa della maggiore ampiezza del bacino (questo conduce ad un maggiore orientamento mediale del femore e la tibia è forzata in valgo con conseguente spostamento laterale della rotula).

Un'altra area che può determinare problemi secondari all'articolazione femororotulea è il piede: negli anni recenti, infatti, molta attenzione è stata rivolta alla relazione esistente tra il piede ed il dolore al ginocchio e/o all'instabilità, in particolar modo alla correlazione tra una pronazione anomala eccessiva e le conseguenti ripercussioni a livello del ginocchio. Una pronazione eccessiva o prolungata può causare un aumento del vettore di forza in valgo e quindi un incremento dell'angolo Q dinamico. Naturalmente tutti i problemi evidenziati possono essere il risultato non solo di problemi scheletrici, ma anche muscolari (soprattutto retrazioni o errati bilanciamenti tra gruppi muscolari) ed è per questo che una valutazione globale dell'arto inferiore è fondamentale per la corretta comprensione del problema. Un esempio di questo tipo può essere una diminuzione di flessibilità degli ischiocrurali che può determinare un aumento della flessione del ginocchio nella fase d'attacco al suolo del ciclo del passo e durante tutta la fase d'appoggio con conseguente incremento della dorsiflessione dell'articolazione tibio-tarsica e della pronazione del piede che determinano, a loro volta, un aumento delle forze vettoriali valgizzanti e quindi dell'angolo "Q". Uno stesso risultato si otterrebbe con una contrattura del gastrocnemio, mentre una retrazione del tensore della fascia lata (TFL) comporterebbe uno spostamento laterale della

rotula particolarmente a 20° di flessione (angolo in cui la bandelletta ileo-tibiale si presenta maggiormente contratta) (8).

FATTORI INTRINSECI

La combinazione di un basso profilo del solco femorale e di un'insufficienza della faccetta rotulea mediale predispone all'instabilità rotulea. Queste insufficienze generalmente sono evolutive e sono causate da problemi scheletrici e/o malallineamento che non permettono alla rotula ed al solco trocleare di svilupparsi normalmente. Il condilo femorale laterale, infatti, come abbiamo detto, è più alto in rapporto al mediale, proiettandosi approssimativamente 7 o più mm anteriormente; questo aiuta nella prevenzione del dislocamento laterale della rotula.

In una condizione patologica invece la troclea può essere più superficiale, per un eccessivo spessore del pavimento o per un insufficiente altezza di uno o di entrambi i condili femorali (solitamente è l'esterno a presentare problemi).

Anche la rotula può presentare una forma alquanto variabile oltre ad una displasia o ipoplasia: vista di lato, quando il polo inferiore è lungo con la superficie articolare corta, il suo aspetto può ricordare il lungo naso di Cyrano, mentre, vista in sezione assiale, la faccetta ossea mediale può essere eccessivamente piccola, può non esserci separazione tra faccette mediale e laterale o la rotula può avere l'aspetto di un berretto da cacciatore (come descritto da Wiberg).

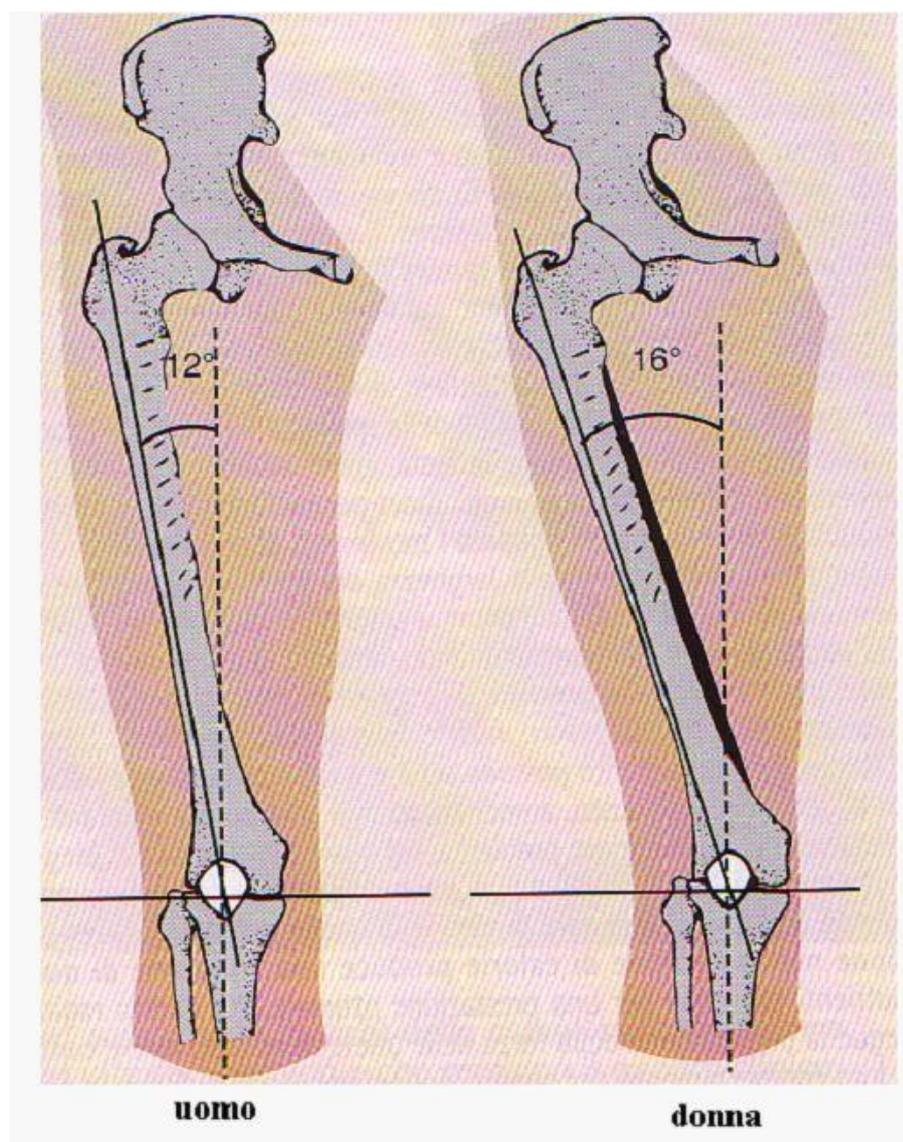
Normalmente queste alterazioni sono di natura congenita e determinano un'instabilità dell'intero sistema femororotuleo.

La successiva considerazione nel determinare la posizione rotulea è la sua relazione con il solco femorale; ci sono due possibili malallineamenti associati con questa condizione: la rotula alta o bassa. Dei due malallineamenti il più frequente è la rotula alta, in cui essa è collocata al di sopra del solco femorale con conseguente perdita della protezione del condilo laterale contro la sublussazione e/o la lussazione.

La rotula innalzata è di solito una condizione congenita o acquisita, spesso associata ad altre anomalie anatomiche quali displasia trocleare o condiloidea, che può determinare l'insorgenza di dolore e/o instabilità. La condizione opposta "rotula bassa" si verifica quando

il tendine rotuleo, accorciato, porta al contatto precoce tra le superfici articolari con conseguente incremento delle forze compressive e precoce logoramento della cartilagine articolare. Questa condizione può essere osservata dopo un trauma o un intervento chirurgico, a causa di un accorciamento del tendine rotuleo o esaminando il cuscinetto adiposo infrarotuleo, dal quale risulta un decremento d'elasticità del tendine stesso, con il risultato di una perdita d'estensione del ginocchio con movimento attivo. Un'area comune di malallineamento intrinseco è l'orientamento del tendine rotuleo in relazione al meccanismo degli estensori, chiamato clinicamente ANGOLO Q.

Figura 4: ANGOLO Q



Quest'angolo è definito come la relazione tra il tubercolo tibiale e la spina iliaca anteriore superiore; esso si determina dall'intersezione di una linea tracciata dalla spina iliaca

anteriore superiore attraverso il centro della rotula in direzione distale e di una linea che unisce il tubercolo tibiale al centro della rotula.

L'angolo Q è normalmente circa 10° nell'uomo e 15° nella donna, il limite superiore per un angolo Q normale va da 13° a 15°.

Un angolo Q aumentato può dipendere da un aumento dell'antiversione del femore, dalla torsione tibiale esterna e da una lateralizzazione della tuberosità tibiale anteriore che determina un aumento delle forze lateralizzanti la rotula durante la contrazione muscolare.

La stabilità statica rotulea è fornita, come abbiamo visto, dai legamenti femororotulei che circondano il tessuto capsulare. Una diminuita stabilità statica mediale accompagnata da un'eccessiva tensione del compartimento laterale (retinacolo, fascia aponeurotica ileo-tibiale), può condurre ad un'eccessiva tensione da parte delle strutture. Questo malallineamento è chiamato "sindrome da iperpressione laterale" ed è meglio determinata tramite visualizzazione radiografica della rotula a 30° di flessione del ginocchio.

Per quanto riguarda la componente dinamica, un malallineamento rotuleo può essere il risultato di una meccanica patologica del vasto mediale, includendo in ciò, lo scarso sviluppo, le affezioni displasiche o l'atrofia causata da lesioni.

Il muscolo vasto mediale, soprattutto la sua componente obliqua, infatti, fornisce la stabilizzazione dinamica dell'articolazione femororotulea (è l'unico stabilizzatore dinamico mediale). La sua inserzione è al terzo prossimale della rotula con un angolo di 55° rispetto all'asse verticale della rotula e la sua azione peculiare è quella di controbilanciare il muscolo vasto laterale durante la contrazione ed inoltre di provvedere al tensionamento dei legamenti.

In condizioni patologiche il VMO anziché raggiungere il terzo superiore o la metà della rotula, può arrivare a malapena a questa e pertanto la sua linea d'azione può essere più verticale e quindi meno efficace; la combinazione che queste anomalie compromette la funzione di stabilizzazione mediale del VMO

Anche la retrazione o l'ipertonìa permanente del retto femorale può provocare un'iperpressione rotulea a partire da 30° di flessione determinando anche una rotazione anteriore del bacino; in questo caso i muscoli ischio-crurali si allungano, diminuiscono il freno verticale femorotibiale favorendo la traslazione anteriore della tibia che aggrava il sovraccarico rotuleo; d'altro canto in caso d'importante retrazione degli ischio-crurali si può arrivare ad un ginocchio flesso con disarmonia rotatoria.

Si comprende quindi come la maggior parte delle sindromi rotulee sono la conseguenza di un vizio di funzionamento dell'apparato estensore e più in generale di tutto l'apparato muscolo-scheletrico, che deve essere corretto tramite trattamento riabilitativo o chirurgico.

FATTORI FUNZIONALI INCENTIVANTI LA SINTOMATOLOGIA

Oltre ai fattori di natura anatomica e biomeccanica che ho appena menzionato, esistono tutta una serie di fattori funzionali che, se si vengono a verificare in soggetti "predisposti", possono determinare l'insorgenza o un'incentivazione della sintomatologia. A questo proposito possiamo ricordare:

1) Il tipo di professione praticata dal soggetto: risulta infatti che persone praticanti un'attività che richiede di mantenere a lungo la posizione seduta o accovacciata sono maggiormente predisposti a sviluppare la sintomatologia in questione.

Questo è dovuto al fatto che sia la posizione seduta che quella accovacciata determinano uno stress a livello delle strutture interessate dalla patologia con conseguente sviluppo di dolore o fastidio.

2) Le attività sportive praticate: a questo proposito possiamo ricordare attività come la corsa o il salto e nel complesso tutte quelle in cui è richiesto un determinato sforzo a carico dell'articolazione del ginocchio. Le abitudini di vita e gli hobby: è stato osservato che una buona percentuale di pazienti che riferiscono dolori a livello dell'articolazione femororotulea sono persone che abitualmente passano molto tempo in macchina o che frequentano spesso cinema e teatri; tutte attività nelle quali di fronte ad una predisposizione si potevano determinare quadri sintomatologici.

E' per questo motivo, e per l'importanza che questi fattori ricoprono nella sintomatologia, che una parte importante del processo riabilitativo consiste nell'intervenire sull'igiene di vita del paziente.

MATERIALI E METODI

Lo scopo della tesi è effettuare una revisione tra i vari studi presenti in letteratura, per selezionare le migliori evidenze riguardanti l'attivazione selettiva del VMO attraverso le diverse tipologie di esercizi finalizzati al recupero della componente neuromuscolare degli arti inferiori. Il tutto sarà inserito nel contesto del trattamento della sindrome femororotulea (PFPS). E' stata effettuata una ricerca sulla banca dati Pubmed.

Le parole chiave usate per la ricerca sono state: *"VMO activation"*, *"VMO recruitment"*, *"VMO AND patellofemoral"*, *"PFPS AND treatment"*, *"PFPS AND conservative treatment"* e *"patellofemoral pain AND physiotherapy"*.

Non è stata posta una data antecedente la quale non effettuare ricerca. Tra gli articoli trovati sono stati selezionati quelli che più di altri potevano risultare utili per la stesura dell'elaborato.

Nell'elaborato si fa riferimento inoltre ad articoli (riportati nella bibliografia) che non rientrano nella revisione ma che sono stati utilizzati come base per una raccolta dati sull'argomento in esame più ampia ed esaustiva.

DISCUSSIONE

L'attivazione selettiva del VMO è un argomento estremamente controverso sul quale si sono susseguite diverse teorie a partire dallo studio di LIEB e PERRY del 1968 (6). I risultati di questo studio suggeriscono che la precoce atrofia del VMO e la perdita dell'estensione terminale del ginocchio sono indicative di una debolezza generale del quadricipite piuttosto che di un deficit localizzato del VMO. Il trofismo della porzione distale del VMO potrebbe essere attribuito alla sottigliezza della fascia che lo ricopre e all'estrema obliquità delle sue fibre che ne accentua la prominenza prodotta durante la contrazione.

La perdita precoce dell'estensione terminale o completa con allo stesso tempo il mantenimento di un buon controllo muscolare durante la massima estensione si è dimostrata essere una funzione di vantaggio meccanico piuttosto che un'azione specifica del muscolo. Per quanto riguarda invece la funzione di allineamento della rotula, l'azione del VMO sembra prevalere sugli effetti di malallineamento del VL. Gli autori al termine del loro studio hanno dimostrato che l'unica funzione selettiva attribuibile al VMO è l'allineamento rotuleo e che la marcata prominenza dello stesso all'esame ispettivo è correlata all'obliquità delle sue fibre distali, alla sua inserzione molto distale e alla sottigliezza della fascia che lo ricopre.

T.O. SMITH et al. nella loro revisione sistematica pubblicata nel 2009, hanno focalizzato l'attenzione sul dibattito ormai annoso circa la reale esistenza del vasto mediale come una singola entità anatomica o una struttura composta da due muscoli distinti: il vastus medialis obliquus distalmente ed il vastus medialis longus prossimalmente (9).

Per i suoi studi Smith si è basato sui lavori su cadavere di Lieb e Perry appena citati.

I risultati di questa review suggeriscono che ci sono poche evidenze che dimostrino che il VMO sia composto da due parti separate, la parte prossimale VML e la parte distale VMO, sia nelle articolazioni femororotulee sane che in quelle patologiche. Sebbene possano essere evidenziate differenze nell'allineamento delle fibre nella parte prossimale e distale del muscolo, rimane poco chiaro se la porzione distale sia innervata da un nervo distinto rispetto al nervo femorale. Inoltre l'esistenza precedentemente dimostrata di un piano fasciale che distingue ulteriormente le due porzioni muscolari sembrerebbe essere un'eccezione alla

regola essendo presente nel 24% dei casi nei soggetti asintomatici e nel 19% dei casi patologici analizzati.

In letteratura pochi studi focalizzano l'attenzione sulle caratteristiche demografiche del dolore femororotuleo, di conseguenza è possibile soltanto supporre che il sesso femminile abbia un'influenza sull'orientamento delle fibre del VM, sull'innervazione e/o sulla presenza di un piano fasciale. Ciò è suggerito dall'osservazione che le disfunzioni femororotulee risultino nettamente prevalenti nei soggetti di sesso femminile. L'orientamento delle fibre muscolari e le linee di forza potrebbero incidere sul timing di reclutamento del VMO rispetto ai muscoli circostanti e soprattutto rispetto al VL. Questo è stato supposto essere uno dei fattori causali della PFPS, ipotesi validata dal fatto che il VMO limita la traslazione laterale della rotula durante l'intero ROM articolare. Infatti durante la contrazione del VMO la rotula è forzata in una posizione più centrale nella troclea di conseguenza una debolezza o atrofia del VMO permette alla rotula di essere tirata più lateralmente a causa del maggior effetto dell'azione del VL e del retinacolo laterale. La valutazione clinica e i protocolli riabilitativi per la PFPS sono comunemente basati su questo assunto, cioè che vi sia una relazione tra la forza e il timing di attivazione delle fibre distali del VMO e la stabilità rotulea.

Un'altra ipotesi circa l'eziologia del dolore femororotuleo chiama in causa l'innervazione del VMO. Pazienti che presentano un singolo tronco nervoso del nervo femorale potrebbero presentare una sincronia motoria e un controllo inferiore rispetto a quelli con due tronchi nervosi. Ciò è supportato da alcuni studi che hanno identificato le differenze nell'innervazione del VMO in soggetti patologici concludendo che soggetti con un singolo tronco nervoso presentavano lesioni localizzate soprattutto lateralmente, mentre la localizzazione delle lesioni era più generalizzata in pazienti con due tronchi. Quindi una singola innervazione potrebbe essere un fattore di rischio anatomico per il mancato allineamento patellare, causa di lesione alle faccette laterali. Questa review concorda con i risultati di Lieb e Perry concludendo che possono essere evidenziate sostanziali differenze nell'allineamento delle fibre della parte prossimale e distale del muscolo. Comunque ci sono poche evidenze che supportano le loro osservazioni sull'esistenza di un piano fasciale che divida i due muscoli. Inoltre poiché circa il 59% dei soggetti analizzati presentava un singolo tronco nervoso mentre il 41% ne presentava due, ci sono al momento evidenze insufficienti per stabilire se il vasto mediale sia formato da due

componenti distinte sia dal punto di vista anatomico che funzionale. In un'altra revisione sistematica pubblicata sempre da T.O. SMITH et al. nel 2009 viene focalizzata l'attenzione sulla possibilità di attivare preferenzialmente il VMO mediante il cambiamento di posizione degli arti inferiori o mediante l'utilizzo di cocontrazione (10). I risultati della recensione, che ha preso in esame 387 soggetti provenienti da 20 studi, suggeriscono che l'alterazione della posizione degli arti inferiori o l'aggiunta di cocontrazione non porta ad un miglioramento dell'attivazione preferenziale del VMO sul VL. Pertanto, dimostra come i fisioterapisti non debbano concentrarsi principalmente sul VMO come tradizionalmente viene raccomandato, perché questi esercizi risultano inutili nel migliorare l'attività VMO.

E' stato identificato un piccolo numero di studi secondo i quali il VMO poteva essere preferenzialmente attivato aggiungendo durante gli esercizi di rinforzo del quadricipite adduzione dell'anca, extrarotazione della tibia o pronazione del piede. In seguito ad una valutazione critica riguardo il rigore metodologico di queste evidenze sono state però identificate molte limitazioni ed incongruenze infatti molti studi hanno descritto scarsamente le caratteristiche del soggetto o dei metodi o delle fonti di ricerca limitando la possibilità di generalizzare i risultati dello studio alla pratica clinica. Da questa revisione emerge come vi sia una notevole eterogeneità tra i 20 studi analizzati e pertanto non sia opportuno valutarli come una metanalisi. L'eterogeneità degli studi è rappresentata dalle caratteristiche della popolazione analizzata quali l'età, l'altezza, la partecipazione sportiva, la storia patologica del ginocchio, la diagnosi e la durata dei sintomi. Ma forse la cosa più importante nella valutazione di questi studi è stata la diversità nella conduzione metodologica. Infatti in ciascun studio presentato ci sono differenze nel posizionamento dell'elettrodi EMG, nella frequenza di campionamento e nell'elaborazione dei dati. Tutti questi fattori possono avere un impatto significativo sull'affidabilità e sulla validità dei risultati EMG.

Questa revisione suggerisce che il VMO non può essere preferenzialmente attivato da cambiamenti di posizione degli arti inferiori o mediante l'aggiunta di cocontrazioni (11). Solo tre dei 20 studi inclusi hanno fornito evidenze sull'attivazione preferenziale del VMO, ciascuno relativo a posizioni diverse degli arti inferiori. Inoltre, sono stati identificati un certo numero di limiti metodologici in particolare nella raccolta e nell'analisi dei dati.

Di conseguenza non c'è alcuna evidenza che supporti l'attivazione selettiva e preferenziale del VMO.

Per completare l'analisi sull'attivazione del VMO ho preso in considerazione la revisione sistematica con metanalisi di RACHEL CHESTER, T.O. SMITH et al. pubblicata il 1 Maggio 2008 (12).

Se con le SR precedenti è stato evidente che il VMO non può essere selettivamente attivato in modo preferenziale in questa viene esaminato il tempo di attivazione del VMO rispetto al VL comparando soggetti con anterior knee pain con altri asintomatici perché, in letteratura, diversi studi sono concordi nell'affermare che alla base del dolore anteriore di ginocchio ci sarebbe un ritardo di attivazione del VMO rispetto al VL. Sono stati inclusi in questa revisione 14 studi di cui uno studio prospettico e 13 studi osservazionali caso controllo.

Le metodologie di studio e le procedure di valutazione erano diverse e vi era una marcata eterogeneità tra gli individui campionati, nonostante sia stata identificata una tendenza verso il ritardo nell'attivazione del VMO rispetto al VL nella popolazione patologica sia durante l'attività volontaria che riflessa.

Gli studi EMG inclusi in questa revisione hanno analizzato tre tipi di attivazione muscolare: riflessa, volontaria in catena cinetica chiusa e volontaria in catena cinetica aperta. Dalla letteratura, l'attivazione muscolare riflessa appare la più ripetibile e una marcata variabilità è stata evidenziata invece nell'attivazione volontaria soprattutto in catena cinetica aperta. Molti fattori sono chiamati in causa nei risultati EMG e le differenze metodologiche sono frequentemente citate come ragione della mancata concordanza tra gli studi. Questi fattori includono l'orientamento e la posizione degli elettrodi, il campionamento dei dati e i metodi di determinazione dell'attivazione.

Se dal punto di vista numerico i risultati di questa revisione portano a pensare che ci sia un ritardo nell'attivazione del VMO rispetto al VL, nei soggetti con dolore anteriore di ginocchio il significato clinico di ciò non è ancora del tutto chiaro infatti le differenze descritte sono tutte molto piccole. Questo è stato coerente per le attività funzionali come salire e scendere le scale, così come per attività meno funzionali come il test isocinetico. Tuttavia non tutti i pazienti patologici dimostrano una disfunzione nell'attivazione del VMO sul VL e questo è aggravato dalla notevole e normale variabilità fisiologica nella popolazione sana.

A causa della eterogeneità degli studi e delle limitazioni metodologiche il significato clinico e terapeutico di questi risultati basato sulla presente letteratura è pertanto difficile da valutare.

A conferma delle precedenti SR, un trial clinico randomizzato (RCT) di G. SYME pubblicato nel 2009 ed effettuato in singolo cieco ha comparato gli effetti di un programma riabilitativo che pone enfasi sul training del VMO con un programma che mira al rinforzo generale del quadricipite in soggetti con PFPS (13).

Successivamente sono stati valutati i miglioramenti in questi soggetti con l'utilizzo di tre questionari molto affidabili come il McGill Pain Questionnaire, il Modified Functional Index Questionnaire e l'SF36 con i quali vengono presi in considerazione rispettivamente il dolore, la funzionalità e la qualità della vita.

I pazienti con PFPS sono stati selezionati in una clinica ortopedica e randomizzati in 3 gruppi: il primo gruppo ha effettuato un trattamento con enfasi sul training selettivo del VMO, il secondo gruppo ha effettuato un trattamento basato sul rinforzo generale del quadricipite femorale mentre il terzo gruppo era un gruppo di controllo non trattato. I 3 gruppi sono stati comparati prima e dopo le 8 settimane di trattamento. Prima di effettuare il trattamento tutti i pazienti erano stati informati mediante un fascicolo sulle caratteristiche della PFPS e il trattamento prevedeva in entrambi i gruppi anche l'utilizzo associato di taping, stretching e mobilizzazione rotulea oltre al trattamento specifico per i primi due gruppi. In totale sono stati randomizzati 69 pazienti suddivisi equamente in 3 gruppi da 23 pazienti ciascuno.

Questo studio ha dimostrato che sia il trattamento basato sul training selettivo del VMO che quello sul training generico del quadricipite riduce il dolore e migliora la funzionalità e la partecipazione. In conclusione, gli autori sottolineano come un trattamento fisioterapico focalizzato sul training selettivo del VMO abbia la stessa efficacia di un trattamento basato sul rinforzo generale del quadricipite per quanto riguarda la riduzione del dolore e il miglioramento della funzione e della qualità della vita in pazienti con PFPS. Come è possibile quindi trattare la PFPS? Analizzando tre recenti SR proveremo a rispondere a questa domanda.

La prima review presa in considerazione è di KAY CROSSLEY et al. ed è stata pubblicata nel 2001 (14). Questa revisione ha preso in considerazione 16 articoli che rispondevano a determinati criteri. I suddetti criteri prevedevano che l'intervento per la PFPS non doveva

essere né chirurgico né farmacologico e che gli studi dovevano presentare degli adeguati outcome di valutazione riguardanti dolore, disabilità e livello di partecipazione. La maggior parte di questi studi presentano pazienti di sesso femminile di cui due studi in maniera esclusiva e ciò riflette l'incidenza della patologia sulla popolazione generale. Gli interventi fisioterapici sulla PFPS sono vari ma molti di questi focalizzano l'attenzione sul training del VMO. Vengono utilizzati infatti programmi basati sui metodi di McConnell che includono allenamento funzionale del VMO in attività in carico per facilitarne l'attivazione, uso di taping, stretching e mobilizzazioni rotulee per la riduzione del dolore. Inoltre in questa revisione vengono presi in considerazione anche altri tipi di trattamento come solo potenziamento eccentrico del quadricipite, ortesi, agopuntura, manipolazioni della sacroiliaca e laserterapia.

La forza delle evidenze che supporta l'utilizzo dell'intervento fisioterapico è molto limitata. E' interessante notare che nessun intervento sia associato ad un peggioramento dei sintomi. L'evidenza non supporta assolutamente l'uso delle ortesi femororotulee, del taping o di tecniche isolate come il laser, tecniche chiropratiche e l'agopuntura, mentre suggerisce che la fisioterapia può ridurre il dolore associato alla PFPS nel breve periodo. Comunque non è chiaro se questa riduzione del dolore sia maggiore rispetto a quella ottenuta da programmi d'esercizio domiciliare. Una volta stabilita l'efficacia un'ulteriore difficoltà è rappresentata dall'individuare i vari fattori che contribuiscono allo sviluppo della PFPS. Soltanto quando questi fattori saranno ben identificati potranno essere prescritti trattamenti appropriati ai pazienti.

Futuri studi dovrebbero focalizzare l'attenzione sul definire interventi specifici e parametri di misura dell'outcome in un modo standardizzato affidabile e valido. Sono richiesti studi con un rigore metodologico scientifico maggiore per stabilire un programma di educazione, stretching e rinforzo del quadricipite inclusi esercizi eccentrici e la possibilità di usare ortesi del piede correttive nel trattamento conservativo della PFPS.

La seconda review di BOLGLA et al. prende in considerazione gli studi pubblicati su Pubmed, CINAHL e SPORTDiscus dal 1-1-2000 al 31-12-2010 (1).

Gli studi selezionati utilizzano tutti un minimo di 4 settimane di trattamento nei soggetti con PFPS. Gli autori hanno selezionato solo articoli con una ottima rilevanza clinica per questo hanno scelto solo 22 degli 878 articoli inizialmente selezionati. In questi articoli sono stati analizzati vari tipi di trattamento della PFPS, in particolare l'utilizzo degli esercizi di rinforzo

dei muscoli dell'anca, esercizi di rinforzo del quadricipite, l'uso di patellar taping, di patellar bracing e knee bracing o di plantari.

I risultati di questa revisione sistematica sostengono la validità dell'uso del rinforzo del quadricipite associato agli esercizi di rinforzo dei muscoli dell'anca. Infatti, simulazioni al computer e studi su cadavere hanno dimostrato che un'eccessiva adduzione e/o rotazione interna dell'anca provoca un notevole aumento dello stress sull'articolazione femororotulea e di conseguenza, durante il movimento, le forze applicate su quest'area sono molto maggiori.

In particolare, nei loro studi Powers e Souza hanno usato la tradizionale RM per analizzare gli angoli di inclinazione e torsione femorale, la performance muscolare e la cinematica durante la corsa nei soggetti con PFPS. Essi hanno inoltre dimostrato che la debolezza dei muscoli dell'anca e l'incremento della rotazione interna del femore durante la corsa portano ad un aumento dello stress sulla porzione laterale dell'articolazione femororotulea, come dimostrato nelle simulazioni al computer e negli studi su cadavere. In questi studi è emersa l'importanza della performance dei muscoli dell'anca per il controllo del movimento femorale. Risulta inoltre ancor più rafforzata l'evidenza secondo la quale la diminuzione della forza dei muscoli dell'anca in questa popolazione di soggetti altera la cinematica dell'arto inferiore (15,16).

Di conseguenza gli autori hanno impostato il loro trattamento sul controllo e sul rinforzo dei muscoli dell'anca nei soggetti con PFPS. In letteratura vi sono poche evidenze che supportino l'indicazione al rinforzo dei muscoli abduttori ed extrarotatori dell'anca. Il ruolo del clinico però resta quello di calibrare il carico dell'esercizio prediligendo un numero maggiore di ripetizioni (ad es. 3 serie da 20-30 ripetizioni) soprattutto in pazienti che fanno attività richiedenti maggiori prestazioni (come correre o saltare).

Un limite comune alla maggior parte degli studi analizzati in questa review è la mancanza di attenzione ai fattori neuromuscolari come l'entità e la differenza nei tempi di attivazione tra i muscoli dell'anca e del ginocchio. I risultati preliminari sembrerebbero suggerire un ritardo di attivazione del medio gluteo rispetto al quadricipite che potrebbe causare una disfunzione dell'anca.

Tuttavia, non esiste nessun dato che possa confermare l'efficacia dell'esercizio isolato sull'anca piuttosto che sul quadricipite.

Le conclusioni dell'autore hanno inoltre dimostrato che alcuni pazienti possono beneficiare di certi tipi di trattamento ma non tutti. Per questo motivo è fondamentale all'interno della PFPS individuare delle coorti di pazienti che beneficiano di un intervento selettivo e preciso ma non possiamo assolutamente affermare l'esistenza di un protocollo o linee guida specifiche per la PFPS.

La terza revisione sistematica di WISAM AL-HAKIM et al. pubblicata nel 2012 si occupa del dolore anteriore del ginocchio trattato non chirurgicamente (17).

La causa precisa della patologia è ancora poco conosciuta e i metodi di trattamento e classificazione esistono per guidare il terapeuta sul management di questa condizione. Molti trattamenti descritti come non chirurgici sono comunemente usati. Di questi il principale è la fisioterapia di cui diversi protocolli sono stati trattati e valutati.

La maggior parte della letteratura suggerirebbe un beneficio dal trattamento fisioterapico, sebbene manchi ancora un'evidenza precisa a causa dei limiti dovuti alla scarsità di dati di alta qualità. Non sembrano esistere protocolli specifici di gold standard che dimostrino risultati significativamente migliori rispetto ad altri. Spesso la fisioterapia è usata insieme ad ortesi, taping, plantari o ginocchiere.

La letteratura ci dà dati molto contrastanti sull'uso delle ortesi e non è ancora chiara la loro reale efficienza a lungo termine. Ci sono pochi dati che sostengono l'uso di altri trattamenti come antinfiammatori, iniezioni di glicosamminoglicani o ultrasuoni. In questa revisione vengono messi a confronto programmi di trattamento con esercizi di rinforzo del quadricipite in catena cinetica aperta o chiusa, isotonici o isometrici, stretching, esercizi isocinetici in catena cinetica aperta, esercizi eccentrici del quadricipite associati a taping e esercizi di core stability associati ad esercizi di rinforzo dei muscoli dell'anca. Alla fine anche in questa revisione non è stato possibile trovare un gold standard per il trattamento della PFPS perché tutti i trattamenti potevano dare beneficio al paziente ma nessuno con un livello di evidenza e generalizzabilità affidabile.

CONCLUSIONI

La PFPS come dimostra la definizione di “enigma ortopedico” o la “lombalgia dell’arto inferiore” è una patologia molto difficile da gestire e della quale ancora oggi le cause non sono del tutto chiare. In questa revisione ho preso in considerazione da una parte il possibile legame tra la PFPS e l’attivazione del VMO e successivamente gli studi più recenti sul suo trattamento.

Come dimostrato dagli studi è sempre più infondata la convinzione di poter risolvere i quadri di PFPS lavorando sul VMO perché è stato dimostrato che non può essere selettivamente attivato sia per motivi anatomici che per motivi di innervazione per cui è inutile insistere in questa direzione.

Per quanto riguarda il trattamento, dalle revisioni sistematiche più recenti è emerso come per la complessità della patologia e per il fatto che ancora oggi le cause non sono ancora note non sia presente in letteratura un gold standard affidabile e ripetibile per cui sono state proposte molte tipologie di trattamento che associano diversi interventi ma non è stato ancora elaborato un protocollo ideale per la patologia. Questo ci dimostra quanto sia importante continuare a fare ricerche e studi per riuscire, ancor prima di impostare il nostro trattamento, ad effettuare una corretta valutazione funzionale del nostro paziente per focalizzare le cause, le concause ed i meccanismi alla base del dolore femororotuleo. Una buona valutazione funzionale è infatti fondamentale per riuscire a rendere sempre più tempestivo, efficace e ripetibile per un numero sempre maggiore di pazienti il trattamento di questa patologia.

BIBLIOGRAFIA

1. 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.
2. Dye, S. F. (2001). *Patellofemoral pain current concepts: an overview*. Sports Medicine and Arthroscopy Review, 9(4), 264-272.
3. Waryasz, G. R., & McDermott, A. Y. (2008). *Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors*. Dynamic medicine, 7(1), 9.
4. Powers CM. *Rehabilitation of patellofemoral joint disorders: a critical review*. J Orthop Sports Phys Ther. 1998 Nov; 28(5):345-54.
5. Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG. 2003. *Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study*. J Orthop Sports Phys Ther. 2003 Nov;33(11):677-85.
6. Lieb, F. J., & Perry, J. (1968). *Quadriceps function an anatomical and mechanical study using amputated limbs*. The Journal of Bone & Joint Surgery, 50(8), 1535-1548.
7. Albertoni D.B.: *Biomeccanica dell'articolazione del ginocchio*. MRDM Universita' degli Studi di Genova, 2012.
8. Puddu G., Giombini A., Selvanetti A., Caruso I., Eds.: *RIABILITAZIONE NELLA PATOLOGIA DA SPORT*, CIC Edizioni Internazionali, Roma 2003.
9. Smith, T.O., Nichols, R., Harle, D., & Donell, S. T. (2009). *Do the vastus medialis obliquus and vastus medialis longus really exist? A systematic review*. Clinical Anatomy, 22(2), 183-199.
10. Smith T.O., 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. 2009 Feb;25(2):69-98.
11. Cerny, K. (1995). *Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome*. Physical therapy, 75(8), 672-683.

12. Chester R, Smith TO, Sweeting D, Dixon J, Wood S, Song F. *The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis*. BMC Musculoskelet Disord. 2008 May 1;9:64. doi: 10.1186/1471-2474-9-64.
13. Syme G, Rowe P, Martin D, Daly G. *Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening*. Man Ther. 2009 Jun;14(3):252-63.
14. Crossley K, Bennell K, Green S, McConnell J. *A systematic review of physical interventions for patellofemoral pain syndrome*. Clin J Sport Med. 2001 Apr;11(2):103-10. Review.
15. Souza RB, Powers CM. *Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain*. J Orthop Sports Phys Ther. 2009 Jan;39(1):12-9. doi: 10.2519/jospt.2009.2885.
16. Souza RB, Powers CM. *Predictors of hip internal rotation during running: an evaluation of hip strength and femoral structure in women with and without patellofemoral pain*. Am J Sports Med. 2009 Mar;37(3):579-87. doi: 10.1177/0363546508326711. Epub 2008 Dec 19.
17. Al-Hakim W, Jaiswal PK, Khan W, Johnstone D. *The non-operative treatment of anterior knee pain*. Open Orthop J. 2012;6:320-6. doi: 10.2174/1874325001206010320. Epub 2012 Jul 27.
18. I.A. Kapandji : *FISIOLOGIA ARTICOLARE. VOLUME II: ARTO INFERIORE*, Marrapese Editore – DEMI s.r.l. – Roma.