



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Università degli Studi di Genova**

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

### **Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici**

A.A. 2020/2021

Campus Universitario di Savona

# **Ruolo sindrome del corpo di Hoffa nel dolore anteriore di ginocchio**

Candidato:

Lorenzo Vita

Relatore:

Dott. FT, OMPT, PgDip

Davide Albertoni

## INDICE

Abstract.....	3
1 Introduzione.....	6
1.1: Anatomia e biomeccanica .....	6
1.2 Vascolarizzazione.....	8
1.3 Innervazione.....	8
1.4 Biochimica dell'IPFP.....	9
1.5Valutazione clinica. ....	10
2.Materiali e metodi.....	12
2.1 Costruzione del PCC della stringa di ricerca.....	12
2.2 Criteri di inclusione e di esclusione.....	13
3.Risultati.....	15
3.1Relazione sindrome corpo di Hoffa maltracking rotuleo.....	15
3.2 Bioimmagini sindrome del corpo di Hoffa.....	16
3.3 Trattamento chirurgico e case report.....	18
4.Discussione.....	28
5.Conclusioni.....	33
6.Key-points.....	34
7.Bibliografia.....	35

## **ABSTRACT**

**Obiettivo:** l'obiettivo di questa revisione è quello di valutare in modo critico le evidenze presenti sulla sindrome del corpo adiposo di Hoffa, valutandone in modo critico l'anatomia, la fisiologia ed il ruolo svolto all'interno dell'articolazione, per poter capire quale ruolo possa avere nella genesi del dolore anteriore di ginocchio.

**Introduzione:** Il dolore viene considerato come un'esperienza sensoriale che viene influenzata da fattori nocicettivi centrali e periferici, che vanno oltre il concetto di infiammazione.

Negli ultimi anni, il ruolo del cuscinetto adiposo infrapatellare (corpo di Hoffa) insieme a quello della membrana sinoviale è stato indagato in numerosi trials utilizzando preparati anatomici o modelli animali, descrivendo in linea teorica come questo possa avere un ruolo nella percezione di dolore al ginocchio.

Nel 1904, Albert Hoffa attribuì all'impingement del corpo adiposo infrapatellare una delle possibili cause di dolore al ginocchio definendo questa condizione clinica con il nome di "Hoffa syndrome". Tuttavia, ancora oggi c'è molta incertezza da parte dei clinici nel confermare questa condizione attraverso test ed esami diagnostici. In letteratura esiste un'ulteriore differenziazione: l'etichetta diagnostica di "Hoffa disease" è definita come una condizione clinica in cui il corpo di Hoffa va incontro ad infiammazione ed ipertrofia a causa del suo conflitto tra le superfici articolari femoro-patellari e femoro-tibiali, ma si differenzia "dall'Hoffa syndrome" poiché la prima condizione avviene in ginocchia sane, mentre la seconda avviene in concomitanza di altre alterazioni articolari. La diagnosi di impingement del cuscinetto adiposo infrapatellare è spesso considerata rara e la diagnosi si ottiene spesso per esclusione dopo aver tentato terapie conservative, tra le quali farmaci e fisioterapia. Dato questo quadro è indispensabile fare chiarezza su termini e criteri diagnostici di queste condizioni valutando il possibile ruolo delle bioimmagini nella diagnosi di queste patologie e valutando quali possono essere i possibili approcci terapeutici.

**Criteri di inclusione:** La seguente revisione ha avuto come obiettivo il tentativo di definire la sindrome del corpo di Hoffa cercando di identificare quali possano essere i criteri clinici per diagnosticarla, quale sia la presentazione clinica nei pazienti che ne soffrono e quali potrebbero essere le cause anatomiche e fisiologiche che sostengono questa condizione.

Sono così stati inclusi nella revisione tutti gli articoli relativi al trattamento, alla valutazione e prognosi del dolore anteriore di ginocchio causato da alterazioni, impingement e degenerazione del corpo adiposo di Hoffa, discutendo sul ruolo biomeccanico e biochimico che esso riveste nell'omeostasi del ginocchio.

**Materiali e metodi:** Il disegno di studio scelto per questa tesi è la scoping review condotta seguendo le linee guida “JBI methodology for scoping reviews” (<https://jbi.global/scoping-review-network/resources>).

La ricerca è stata condotta su PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane e PEDro, sono state utilizzate tutte le parole chiavi e gli index terms per formulare una stringa poi adattata a tutti i motori di ricerca. Sono stati inclusi solo studi in lingua inglese, non sono stati invece applicati criteri temporali di esclusione.

In seguito alla ricerca tutti gli articoli sono stati caricati su un software bibliografico nel quale sono stati analizzati ed eliminati i duplicati. Successivamente, il titolo e l'abstract sono stati visionati da due revisori in cieco per selezionare gli studi pertinenti.

È stata poi svolta un'ulteriore selezione valutando questa volta il full text ed eliminando tutti gli articoli in cui non ci fosse un chiaro riferimento al corpo di Hoffa come “pain generator”, a questo punto ogni articolo su cui ci fosse disaccordo è stato rivalutato tramite una discussione di entrambi i revisori.

**Risultati:** La ricerca svolta a Marzo 2022 ha portato all'identificazione di 1417 articoli e, dopo l'eliminazione dei duplicati, la lettura di titolo abstract e full text ed eliminati gli articoli non rilevanti, sono stati selezionati 10 articoli. Sono stati esclusi tutti gli articoli sugli animali o studi che prendessero in considerazione esclusivamente il secretoma del corpo di Hoffa, studi su pazienti con protesi di ginocchio, studi in cui veniva valutata terapia infiltrativa e studi che valutassero solo fattori infiammatori senza correlazione diretta con il dolore. Negli studi selezionati vi era un chiaro riferimento a quella che è la sindrome del corpo di Hoffa racchiudendo anche i termini spesso usati come sinonimi di impingement del corpo di Hoffa e Hoffa disease.

**Conclusioni:** Appare evidente come il corpo di Hoffa per anatomia e funzione biologica rivesta un ruolo chiave nella biomeccanica e nell'omeostasi tissutale del ginocchio.

Vista la ricca innervazione e la presenza di neurotrasmettitori implicati nella genesi del dolore risulta chiaro che esso possa essere correlato alla genesi del dolore anteriore di ginocchio. In letteratura non esiste un consenso sulla definizione di sindrome del corpo adiposo di Hoffa. Sono presenti pochissimi esempi di trattamento conservativo e di scarsa qualità metodologica. Dagli studi inclusi il trattamento chirurgico sembrerebbe essere efficace nel ridurre la sintomatologia dolorosa e nel consentire un ritorno alle attività pre-lesionali; tuttavia, la scarsa qualità metodologica degli studi non consente di poter giungere a conclusioni basate su un livello minimo di affidabilità.

## 1.INTRODUZIONE

Il corpo adiposo infrapatellare (IPFP), anche conosciuto come corpo adiposo di Hoffa, è un tessuto adiposo che occupa lo spazio tra il polo inferiore della rotula, il tendine patellare, il piatto tibiale e i condili femorali.

È considerata una struttura intracapsulare ma extrasinoviale, la cui forma, volume e dimensioni sono altamente variabili in relazione ad età sesso, storia di traumi e composizione corporea. <sup>1</sup>

Il ruolo esatto svolto da questo tessuto è ancora oggetto di dibattito. Sicuramente esso possiede un ruolo biomeccanico all'interno dell'articolazione compiendo degli aggiustamenti che, in caso di infiammazione, degenerazione fibrotica o aumento di volume ed area complessiva, potrebbero causare delle alterazioni e portare, in linea teorica, ad impingment, maltraking rotuleo e dolore.<sup>2</sup> Negli ultimi anni è stata data maggiore importanza, oltre che alla biomeccanica, anche alla biochimica del secretoma del corpo di Hoffa, inteso come l'insieme delle citochine e molecole con funzione biologica prodotte da questo tessuto, speculando su come questo complesso linguaggio possa svolgere un ruolo importante nel mantenimento dell'omeostasi all'interno del ginocchio e su come esso sia in grado di influenzare positivamente e negativamente alcune patologie come l'osteoartrosi. <sup>3</sup>

### 1.1 Anatomia e biomeccanica

Tradizionalmente si è sempre pensato che l'IPFP non avesse alcun ruolo ed occupasse semplicemente uno spazio vuoto all'interno dell'articolazione adattandosi alle deformazioni che subisce la cavità in cui è alloggiato.

Durante il movimento in realtà in alcuni studi è stato dimostrato come la sua resezione possa influenzare sia la dinamica rotulea che quella femoro-tibiale. In particolare da uno studio su cadavere è stata riscontrata una perdita di rotazione esterna tibiale in un range di movimento compreso tra i 63° di flessione e la completa estensione (differenza massima 3° di rotazione a 0° di flessione di ginocchio,  $P = .011$ ), unita ad una significativa traslazione mediale della patella tra 29° e 69° di flessione (range, 0.9-1.3 mm,  $P = .017-.028$ ).<sup>4</sup>

L'IPFP è costituito da tessuto adiposo bianco le cui unità funzionali sono i lobuli, i quali sono delimitati da uno strato sottile di tessuto connettivo. Da analisi istomorfometriche è stato rilevato come esso sia un tessuto disomogeneo costituito da lobuli più grandi superficialmente e da lobuli più piccoli in profondità. Attraverso un'analisi computazionale si è riusciti a speculare come questa conformazione in macro-camere più superficiali consenta a questo tessuto di subire deformazioni maggiori svolgendo la funzione di ammortizzatore e come le camere più piccole siano in grado di evitare deformazioni eccessive. <sup>5</sup> (fig.1)

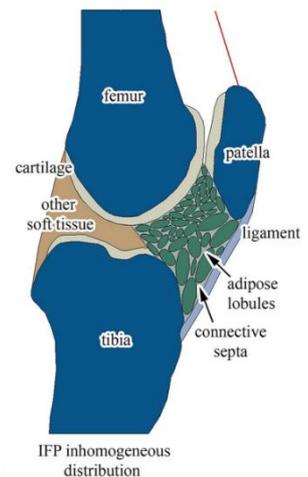


Figura 1

Valutando a livello macroscopico la morfologia da studi eseguiti su cadavere sappiamo che l'IPFP è soggetto a notevole variabilità anatomica, nella maggior parte dei casi esso risulta essere connesso tramite il legamento mucoso alla fossa intercondiloidea del femore, in contiguità del legamento crociato anteriore con il quale a volte risulta anche direttamente collegato.

Il punto di contatto con la tibia può essere sia diretto che indiretto tramite il legamento meniscotibiale. Frequente è inoltre la relazione con i corni anteriori di entrambi i menischi. In alcuni casi esso risultava aderente a quello che viene definito "anterior interval", ovvero lo spazio vuoto tra il tendine rotuleo anteriormente e il bordo anteriore della tibia e il legamento

trasverso intermeniscale posteriormente, la cui presenza è fondamentale per la corretta biomeccanica del ginocchio, questo spazio viene riempito dall'IPFP durante i movimenti vicini all'estensione completa del ginocchio.<sup>6</sup>

Anteriormente sono documentate relazioni con il tendine rotuleo ed il polo inferiore della patella.

L'IPFP è composto da una parte centrale e da due estensioni una laterale ed una mediale, quest'ultima a volte presenta un "tag superiore".<sup>1</sup>(fig.2)

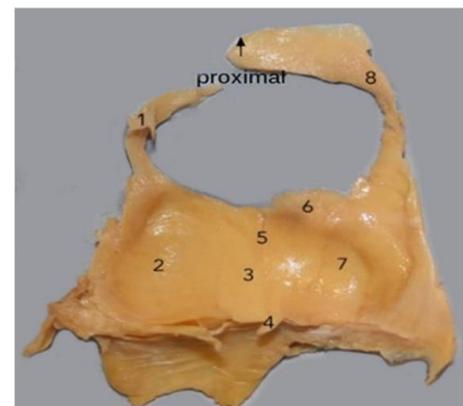


FIGURE 2 Posterior view of a left infrapatellar fat pad showing: (1) superior lateral extension; (2) lateral extension; (3) central body; (4) ligamentum mucosum; (5) vertical cleft; (6) superior tag; (7) medial extension; (8) superior medial extension

Figura 2

In alcuni casi sono presenti delle estensioni superiori che possono entrare in contatto con i retinacoli mediale e laterale ed in pochi casi l'estensione mediale di lunghezza maggiore della laterale può prendere contatto con il polo superiore della rotula fino a circondarla completamente.<sup>6</sup>

Il cuscinetto adiposo risulta inoltre percorso da due fessure una verticale nella porzione superiore ed una orizzontale nella porzione postero inferiore. <sup>1</sup>

Tramite uno studio fatto in soggetti senza storia di traumi alle ginocchia usando un modello tridimensionale in cui i dati dell'IPFP venivano raccolti tramite risonanza magnetica a 0° e 30° di flessione è stato possibile notare come questo durante movimenti di estensione trasli antero-inferiormente, inoltre sono state notate significative correlazioni tra i movimenti dell'IPFP e quelli svolti dalla patella, dal tendine patellare e dalla tibia.<sup>7</sup>

## 1.2 Vascolarizzazione

La vascolarizzazione dell'IPFP è garantita dall'anastomosi di diversi vasi in particolare le arterie genicolate supero-mediale e supero-laterale le quali prima irrorano la patella poi si dirigono in basso attraversando verticalmente l'IPFP, queste due arterie risultano in collegamento tramite due o tre branche anastomotiche.<sup>8</sup>

È stata inoltre documentata la presenza di vascolarizzazione condivisa con altri tessuti all'interno del ginocchio, come le porzioni anteriori dei menischi, la porzione inferiore del periostio tibiale e la porzione mediale del tendine patellare.<sup>8</sup>

La zona centrale dell'IPFP invece risulta essere scarsamente vascolarizzata e spesso utilizzata come un punto di accesso chirurgico sicuro per limitare danni e sanguinamento.

Inferiormente avvengono delle anastomosi con l'arteria mediale inferiore del ginocchio e con l'arteria ricorrente della tibia .<sup>1</sup> (fig. 3 )

## 1.3 Innervazione

L'innervazione predominante del IPFP è fornita da una branca articolare posteriore del nervo tibiale. Da diversi studi si evince come diverse porzioni dell'IPFP siano innervate da brache di altri nervi, in particolare è stato riportato come la porzione antero-mediale riceva una parziale innervazione dal vasto mediale, la porzione antero-laterale riceva parziale innervazione dal nervo vasto laterale e da una branca del safeno.<sup>9 10</sup> La branca ricorrente del peroneo, l'otturatore ed il peroneo comune possono inoltre fornire ulteriore

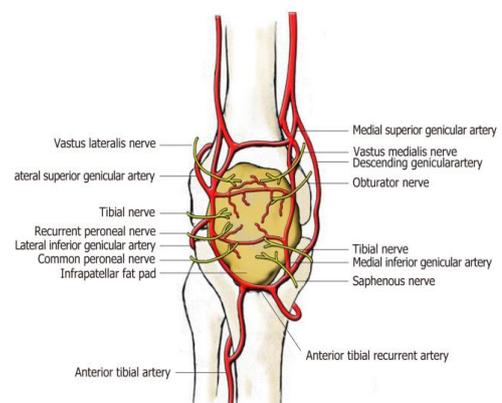


Figure 1 Blood and nerve supply of the infrapatellar fat pad (view from the front).

Figura 3

innervazione. <sup>11</sup> (fig.3) Di questa ricca innervazione ancora si sa poco, da studi di immunoistochimica sono state visualizzate delle terminazioni libere di tipo VIa e terminazioni circondate da capsula di tessuto connettivo multilaminare facendo pensare come queste possano avere un ruolo nella trasmissione della sensibilità termica, pressoria e dolorifica. <sup>1</sup>

Dye et al., hanno descritto la percezione neurosensoriale cosciente del dolore delle strutture all'interno del ginocchio durante artroscopia eseguita senza anestesia riscontrando che l'IPFP può determinare un dolore intenso e localizzato. <sup>12</sup>

Da studi precedenti si è visto come la sostanza-P sia implicata nella genesi del dolore e nell'induzione di risposte pro-infiammatorie, questo neurotrasmettitore è stato trovato in abbondanza nel cuscinetto adiposo confermando come l'IPFP possa avere un ruolo nella percezione del dolore. <sup>13 14</sup>

#### 1.4 Biochimica del corpo adiposo infrapatellare

La degenerazione cartilaginea tipica dell'osteoartrosi come ormai si è visto in numerosi studi è associata ad un ambiente pro-infiammatorio capace di modificare l'omeostasi tra la matrice cartilaginea e l'osso subcondrale. Mentre i cambiamenti che avvengono nei tessuti sinoviali sono stati ampiamente descritti, il ruolo dell'IPFP nell'infiammazione articolare è qualcosa che sta emergendo lentamente. <sup>15</sup>

Cellule immunitarie come linfociti, monociti, e granulociti migrano dai vasi sanguigni ed interagiscono con le cellule presenti originariamente in esso, come macrofagi, adipociti e fibrociti. Queste interazioni cellulari portano a cambiamenti caratteristici nelle proprietà secretorie dell'IPFP sviluppando così un profilo pro-infiammatorio composto da molecole quali TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , interferone  $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ) ed adipochine le quali sono in grado di favorire la cascata infiammatoria che porta poi alla degenerazione articolare. <sup>16</sup>

In risposta a queste citochine prodotte dall'IPFP i condrociti a sua volta aumentano la produzione di molecole pro-infiammatorie e citochine cataboliche come le metalloproteasi della matrice [MMPs], disintegrine e metalloproteasi con motivo trombospondina [ADAMTS] prostaglandine E2 [PGE2], e ossido nitrico [NO] le quali promuovono danni articolari ed inducono la produzione di ulteriori mediatori che attenuano la produzione di proteoglicani e incrementano il tasso di apoptosi dei condrociti. <sup>17</sup>

Comprendendo questa complessa relazione capiamo come un iniziale trigger biomeccanico, come traumi ripetuti e micro-

sanguinamenti possano autoalimentare una cascata infiammatoria che agisce sinergicamente con altri tessuti per favorire il danneggiamento articolare ed impedire i meccanismi di riparazione.<sup>18</sup> L'IPFP rappresenta anche una fonte di cellule staminali che svolgono un ruolo "antinfiammatorio"; Queste cellule possono essere attivate verso un fenotipo immunosoppressore quando condizionate da un ambiente pro-infiammatorio, tra cui anche l'aumento di vascolarizzazione. Le cellule staminali di origine mesenchimale dell'IPFP posseggono inoltre capacità di differenziazione in condrociti maggiore delle cellule isolate dal grasso o dal midollo osseo.<sup>19</sup> Le vescicole extracellulari isolate da queste cellule (esosomi) è stato riportato siano in grado di promuovere la rigenerazione cartilaginea, di mantenere l'omeostasi dei condrociti e ritardare la progressione dell'osteoartrite in studi in vitro ed in vivo.<sup>20 3</sup>(fig. 4)

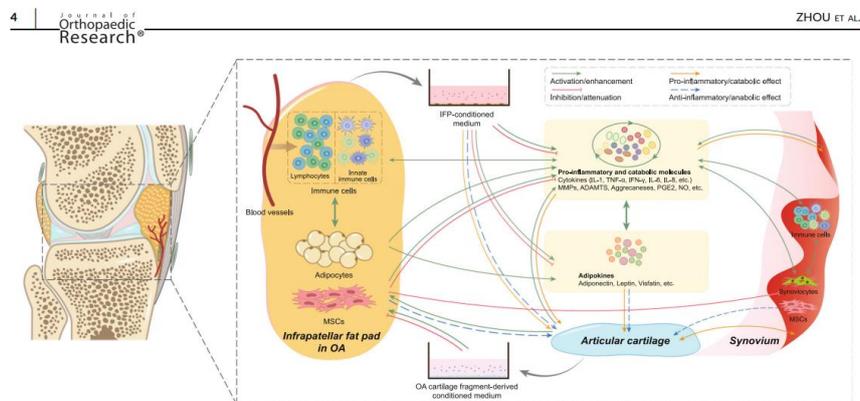


FIGURE 2 Schematic overview of the interactions between the infrapatellar fat pad (IFP), cartilage and synovium during the development and progression of knee osteoarthritis (OA). Interactions are illustrated by green (activation/enhancement), red (inhibition/attenuation), orange (proinflammatory/catabolic effect), and blue (anti-inflammatory/anabolic effect) arrows. Immune cell populations, pro- and anti-inflammatory cytokines, adipokines, and mesenchymal stromal cells (MSCs) from the IFP, along with proinflammatory molecules secreted by osteoarthritic cartilage and inflamed synovium, lead to the enhancement or attenuation of destructive signaling cascades. The bidirectional activatory and inhibitory interplay of molecules derived from conditioned media from the IFP and cartilage are shown in the center. ADAMTS, a disintegrin and metalloproteinase with thrombospondin motifs; IL, interleukin; IFN, interferon; MMP, matrix metalloproteinase; NO, nitric oxide; PGE2, prostaglandin E2; TNF, tumor necrosis factor. [Color figure can be viewed at [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)]

Figura 5

## 1.5 Valutazione clinica

Nel 1904, Albert Hoffa attribuì all'impingement del corpo adiposo infrapatellare una delle possibili cause di dolore al ginocchio; tuttavia, ancora oggi c'è molta incertezza da parte dei clinici nel confermare questa condizione attraverso test ed esami diagnostici.

Le diagnosi di impingement dell'IPFP sono spesso considerate rare o diagnosi raggiunte per esclusione, mentre sono presenti pochi dati epidemiologici sulla popolazione generale di persone che soffrono di dolore al ginocchio.

Kumar et al., hanno presentato uno studio in cui una popolazione di 2623 pazienti che dovevano svolgere un intervento di artroscopia in 34 casi (1.3%) presentavano una lesione isolata al corpo di Hoffa e in 178 (6.8%) la lesione era presente insieme ad altre patologie articolari.<sup>21</sup>

Ogilvie-Harris and Giddens riportano invece un'incidenza dell'1% nei pazienti con età maggiore di 10 anni in una popolazione di 1200 pazienti che dovevano sottoporsi ad intervento chirurgico.<sup>22</sup>

In uno studio svolto su una popolazione di 53 ciclisti professionisti in un arco di tempo di 14 mesi si è visto che l'impingement dell'IPFP rappresenta il 5.7% delle presentazioni cliniche di dolore anteriore al ginocchio di origine non traumatica.<sup>23</sup>

Alcuni autori hanno tentato di produrre delle linee guida cliniche per consentire l'inquadramento clinico di questi pazienti, viene così riscontrato come il dolore sia localizzato tipicamente anteriormente più precisamente nella regione retropatellare ed infrapatellare, può essere associato con crepitii e click patello-femorali, e tipicamente il dolore peggiora nel salire e scendere le scale.

L'esame obiettivo risulta essere fondamentale per saper riscontrare precisamente il punto di massimo dolore, alla palpazione l'IPFP potrebbe apparire più voluminoso e di consistenza più compatta e meno deformabile rispetto il controlaterale.

La compressione dell'articolazione patello-femorale potrebbe causare dolore, in letteratura viene descritto un test chiamato appunto test di Hoffa eseguito a paziente disteso con le anche e le ginocchia flesse a 90 gradi, una pressione viene applicata nelle porzioni laterali e mediali dell'interlinea articolare, mantenendo costante la pressione si effettua un'estensione passiva di ginocchio. Il test viene considerato positivo se doloroso negli ultimi 10 gradi di estensione di ginocchio.<sup>24</sup>(fig.5)



Figura 5

Il ruolo delle bioimmagini rimane controverso, alcuni autori raccomandano l'uso della risonanza magnetica per la capacità di visualizzazione dei tessuti molli e dei segni indiretti dell'impingement.<sup>25, 26</sup>

L'iniezione di anestetici locali e steroidei in caso di impingement del corpo di Hoffa, dovrebbero far sparire completamente i sintomi e restaurare il movimento, questa metodica viene citata da alcuni autori come gold standard diagnostico insieme alla visualizzazione artroscopica anche se non ci sono studi in grado di verificarne specificità e sensibilità.<sup>21</sup>

## 2.MATERIALI E METODI

### 2.1 Costruzione del PCC della stringa di ricerca

Il PCC formulato per impostare la ricerca degli articoli è stato il seguente:

P: Pazienti affetti da dolore anteriore di ginocchio

C: Valutazione possibile correlazione corpo di Hoffa

C: Il contesto non è stato determinato

Il quesito clinico costruito è il seguente:

Valutare quali correlazioni sono state fatte in letteratura tra corpo di Hoffa e dolore in modo tale da essere in grado di capire meglio quale possa essere il suo ruolo biomeccanico, la sua importanza nel mantenimento dell'omeostasi all'interno del ginocchio ed il valore prognostico delle bioimmagini.

La stringa di ricerca che ne è derivata è la seguente:

#### STRINGA COMPLETA

```
((("knee"[MeSH Terms]) OR ("knee joint"[MeSH Terms]) OR ("knee"[Text Word])) AND ("pain"[MeSH Terms]) OR ("pain"[Text Word]) OR ("inflammation"[MeSH Terms]) OR ("inflammation"[Text Word]) OR ("pain mediator"[Text Word])) AND ("fat pad"[Text Word] OR "Infrapatellar Fat Pad"[Text Word] OR "Hoffa fat pad"[Text Word] OR "Hoffa"[Text Word])) NOT("Neoplasms"[Mesh] or "tumor"[Text Word] or "neoplasm"[Text Word] )
```

La ricerca è stata effettuata a Marzo 2022 su PubMed, la stringa di ricerca è stata poi adattata ad altri motori di ricerca quali Scopus, Web of science, PEDro e Cochrane.

Gli studi sono stati caricati su un software bibliografico che ha permesso di eliminare i duplicati e l'esclusione di tutti gli studi non in lingua inglese. La selezione degli articoli è stata poi effettuata da due autori in cieco, che si sono confrontati al termine del lavoro in caso di differenze sugli studi inclusi.

## 2.2 Criteri di Inclusione

Gli studi sono stati selezionati in base ai seguenti criteri: studi primari in lingua inglese o italiana, studi condotti su umani, studi che facessero riferimento alla sindrome del corpo di Hoffa intesa come impingement del corpo adiposo in maniera isolata o associata ad altre patologie articolari.

Criteri di inclusione	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studi in lingua inglese ed italiana</li><li>• Studi su umani</li><li>• Studi Hoffa Syndrome (impingement corpo di Hoffa come condizione singola o associata ad altre patologie articolari)</li></ul>
Criteri di esclusione	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studi su animali</li><li>• Studi su efficacia infiltrazioni</li><li>• Studi su pazienti protesizzati</li><li>• Studi che riguardassero in maniera esclusiva il secretoma corpo di Hoffa senza alcun riferimento al dolore</li><li>• Studi che riguardassero il ruolo del corpo adiposo di Hoffa in relazione ad altre patologie quali artriti, sinoviti, osteoartrosi, neoplasie.</li><li>• Studi su efficacia trattamenti infiltrativi</li></ul>

Attraverso la stringa di ricerca sono stati individuati 1417 articoli, tramite l'eliminazione dei duplicati, si è arrivati ad avere 1074 studi dai quali sono stati eliminati quelli svolti su animali e studi di cui non era possibile ottenere abstract e full text giungendo a 846, questi studi sono stati sottoposti ad uno screening in cieco con un altro relatore che ha portato all'esclusione di 771 articoli, sono stati così valutati tramite full text 75 articoli, alla fine della selezione è stata eliminata la modalità in cieco ed ogni articolo su cui ci fosse disaccordo è stato rivalutato tramite una discussione di entrambi i revisori portando alla selezione finale di 10 articoli.(fig. 6)

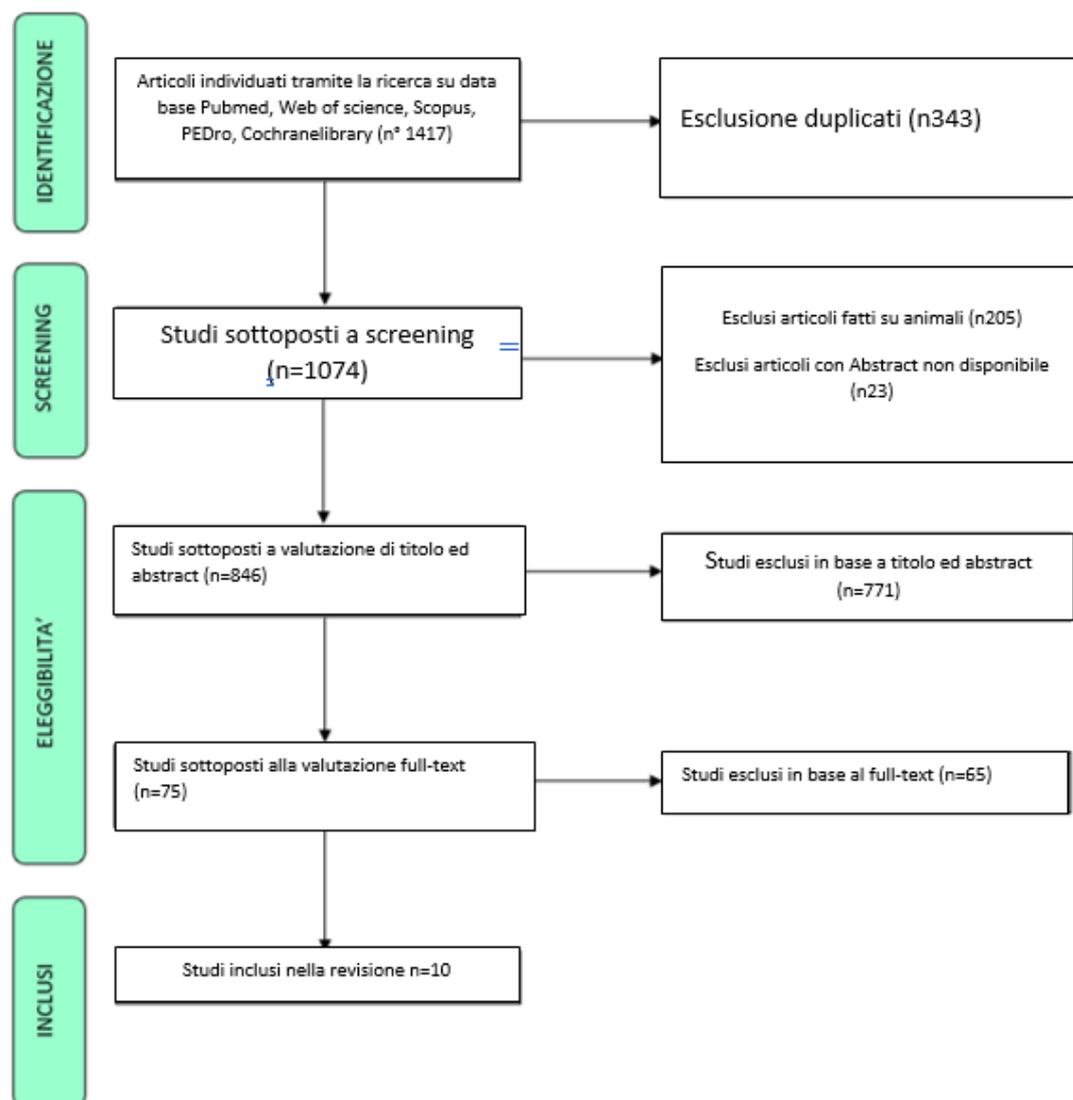


Figura 6

### 3.RISULTATI

La selezione finale ha quindi portato all'identificazione di 10 studi: 3 studi retrospettivi, 1 case report e 6 case series.

Gli studi sono stati suddivisi, secondo la proposta del nostro studio, in base a tre criteri principali:

1. Studi che mettono in relazione il maltracking rotuleo e la sindrome del corpo adiposo di Hoffa
2. Studi che analizzano l'utilizzo delle bioimmagini nella valutazione della sindrome del corpo adiposo di Hoffa
3. Studi che analizzano case series e case report su valutazione e trattamento sindrome del corpo adiposo di Hoffa

#### 3.1 Relazione sindrome corpo di Hoffa maltracking rotuleo

**Taeho K. et al.**, in questo studio retrospettivo hanno valutato l'angolo patella-tendine patellare (PPTA), misurato tramite risonanza magnetica in 86 pazienti con sindrome della plica mediale (MPP), in 44 con condromalacia patellare e in 26 con sindrome del corpo di Hoffa che insieme compongono un gruppo di 156 pazienti e rappresentano alcune tra le cause più comuni di dolore anteriore al ginocchio, confrontando poi i risultati con un gruppo di controllo di persone senza alcuna diagnosi di patologia al ginocchio. Dai risultati non vi erano differenze statisticamente significative tra i gruppi in età, sesso, lato sintomatico e tempo percorso tra MRI e valutazione artroscopica. L'analisi dei risultati ha evidenziato che nel gruppo di studio il PPTA era significativamente più basso rispetto al gruppo di controllo ( $138.1 \pm 4.2^\circ$  vs.  $142.1 \pm 4.3^\circ$ ,  $p < 0.001$ ), l'analisi della curva ROC ha rilevato che un valore di PPTA minore di  $138.3^\circ$  rappresenta un potenziale cut-off per il rischio di sviluppare disordini dell'articolazione patello-femorale con una sensibilità del 70.3% ed una specificità del 57.6% (AUC 0.696, 95% CI 0.635–0.746,  $p < 0.001$ ). Il PPTA all'interno del gruppo di studio non era omogeneo ma vi erano delle differenze (MPP syndrome:  $138.1 \pm 4.3^\circ$  vs. condromalacia patellare:  $138.4 \pm 4.2^\circ$  vs. IPFP syndrome:  $137.6 \pm 4.3^\circ$ ,  $p = 0.406$ ) evidenziando come i pazienti con sindrome del corpo di Hoffa avessero valori minori. La misurazione del PPTA potrebbe così rappresentare una misurazione facile da ottenere ed in grado di predire disturbi femoro-rotulei.<sup>27</sup>

**Young Mo Kim et al.**, nel loro studio hanno selezionato due popolazioni: pazienti con sindrome del corpo di Hoffa (isolated IPFP syndrome;  $n=44$ ) e pazienti con sindrome della plica mediale (isolated

MPP syndrome; n=39) patologie confermate successivamente tramite artroscopia e gestite tramite intervento chirurgico.

L'obiettivo dello studio era valutare l'angolo patella-tendine patellare (PPTA) rispetto un gruppo di controllo di 78 pazienti che non presentavano dolore alla valutazione clinica e composto da tre popolazioni (n=51 sinovite aspecifica, n=10 lesione comparto mediale, n=17 lesioni meniscali). Dallo studio è emerso che i pazienti con sindrome del corpo di Hoffa avevano un PPTA significativamente più piccolo rispetto al gruppo di controllo ( $137.3^\circ \pm 4.9^\circ$  vs  $141.4^\circ \pm 2.9^\circ$ ) inoltre, l'area di sezione trasversale dell'IPFP era considerevolmente maggiore ma non in maniera statisticamente significativa ( $p=0.182$ ). Vengono inoltre valutati gli outcome dei pazienti sottoposti a chirurgia mostrando un miglioramento statisticamente significativo in ogni outcomes all'ultimo follow-up (VAS isolated IPFP syndrome : preoperative  $6.2 \pm 0.5$  , 2 years after surgery  $3.1 \pm 0.4$  ,p-value 0.02).<sup>28</sup>

### 3.2 Correlazione Bioimmagini sindrome corpo adiposo di Hoffa

**Vasilev et al.**, hanno condotto uno studio su una popolazione di 37 pazienti con diagnosi di "Hoffa disease", composta da 18 donne e 19 uomini (età media  $47.27 \pm 3$ ) senza gruppo di controllo ed hanno cercato di valutare quali erano le alterazioni riscontrate più frequentemente. La diagnosi è stata effettuata tramite esame clinico durante il quale veniva riscontrata la positività al test di Hoffa. I segni più caratteristici della sindrome del corpo di Hoffa riscontrati nello studio sono: l'ipertrofia ed i cambiamenti strutturali del cuscinetto adiposo riscontrati rispettivamente nel 62% e 84% dei casi. Segni di borsite infrapatellare ed un aumento del liquido sinoviale intrarticolare sono presenti in quasi tutti i casi. L'analisi, effettuata tramite ecografia, permetteva inoltre in alcuni casi di visualizzare l'impingement e riscontrare segni di blocco articolare.

Vengono poi presentati due case report di due pazienti che hanno subito resezione artroscopica del corpo di Hoffa durante la quale sono stati confermati i sintomi dei pazienti visualizzati tramite ecografia. L'intervento chirurgico è risultato efficace nel produrre una remissione completa della sintomatologia dolorosa e consentire il ritorno al carico dell'arto operato.<sup>29</sup>

**De Smet et al.**, hanno condotto uno studio su due popolazioni :34 pazienti selezionati consecutivamente con valutazione di edema a livello del corpo di Hoffa e nessun trauma nell'anno precedente rispetto un gruppo di controllo di 47 pazienti che avevano effettuato una risonanza magnetica e non avevano subito nessun trauma nell'anno precedente selezionati

consecutivamente. I referti dei pazienti venivano revisionati da due clinici sportivi andando a ricercare la presenza di segni e sintomi che fossero indicatori di impingement, quali dolenzia alla palpazione, test di Hoffa positivo, difficoltà ad iperestendere il ginocchio e dolore durante azioni quali squat e la salita delle scale, raggiungendo così un consenso sulla presenza o meno del conflitto. Tramite la rivalutazione delle bioimmagini è stato possibile valutare, quantificare e localizzare la presenza dell'edema.

Dai risultati si evince che solo 7 dei 34 pazienti con edema all'interno dell'IPFP avevano segni clinici di impingement, ma non è stata riscontrata nessuna associazione statisticamente significativa tra la localizzazione dell'edema e l'impingement. I pazienti con impingement possedevano un maggior numero di regioni edematose ( $p = 0.005, 0.026$ ).

Nel secondo gruppo invece troviamo come solo due pazienti avevano segni clinici di impingement associato alla presenza di edema, gli altri 38 nonostante non vi fossero segni clinici di conflitto presentavano edema all'interno dell'IPFP dimostrando come l'edema sia associato ad impingement del corpo di Hoffa ma come esso sia presente anche in pazienti asintomatici.<sup>30</sup>

Nello studio svolto da **Von Engelhard et al.**, hanno cercato di capire quali fossero le lesioni più facilmente riscontrabili in risonanza magnetica. Le biomimmagini prodotte dalla risonanza magnetica su una popolazione di 62 pazienti con impingement sintomatico del corpo di Hoffa e comparate con una corte di 255 pazienti asintomatici. I risultati vengono valutati da due esaminatori in cieco. Dai risultati è possibile vedere come la presenza di lesione isolata del cuscinetto adiposo era presente in soli 2 pazienti, mentre gli altri 60 mostravano altre lesioni concomitanti.

Dalla risonanza sono state calcolate le dimensioni del corpo di Hoffa in relazione alle cartilagini di accrescimento dei condili mediale e laterale.

All'interno del gruppo con impingement la distanza media dalle cartilagini di accrescimento mediali era di 5 mm per il primo osservatore e di 6 mm per il secondo osservatore (range da 5 a 20 mm e da 5 a 15 mm, rispettivamente). Invece la distanza media dalle cartilagini di accrescimento laterali era di 11 mm per entrambi gli osservatori (range compreso tra 0 e 24 mm e tra 0 e 20 mm rispettivamente).

Nel gruppo senza impingement le distanze erano 9 mm per le cartilagini di accrescimento mediali per entrambi gli osservatori (range da 3 a 27 mm e da 4 a 24 mm, rispettivamente) e nella direzione laterale di 14 mm per entrambi gli osservatori (range da 2 a 30 mm e da 3 a 27mm). Il test ha rilevato da questi dati che queste differenze erano statisticamente significative sia nella

porzione mediale che laterale dimostrando come il corpo di Hoffa nel gruppo di studio fosse di dimensioni maggiori ( $p < 0.05$ ).

La presenza di una borsa piena di liquido era statisticamente più presente nel gruppo con impingement (60% 37 dei 62 e 66% 41 dei 62 VS 43% 19 dei 255 e 45% 116 dei 255) analisi valutata tramite il test  $\chi^2$  ( $P = 0.016$  and  $P = 0.004$ , rispettivamente).

La presenza di edema nella porzione superiore e posteriore del cuscinetto adiposo era presente in maniera statisticamente significativa nel gruppo con impingement (edema presente nella regione posteriore 31%, 19 su 62 e 34%, 21 su 62 VS 11%, 27 su 255 e 9%, 24 su 255 con  $\chi^2$  test  $P < 0.001$  ed edema regione superiore 31% ,19 su 62 e 34%, 21 su 62 VS 11%, 27 su 255 e 9%, 24 su 255 con  $\chi^2$  test  $P < 0.001$  e  $P = 0.004$ ).

La fessura verticale ed orizzontale era invece più facilmente identificabile nei pazienti senza impingement (fessura verticale trovata nel 44%, 27 su 62 e 48%, 30 su 62 vs 70%, 179 su 255 e 65%, 166 su 255,  $\chi^2$  test  $P < 0.001$  e  $P = 0.015$ , fessura orizzontale 48%, 30 su 62 per entrambi gli osservatori VS 74%, 188 su 255 e 68% 173 su 255,  $\chi^2$  test  $P < 0.001$  e  $P = 0.004$ ). Cambiamenti fibrotici o calcificazioni erano notati raramente in pazienti senza impingement ed associate a pazienti che avevano subito precedenti interventi. Cambiamenti fibrotici all'interno del gruppo con impingement erano documentati con una frequenza del 18% (11 su 55) e 24% (15 su 55), in questo gruppo la fibrosi non era associata a precedenti interventi. L'associazione tra la presenza di fibrosi e calcificazioni nel gruppo con impingement era statisticamente significativa ( $P < 0.001$  e  $P = 0.006$ ).

Tranne che per un punteggio kappa moderato per il rilevamento di calcificazioni e della fessura verticale i valori kappa per ciascun ritrovamento hanno mostrato una buona concordanza tra gli osservatori. I risultati della regressione logistica hanno rivelato che l'edema del cuscinetto adiposo di Hoffa era uno dei criteri diagnostici più importanti per la diagnosi di impingement.<sup>25</sup>

### 3.3 Trattamento

**Tina j et al.**, hanno presentato un case report di una ballerina a livello universitario con dolore anteriore al ginocchio attribuito ad impingement del corpo di Hoffa. La diagnosi è stata effettuata tramite esame clinico che ha rilevato dolenzia alla pressione nell'aspetto inferiore della rotula specialmente in completa estensione, dolore durante glide laterale della patella, test instabilità negativi. Le bioimmagini hanno rilevato la presenza di edema nella regione supero-laterale del corpo di Hoffa ed assenza di lesioni cartilaginee. Secondo l'autore, le ballerine vista la

predisposizione che hanno all'iper mobilità e la necessità di mantenere posizioni in cui il ginocchio è forzato in rotazione esterna ed iperestensione, posizioni che, unite ad uno scarso controllo motorio del ginocchio ed una debolezza degli stabilizzatori della muscolatura dell'anca, potrebbero predisporre ad impingement dell'IPFP.

Da queste considerazioni l'autore formula un programma conservativo basato sul rinforzo del medio e grande gluteo, tecniche di terapia manuale MET (muscle energy techniques), esercizi di controllo motorio e stabilizzazione della pelvi cercando di correggere pattern di movimento anomali (eccessivo reclutamento ischiocrurali).

Gli esercizi hanno consentito all'atleta un ritorno graduale allo sport e la remissione completa del dolore e ritorno all'attività completa dopo 6 mesi.<sup>31</sup>

**Young-Mo Kim et al.**, hanno realizzato uno studio su un campione di 62 pazienti con impingement dell'IPFP e con necessità di sottoporsi ad intervento chirurgico. La diagnosi di impingement veniva effettuata tramite esame clinico che comprendeva dolore trafittivo a livello della regione infrapatellare, ed almeno due tra tre dei seguenti segni: 1) test di Hoffa positivo, 2) sospetto di impingement visualizzabile tramite risonanza magnetica in assenza di altre lesioni concomitanti, 3) risoluzione completa dei sintomi a seguito di iniezione di lidocaina. L'intervento chirurgico veniva preso in considerazione se 3 mesi di intervento conservativo non erano efficaci. Dei 62 pazienti 5 sono stati persi al follow-up e due si sono sottoposti a nuovo intervento chirurgico per altre cause, sono così rimasti 55 pazienti che sono stati divisi in due gruppi: 29 trattati tramite resezione parziale e 26 con resezione subtotale.

La valutazione clinica è stata effettuata tramite VAS, International Knee Documentation Committee (IKDC) 2000, subjective knee score e con il Lysholm knee score. I risultati preoperatori di VAS, IKDC 2000 e del Lysholm score del primo gruppo erano  $5.6 \pm 0.61$ ,  $47.5 \pm 7.41$  e  $42.5 \pm 7.17$  e nel secondo gruppo  $5.7 \pm 0.43$ ,  $47.7 \pm 9.09$ , e  $45.2 \pm 4.18$ , nessuna differenza statisticamente significativa è presente tra i due gruppi. Durante l'ultimo follow-up entrambi i gruppi mostrano miglioramenti statisticamente significativi (VAS, IKDC2000, Lysholm score primo gruppo  $1.4 \pm 0.63$ ,  $70.9 \pm 6.15$  e  $82.2 \pm 7.61$  e VAS IKDC2000, Lysholm score secondo gruppo  $1.8 \pm 0.77$ ,  $71.9 \pm 9.33$  e  $82.3 \pm 6.01$  con  $p \leq 0.001$ )

Nessuna differenza statisticamente significativa in nessun outcome è riscontrabile all'ultimo follow up evidenziando come la resezione parziale sia efficace come la resezione subtotale nella remissione dei sintomi.<sup>26</sup>

**A. Larbi et al.**, hanno presentato un case series basato su 5 pazienti inquadrati nel termine di "Hoffa disease", di questi 2 si trovano nella fase iniziale della patologia e 3 hanno raggiunto la fase cronica. La diagnosi viene raggiunta tramite esame clinico che comprende palpazione, test di Hoffa e bioimmagini in grado di individuare la presenza di edema o la formazione di calcificazioni, alterazione riscontrata in un paziente.

Tutti i pazienti sono sottoposti a terapia farmacologica e trattamento conservativo fisioterapico, solo un paziente è stato sottoposto ad intervento chirurgico per rimozione di una calcificazione formatasi all'interno del corpo adiposo. Secondo l'autore i traumi ripetuti dell'IPFP sarebbero in grado di provocare infiammazione, necrosi e fibrosi del tessuto, causando deposizione di fibrina ed emosiderina, infiltrazione di macrofagi ed iniziale sostituzione degli adipociti con fibrociti, determinando così la formazione di fibrocartilagine o l'ossificazione secondaria nelle fasi finali.<sup>32</sup>

**Kumar et al** hanno svolto uno studio retrospettivo di coorte per raccogliere dati che consentissero di valutare gli outcome funzionali di 34 pazienti con impingement dell'IPFP trattati chirurgicamente tramite resezione artroscopica. Il termine impingement viene usato dall'autore come sinonimo di "Hoffa disease", definendo quadri in cui è presente impingement del corpo di Hoffa senza nessun'altra patologia articolare concomitante, questa condizione viene confermata attraverso valutazione artroscopica avvenuta durante l'intervento chirurgico. I pazienti sono stati valutati attraverso il Lysholm knee score e la Tegner activity level scales prima dell'intervento, a tre mesi dall'intervento, ad un anno dall'intervento e alla conclusione dello studio. L'età media dei pazienti è di 38 anni (va 19 a 62 anni), la durata media dei sintomi 10 mesi (va da 1 a 22 mesi), 12 pazienti avevano subito un precedente intervento in un altro centro. La media del miglioramento usando il Lysholm score era di 44.76, 55.58 e 53.97 rispettivamente a 3 mesi, ad 1 anno e durante l'ultimo follow up. Sulla base della Tegner activity level scale tutti tranne 4 pazienti sono tornati al livello di attività pre-lesionale.

Una correlazione statisticamente significativa è stata riscontrata tra la durata dei sintomi ed i miglioramenti nel Lysholm score dopo chirurgia. (Pearson r 0.58).

Sono inoltre state identificate tre tipologie di presentazione clinica. Il tipo 1 rappresenta pazienti con lesione acuta che presentano estensioni villose del cuscinetto adiposo al di sopra dei corni anteriori dei menischi ed evidenza di emorragia. Questo tipo di lesione è stata riscontrata in dieci pazienti con un'insorgenza entro i 4 mesi. Il tipo 2 rappresenta pazienti con lesioni senza fibrosi: il

cuscinetto adiposo si presentava piumoso ma con poche contusioni, ma in tutti i 14 pazienti che presentavano questo tipo di condizione era presente una piccola indentazione della cartilagine ialina del condilo femorale nella posizione corrispondente all'impingement in massima estensione. Il tipo 3, ritrovato in 10 pazienti, rappresentava pazienti con lesioni croniche con fibrosi. Il cuscinetto adiposo appariva meno mobile ed a volte erano presenti segni di calcificazione o di formazioni fibrocartilaginee. La lesione sul condilo femorale appariva più ampia rispetto al tipo 2. Quando il ginocchio veniva portato in estensione, il cuscinetto adiposo andava a sfregare l'area di lesione (kissing the lesion) sul condilo femorale. Dopo l'intervento, pazienti con lesioni di tipo 1 avevano un ritorno più rapido al livello di attività pre-lesionale secondo la Tegner scale rispetto il tipo 2 e 3 (P 0.05 e 0.03 rispettivamente).<sup>21</sup>

Nello studio di **Ogilvie-Harri** vengono presentati 12 pazienti di età media 29 anni (range da 25-50) con impingement del corpo di Hoffa, condizione definita come "hoffa disease". Questo gruppo di pazienti è trattato chirurgicamente con la resezione del corpo di Hoffa. I criteri diagnostici che questo autore utilizza per la diagnosi sono clinici, come la localizzazione del dolore, palpazione dolorosa e test di Hoffa positivo. Viene sottolineata la necessità di distinguere questa patologia da altre patologie infiammatorie come sinoviti e artriti. Ogni paziente, prima di essere operato, aveva tentato un trattamento conservativo ed aveva una durata media della patologia di 20 mesi (range 7-60 mesi). La diagnosi clinica viene confermata durante l'intervento tramite l'esclusione di altre patologie articolari. Durante la visualizzazione artroscopica del cuscinetto adiposo esso appare spesso infiammato, di colore biancastro a causa della presenza di alterazioni fibrose che gli fanno perdere il caratteristico colore giallo. Poteva inoltre essere notata l'area di impingement tra l'area intercondiloidea e la patella. I pazienti vengono rivalutati a seguito dell'operazione tramite Cincinnati rating system. Il tempo medio del follow-up è di 76 mesi (range 18-134). Dai risultati si evince un significativo miglioramento dei sintomi in particolare: 9 pazienti ottennero risultati eccellenti, 1 ottenne un buon risultato e l'ultimo ottenne un risultato insoddisfacente per lo sviluppo di una sinovite, che poco tempo dopo si manifestò nel ginocchio controlaterale, segno che l'infiammazione iniziale del corpo di Hoffa potesse essere un segno iniziale della sinovite. Le cause che avevano determinato l'impingement erano diverse: due pazienti riferivano traumi diretti al ginocchio, due traumi distorsivi rotazionali e i rimanenti cinque microtraumi ripetuti. In tutti i pazienti erano presenti segni di ipertrofia sinoviale e segni di infiammazione cronica, segno che è importante porre molta attenzione nella diagnosi differenziale con sinoviti e artriti.

**Tabella Relazione sindrome corpo di Hoffa maltracking rotuleo**

<b>Nome studio</b>	<b>Primo autore/anno di pubblicazione</b>	<b>Paese di provenienza</b>	<b>Tipo di studio</b>	<b>Outcomes</b>	<b>Obiettivo e popolazione</b>	<b>Risultati chiave</b>
Patella-patellar tendon angle in relation to the medial patellar plica syndrome, chondromalacia patella, and infrapatellar fat pad syndrome	Kim T. 2022	Korea	Studio retrospettivo	Misurazione tramite risonanza magnetica angolo patella tendine patellare	Valutare correlazione angolo patella-tendine patellare con condromalacia, sindrome del corpo di Hoffa e sindrome della plica mediale Popolazione: 86 pazienti con sindrome della plica mediale (MPP), 44 condromalacia patellare e 26 con sindrome del corpo di Hoffa che insieme compongono un gruppo di 156 pazienti confrontati con 118 pazienti asintomatici	Un angolo patella tendine patellare più piccolo potrebbe essere correlato a sindrome della plica mediale condromalacia e sindrome del corpo di Hoffa
Patella-patellar tendon angle decreases in patients with infrapatellar fat pad syndrome and medial patellar plica syndrome	Daejeon 2020	Korea	Studio retrospettivo	Misurazione tramite risonanza magnetica angolo patella tendine patellare	Valutazione angolo patella tendine patellare in correlazione a sindrome corpo di Hoffa e della plica mediale. Popolazione: sindrome del corpo di Hoffa (isolated IPFP syndrome; n=44), pazienti con sindrome della plica mediale (isolated MPP syndrome; n=39) VS gruppo di controllo (n=51 sinovite aspecifica, n=10 lesione comparto mediale, n=17 lesioni meniscali).	L'angolo patella tendine patellare risulta più piccolo in pazienti con sindrome del corpo di Hoffa e della plica mediale rispetto gruppo di controllo

**Tabella Correlazione Bioimmagini sindrome corpo adiposo di Hoffa**

<b>nome studio</b>	<b>autore ed anno</b>	<b>Paese provenienza</b>	<b>tipo di studio</b>	<b>outcomes</b>	<b>obiettivo e popolazione</b>	<b>Risultati chiave</b>
Ultrasound evaluation of infrapatellar fat pad impingement: An exploratory prospective study	Vasilev 2020	Russia	Case series	Valutazione tramite ecografia ed artroscopica	Valutazione tramite ecografia corpo di adiposo di Hoffa Popolazione :37 pazienti con diagnosi di "Hoffa disease", ottenuta tramite valutazione clinica, composta da 18 donne e 19 uomini (età media 47.27± 3)	I segni più caratteristici della sindrome del corpo di Hoffa sono l'ipertrofia ed i cambiamenti strutturali del cuscinetto adiposo riscontrati rispettivamente nel 62% e 84% dei casi, i risultati hanno una corrispondenza con la visualizzazione artroscopica.
Is there an association between superolateral Hoffa fat pad edema on MRI and clinical evidence of fat pad impingement?	De Smet AA 2012	USA	Studio Retrospettivo	Valutazione clinica e studio tramite risonanza magnetica	Valutare associazione tra la presenza di edema nella risonanza magnetica e l'evidenza clinica di impingement dell'IPFP. Popolazione: 34 pazienti selezionati consecutivamente con valutazione di edema a livello del corpo di Hoffa e nessun trauma nell' anno precedente VS 47 pazienti che avevo effettuato una risonanza magnetica e non avevano una storia di traumi nell'anno precedente selezionati consecutivamente	L'edema è presente in pazienti con evidenza clinica di impingement ma la presenza di edema nelle medesime localizzazioni è associato anche a pazienti che non hanno sintomi di impingement

**Tabella Correlazione Bioimmagini sindrome corpo adiposo di Hoffa**

<b>nome studio</b>	<b>autore ed anno</b>	<b>Paese provenienza</b>	<b>tipo di studio</b>	<b>outcomes</b>	<b>obiettivo e popolazione</b>	<b>Risultati chiave</b>
Hoffa's fat pad impingement treated arthroscopically: related findings on preoperative MRI in a case series of 62 patients.	Von Engelhardt LV 2010	Germania	Case series	Valutazione tramite RMI	Confronto risonanza magnetica di 62 pazienti con impingement dell'IPFP con immagini di 255 pazienti senza impingement ma con altre patologie gestite tramite artroscopia	Nei pazienti con impingement del IPFP vengono evidenziate alcune caratteristiche comuni come l'edema nella regione anteriore e posteriore del IPFP, la non visualizzazione della fessura verticale ed orizzontale, fibrosi e calcificazioni con un significativo allargamento in volume del cuscinetto adiposo

**Tabella trattamento chirurgico e case report**

<b>nome studio</b>	<b>Autore ed anno</b>	<b>Paese provenienza</b>	<b>tipo di studio</b>	<b>outcomes</b>	<b>obiettivo</b>	<b>risultati chiave</b>
Hoffa's Disease in a Modern Dancer Case Report and Literature Review	Wang TJ 2018	USA	Case report	Esame clinico, ritorno allo sport senza dolore	Presentazione di un case report su una ballerina con dolore al ginocchio causato da impingement del corpo di Hoffa, gestita tramite protocollo riabilitativo basato su esercizi di controllo motorio, rinforzo della muscolatura dell'anca volti a cambiare anche i pattern di movimento dell'intero arto inferiore	Ritorno all'attività sportiva completa mostrando miglioramenti negli schemi motori impiegati durante l'attività e dimostrando come pattern di movimento anomali potrebbero predisporre ad impingement del corpo di Hoffa
Arthroscopic Treatment of Infrapatellar Fat Pad Impingement between the Patella and Femoral Trochlea: Comparison of the Clinical Outcomes of Partial and Subtotal Resection	Kim YM 2019	Korea	Case series	(VAS), (IKDC) 2000, Lysholm score	Valutare effetto resezione parziale o subtotale corpo di Hoffa in 55 pazienti affetti da impingement del IPFP, 29 trattati tramite resezione parziale e 26 tramite resezione subtotale	La resezione del corpo di Hoffa risulta efficace nella risoluzione dei sintomi al ginocchio indipendentemente dal tipo di resezione viene applicata

**Tabella trattamento chirurgico e case report**

<b>nome studio</b>	<b>Autore ed anno</b>	<b>Paese provenienza</b>	<b>tipo di studio</b>	<b>outcomes</b>	<b>obiettivo</b>	<b>risultati chiave</b>
Hoffa's disease: A report on 5 cases	A. Larbi 2014	Francia	case series	Esame clinico	Presentazione di 5 pazienti con sintomatologia legata al corpo di Hoffa	Descrizione di come la risonanza sia in grado di determinare la presenza dell'edema nel IPFP con possibilità di divenire fibrosi e successiva calcificazione. Il trattamento conservativo viene considerato la prima scelta in caso di fallimento si deve valutare la possibilità di intervento chirurgico.
impingement of infrapatellar fat pad (Hoffa's disease): results of high-portal arthroscopic resection.	Kumar D 2007	Wales	case series	Lysholm score, Tegner activity level scales	Studio retrospettivo svolto su pazienti 34 con impingement sintomatico del corpo di Hoffa che hanno svolto una resezione artroscopica	Pazienti con impingement isolato del corpo di Hoffa e senza nessun'altra patologia concomitante ottengo la risoluzione dei sintomi a seguito di intervento artroscopico

**Tabella trattamento chirurgico e case report**

<b>nome studio</b>	<b>Autore ed anno</b>	<b>Paese provenienza</b>	<b>tipo di studio</b>	<b>outcomes</b>	<b>obiettivo</b>	<b>risultati chiave</b>
Hoffa's disease: arthroscopic resection of the infrapatellar fat pad.	Ogilvie-Harris DJ; 1994	Canada	Case series	The Cincinnati rating system awards	Valutare outcomes resezione artroscopica corpo di adiposo di Hoffa in 11 pazienti con diagnosi artroscopica di lesione isolata del corpo di Hoffa	Vi è un miglioramento statisticamente significativo dei sintomi e della funzione del ginocchio a follow up medi di 76 mesi, l'unico caso che non ha subito miglioramenti ha sviluppato una sinovite cronica

## 4.DISCUSSIONE

Lo scopo di questa revisione è stato quello di definire le caratteristiche cliniche di quella che viene definita sindrome del corpo di Hoffa (Hoffa syndrome). Dai risultati risulta chiaro che non ci sia un criterio univoco per definire questa condizione e che vi siano sottili differenze nei termini utilizzati. Nel 1904 per la prima volta Hoffa ha definito le caratteristiche di questo quadro clinico descrivendo come microtraumi ripetuti fossero in grado di provocare la formazione di piccole emorragie in questo tessuto riccamente vascolarizzato e dell'induzione di uno stato infiammatorio del tessuto, grazie anche alla migrazione di cellule immunitarie. Lo stato infiammatorio era così in grado di provocare iperplasia e la genesi di formazioni fibrotiche simili a villi, che durante i movimenti di estensione finivano per essere intrappolate all'interno dell'articolazione, causando impingement, dolore e gonfiore in un quadro che tendeva ad autoalimentarsi.<sup>2</sup>

Un'altra definizione apparentemente simile è quella di "Hoffa disease": questo quadro si caratterizza da una lesione intesa come presenza di segni di fibrosi, edema ed iperplasia del cuscinetto adiposo, che si trova così ad essere schiacciato a livello dell'articolazione durante i movimenti di estensione. La differenza con il quadro precedente sta nella lesione isolata del cuscinetto adiposo, mentre nella sindrome del corpo di Hoffa possono essere presenti anche altre lesioni articolari concomitanti.<sup>22</sup>

Secondo Vasilev et al., fare una distinzione tra le due condizioni è inutile e non corretto poiché spesso non è possibile ristabilire la storia clinica dei pazienti per capire se le lesioni articolari siano la causa o la conseguenza delle alterazioni riscontrate a livello del cuscinetto adiposo, o su come queste possano essere l'evoluzione naturale della patologia.

Un altro termine comunemente utilizzato è quello di impingement del corpo adiposo di Hoffa, termine che cerca di enfatizzare come questo possa costituire una causa meccanica nel movimento dell'articolazione del ginocchio, anche se sappiamo che le degenerazioni macroscopiche sono spesso il frutto di microtraumi ripetuti capaci di alterare l'omeostasi di questo tessuto influenzandolo verso un fenotipo pro-infiammatorio.<sup>26</sup>

Tutte queste etichette diagnostiche rappresentano dei termini ombrello che al loro interno contengono anche quadri molto diversi tra loro.

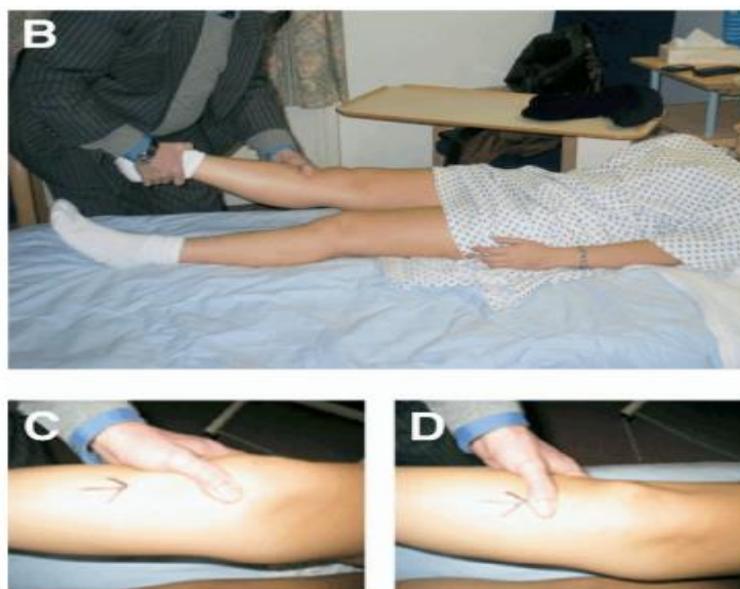
La diagnosi della sindrome di Hoffa è considerata una diagnosi per esclusione. Infatti, è molto importante condurre un'anamnesi dettagliata e svolgere un attento esame obiettivo per differenziare questa problematica da altre condizioni. In particolare nello studio di Ogilvie-Harris e Giddens, viene posta molta attenzione alla diagnosi differenziale con patologie di origine

infiammatoria, quali sinoviti ed artriti che potrebbero manifestarsi nelle fasi precoci con gli stessi sintomi, per cui un clinico attento deve da subito considerare la possibilità di fare ricorso ad analisi di laboratorio e bioimmagini per non incappare in errori diagnostici.<sup>22</sup>

In tutti gli studi analizzati, i sintomi descritti sono quasi sempre gli stessi: dolore profondo e trafittivo nella zona anteriore del ginocchio, spesso in zona infrapatellare e retropatellare ed in particolare durante movimenti come la salita o discesa delle scale, il salto e la corsa. Possono essere presenti, inoltre, crepiti e una riduzione del ROM del ginocchio negli ultimi gradi di estensione.<sup>26</sup>

Secondo Hoffa et al., i pazienti con questa problematica non riescono ad effettuare un'iperestensione del ginocchio. Per questo motivo l'autore ha proposto un test per confermare la diagnosi della sindrome di Hoffa. Il test consiste nell'applicare una pressione nella zona mediale e laterale al tendine rotuleo a ginocchio flesso, il quale viene esteso passivamente dal fisioterapista mentre si mantiene la forza applicata. Il test è positivo quando il paziente riporta dolore durante gli ultimi 10° di estensione.<sup>22</sup>(fig.5)

Kumar et al., hanno proposto una variante, poiché hanno ritenuto che il dolore, riportato dal paziente in seguito alla pressione ai lati del tendine rotuleo, potesse essere provocato dalla pelle, dal grasso sottocutaneo, dalla fascia ed anche dai menischi, creando così dei falsi positivi. Per questo motivo hanno consigliato di applicare la forza sulla zona prossimale della tibia con una mano, mentre l'altra tiene il tallone sollevato. (fig.7)



**FIGURE 1.** (A) Loss of normal hyperextension of right knee as compared with left knee. (B) Maneuver attempting to take the knee through to the last few degrees of normal hyperextension. The insets (C, D) show the difference between positions of the examiner's thumb when performing Hoffa's test and when applying firm pressure over the proximal tibia away from the joint line.

*Figura 7*

Il ruolo dell'imaging in questa patologia, invece, rimane ancora incerto. Alcuni autori ne raccomandano l'utilizzo, consigliando principalmente l'uso della risonanza magnetica, mentre altri come Kumar et al., non supportano la necessità dell'esame strumentale. Questo autore raccomanda l'utilizzo della risonanza magnetica solo per escludere altre patologie (ad esempio frattura, lussazione della rotula oppure lesione del LCA) che possono aver causato l'infiammazione del corpo di Hoffa.<sup>21</sup>

Dallo studio svolto da De Smet et al., è stato possibile dedurre come l'edema del corpo adiposo di Hoffa nella regione supero-laterale sia una caratteristica riscontrata in tutti i pazienti che presentavano l'impingement del cuscinetto adiposo.<sup>30</sup> Sappiamo però che questa condizione non può essere utilizzata come criterio diagnostico poiché presente anche nel gruppo di controllo. Von Engelhardt et al., hanno riscontrato come l'edema nella regione superiore e posteriore sia fortemente correlato a quadri di impingement, così come la presenza di fibrosi, di calcificazioni e di un corpo adiposo di Hoffa di dimensioni maggiori. Ancora una volta questi quadri erano presenti nel gruppo di controllo anche se con frequenze molto minori.

Prendendo in esame altri studi è chiaro come l'edema nella regione supero-laterale possa essere presente anche in persone asintomatiche, specialmente nella popolazione di sportivi che devono compiere salti massimali come i pallavolisti<sup>33</sup>, ma anche in nuotatori<sup>34</sup>.

Dalla revisione sistematica J. H. Kim et al., vediamo come la presenza di edema nella regione supero laterale del corpo di Hoffa sia fortemente correlata a segni di maltracking rotuleo come uno spostamento laterale della patella ed una condizione di patella alta.<sup>35</sup>

Considerando gli studi svolti sulla popolazione con sindrome del corpo adiposo di Hoffa vediamo come questo quadro clinico sia associato ad un angolo patella-tendine patellare più piccolo, segno di come questa alterazione sia in grado di influire sulla dinamica dell'intera articolazione ed in linea teorica instaurare un circolo vizioso che può favorire lo sviluppo di patologie articolari concomitanti.<sup>28,27,36</sup>

Dallo studio di Vasilev et al., vediamo come l'utilizzo di immagini ecografiche possa essere in grado di individuare ipertrofia, cambiamenti strutturali, edema, borsiti ed in alcuni casi è stato possibile visualizzare segni di blocco articolare in pazienti con impingement del corpo di Hoffa, condizioni che poi sono state confermate dalla visualizzazione artroscopica dell'articolazione.<sup>29</sup>

Da questo quadro vediamo come l'edema nel corpo di Hoffa non sia un segno patognomonico della patologia ma che risulta in ogni caso fortemente correlato ad essa. Vediamo inoltre come la presenza di edema possa essere in maniera indiretta collegata a segni di maltracking rotuleo.

In letteratura, per la gestione di questa problematica è fortemente raccomandato il trattamento conservativo come prima strategia d'intervento, viene inoltre consigliato di scendere di peso, in quanto potrebbero esserci delle correlazioni negative con un aumento dell'indice di massa corporea, sia per motivi strutturali, quali aumento di volume dei cuscinetti adiposi intrarticolari, sia per motivi biochimici, legati ad un aumento dei fattori infiammatori, i quali ormai è stato dimostrato come abbiano un ruolo importante nello sviluppo di patologie articolari.

In fase acuta l'obiettivo è ridurre la sintomatologia del paziente riducendo il carico e fermando temporaneamente l'attività sportiva dell'atleta o evitando attività provocative nella vita quotidiana.<sup>22</sup>

Alcuni autori sostengono come l'utilizzo del bendaggio possa essere efficace nel modulare la sintomatologia dolorosa, un esempio può essere quello proposto da Mcconnell.<sup>37,31</sup>

Questo autore spiega come l'obiettivo sia quello di diminuire la pressione esercitata sul cuscinetto adiposo anche se da altri studi fatti su altre patologie sappiamo che il tape ha effetti che vanno oltre quello biomeccanico. (fig.8)<sup>38</sup>



**Fig. 1.** The infrapatellar fat pad (IFP) is unloaded by tilting the inferior pole of the patella anteriorly (away from the fat pad), lifting the IFP tissue toward the patella, by taping from the tibial tubercle to the medial and lateral joint lines creating a "muffin top" and finally with the knee in 45° of flexion pulling the tibia forward.

*Figura 8*

Dal case report pubblicato da Wang e Costin, vediamo come il protocollo conservativo abbia come target altre articolazioni oltre quella del ginocchio. In particolare, viene posta enfasi sull'articolazione dell'anca e del piede e sul controllo motorio di tutto l'arto inferiore. Il ritorno allo sport viene gestito con gradualità e gli esercizi vengono resi più allenanti man mano che passa il tempo. A 6 mesi dall'insorgere del dolore la paziente ha remissione completa dei sintomi ed il ritorno all'attività sportiva senza limitazioni. Questo periodo di tempo può essere preso in

considerazione per capire che a volte la prognosi non è di breve durata. Nella scelta degli esercizi per il rinforzo del quadricipite ed il riadattamento graduale delle strutture articolari, speculando sul fatto che il massimo conflitto si verifica in iperestensione, si potrebbe partire da esercizi lontani da quella posizione come squat isometrici o esercizi in catena cinetica aperta con un fermo prima dell'estensione completa. Quando il trattamento conservativo non ottiene un significativo miglioramento dei sintomi è consigliato il trattamento chirurgico che, dagli studi analizzati, risulta essere basato principalmente su due approcci: resezione parziale o sub-totale del corpo adiposo di Hoffa, ma entrambi sembrano mostrare eguale efficacia nella risoluzione dei sintomi.<sup>26</sup>

## 5.CONCLUSIONE

Dalla ricerca presa in esame appare evidente come il corpo di Hoffa rivesta un ruolo fondamentale all'interno del ginocchio influenzando in maniera macroscopica la biomeccanica dell'articolazione ed in maniera microscopica tramite un complesso linguaggio composto da molecole in grado di influenzare il comportamento di tessuto sinoviale, cartilagineo e dell'osso subcondrale. Esso risulta riccamente vascolarizzato ed innervato con contatti diretti con svariate strutture all'interno del ginocchio con cui condivide spesso innervazione e vascolarizzazione.

Al suo interno sono stati ritrovati neurotrasmettitori implicati nella genesi del dolore che testimoniano come esso possa avere un ruolo nel dolore anteriore di ginocchio.

Nonostante tali considerazioni, la sindrome del corpo di Hoffa rappresenta qualcosa di non ancora adeguatamente compreso. In letteratura esistono diversi termini per definirla, con criteri diagnostici a volte simili che finiscono per creare ancora più confusione, I pochi studi presenti spesso hanno una qualità metodologica molto bassa tale da non permettere conclusioni significative.

Risulta evidente la necessità di studi randomizzati controllati in grado di valutare l'efficacia di trattamenti chirurgici e conservativi proposti.

Secondo alcuni autori tale patologia potrebbe essere addirittura un segno precoce di artrosi, e non una manifestazione clinica a sé stante, motivo per cui, quando diagnosticata in concomitanza di altre lesioni articolari, risulta difficile capire se rappresenti una normale presentazione di degenerazione articolare o un'entità clinica a sé stante.

Ad oggi non ci sono studi in grado di valutare l'efficacia dei criteri clinici nell'individuare realmente questa patologia, l'utilizzo delle bioimmagini appare ancora più controverso in quanto spesso molti ritrovamenti correlati all'impingement sono frequenti in persone totalmente asintomatiche.

I criteri maggiormente utilizzati dagli autori per la diagnosi di questa patologia sono: dolore descritto come profondo e trafittivo nella zona anteriore del ginocchio, presenza di segni diretti o indiretti di conflitto del cuscinetto adiposo visualizzabili tramite risonanza magnetica, test di Hoffa o sue varianti positivi e risoluzione completa dei sintomi a seguito di iniezione di anestetici nel cuscinetto infrapatellare.

## 6.KEY-POINTS

1. Il corpo di Hoffa rappresenta un tessuto riccamente innervato ed irrorato, visti rapporti anatomici che esso ha con le strutture del ginocchio e la concentrazione di sostanze implicate nella genesi del dolore rappresenta un potenziale sito di dolore anteriore di ginocchio.
2. In letteratura non è presente una definizione unanime di sindrome del corpo di Hoffa ma esistono termini simili che potrebbero creare ambiguità.
3. L'uso delle bioimmagini appare controverso in quanto sono in grado di visualizzare alcune anomalie che sono state riscontrate anche su pazienti sani.
4. La valutazione iniziale del paziente risulta fondamentale, anamnesi palpazione e test clinici sono i criteri clinici più documentati anche se non ci sono studi che ne attestino le qualità psicometriche.
5. In letteratura ci sono limitate evidenze riguardo la formulazione di un possibile trattamento conservativo.
6. La terapia chirurgica viene proposta dopo l'inefficacia del trattamento conservativo, le evidenze presenti non sono in grado di poter esprimere un giudizio sulla sua efficacia.

## 7.BIBLIOGRAFIA

1. Leese, J. & Davies, D. C. An investigation of the anatomy of the infrapatellar fat pad and its possible involvement in anterior pain syndrome : a cadaveric study. 1–9 (2020) doi:10.1111/joa.13177.
2. Hoffa et al. The influence of the adipose tissue with regard to pathology of the knee joint. (1904).
3. Zhou, S. *et al.* Source and hub of inflammation : The infrapatellar fat pad and its interactions with articular tissues during knee osteoarthritis. (2022) doi:10.1002/jor.25347.
4. Bohnsack, M. *et al.* Biomechanical and kinematic influences of a total infrapatellar fat pad resection on the knee. *Am. J. Sports Med.* **32**, 1873–1880 (2004).
5. Fontanella, C. G. *et al.* A numerical investigation of the infrapatellar fat pad. **234**, 1113–1121 (2020).
6. Stephen, J. M. *et al.* The infrapatellar fat pad is a dynamic and mobile structure , which deforms during knee motion , and has proximal extensions which wrap around the patella. *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.* **26**, 3515–3524 (2018).
7. Okita, Y., Oba, H., Miura, R., Morimoto, M. & Gamada, K. Movement and volume of infrapatellar fat pad and knee kinematics during quasi-static knee extension at 30 and 0° flexion in young healthy individuals. *Knee* **27**, 71–80 (2020).
8. Kohn, D., Deiler, S. & Rudert, M. Arterial blood supply of the infrapatellar fat pad - Anatomy and clinical consequences. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* **114**, 72–75 (1995).
9. Kennedy J, Alexander I, H. K. Nerve supply of the human knee and is functional importance. *Reg. Anesth. Pain Med.* **10**, 4–5 (1982).
10. GARDNER, E. The innervation of the knee joint. *Anat. Rec.* **101**, 109–130 (1948).
11. Jiang, L. F., Fang, J. H. & Wu, L. D. Role of infrapatellar fat pad in pathological process of knee osteoarthritis: Future applications in treatment. *World J. Clin. Cases* **7**, 2134–2142 (2019).
12. Dye, S. F., Vaupel, G. L. & Dye, C. C. Conscious neurosensory mapping of the internal structures of the human knee without intraarticular anesthesia. *Am. J. Sports Med.* **26**, 773–777 (1998).
13. Bohnsack, M. *et al.* Distribution of substance-P nerves inside the infrapatellar fat pad and the adjacent synovial tissue: a neurohistological approach to anterior knee pain syndrome. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* **125**, 592–597 (2005).
14. Witoński, D. & Wagrowska-Danielewicz, M. Distribution of substance-P nerve fibers in the knee joint in patients with anterior knee pain syndrome. A preliminary report. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* **7**, 177–183 (1999).
15. Robinson, W. H. *et al.* U . S . Department of Veterans Affairs. **12**, 580–592 (2017).
16. Clockaerts, S. *et al.* The infrapatellar fat pad should be considered as an active osteoarthritic joint tissue : a narrative review. *Osteoarthr. Cartil.* **18**, 876–882 (2010).
17. Goldring, M. B. & Berenbaum, F. The Regulation of Chondrocyte Function by

- Proinflammatory Mediators. 37–46 (2004) doi:10.1097/01.blo.0000144484.69656.e4.
18. Goldring, M. B. & Goldring, S. R. Osteoarthritis. 626–634 (2007) doi:10.1002/JCP.
  19. Stocco, E. *et al.* Infrapatellar Fat Pad Stem Cells Responsiveness to Microenvironment in Osteoarthritis : From Morphology to Function. **7**, 1–13 (2019).
  20. Wu, J. *et al.* Biomaterials miR-100-5p-abundant exosomes derived from infrapatellar fat pad MSCs protect articular cartilage and ameliorate gait abnormalities via inhibition of mTOR in osteoarthritis. *Biomaterials* **206**, 87–100 (2019).
  21. Kumar, D., Alvand, A. & Beacon, J. P. Impingement of Infrapatellar Fat Pad (Hoffa’s Disease): Results of High-Portal Arthroscopic Resection. *Arthrosc. - J. Arthrosc. Relat. Surg.* **23**, (2007).
  22. Ogilvie-Harris, D. J. & Giddens, J. *Hoffa’s Disease: Arthroscopic Resection of the Infrapatellar Fat Pad. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* vol. 10 (1994).
  23. Borgers, A., Claes, S., Vanbeek, N. & Claes, T. Etiology of knee pain in elite cyclists: A 14-month consecutive case series. *Acta Orthop. Belg.* **86**, 262–271 (2020).
  24. Genin, J. *et al.* Infrapatellar Fat Pad Impingement : A Systematic Review. **1**, (2017).
  25. Von Engelhardt, L. V. *et al.* Hoffa’s fat pad impingement treated arthroscopically: Related findings on preoperative MRI in a case series of 62 patients. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* **130**, 1041–1051 (2010).
  26. Kim, Y.-M. & Joo, Y.-B. Arthroscopic Treatment of Infrapatellar Fat Pad Impingement between the Patella and Femoral Trochlea: Comparison of the Clinical Outcomes of Partial and Subtotal Resection. *Knee Surg. Relat. Res.* **31**, 54–60 (2019).
  27. Kim, T., Kim, J. K., Lee, H. S. & Kim, D. K. Patella-patellar tendon angle in relation to the medial patellar plica syndrome, chondromalacia patella, and infrapatellar fat pad syndrome. *PLoS One* **17**, (2022).
  28. Kim, Y. M., Joo, Y. B., Lee, W. Y., Park, I. Y. & Park, Y. C. Patella-patellar tendon angle decreases in patients with infrapatellar fat pad syndrome and medial patellar plica syndrome. *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.* **28**, 2609–2618 (2020).
  29. Vasilev, V. A., Ivanisenko, A. V., Konovalova, I. I. & Lukashuk, A. F. *Genij Ortopedii.* **26**, 44–49 (2020).
  30. De Smet, A. A. *et al.* Is there an association between superolateral Hoffa fat pad edema on MRI and clinical evidence of fat pad impingement? *American Journal of Roentgenology* vol. 199 1099–1104 (2012).
  31. Wang, T. J. & Costin, C. V. Hoffa’s Disease in a Modern Dancer Case Report and Literature Review. *J. Dance Med. Sci.* **22**, 168–173 (2018).
  32. Larbi, A. *et al.* Hoffa’s disease: A report on 5 cases. *Diagn. Interv. Imaging* **95**, 1079–1084 (2014).
  33. Mehta, K. *et al.* Superolateral Hoffa ’ s Fat Pad Edema in Collegiate Volleyball Players. **39**, 945–950 (2015).
  34. Soder, R. B., Mizerkowski, M. D., Petkowicz, R. & Baldisserotto, M. MRI of the knee in asymptomatic adolescent swimmers : a controlled study. 268–272 (2012)

doi:10.1136/bjism.2010.083345.

35. Kim, J. H., Lee, S. K., Jh, K. & Sk, L. Superolateral Hoffa Fat Pad Edema and Patellofemoral Maltracking: Systematic Review and Meta-Analysis. 545–558 (2020).
36. Delorme, J. P. & Jibri, Z. The association of patellar tendinosis with patellar maltracking and Hoffa's fad pad impingement: A case-control MRI study. *Clin. Imaging* **76**, 180–188 (2021).
37. Mcconnell, J. Running Injuries The Infrapatellar Fat Pad and Plica Injuries. *Phys. Med. Rehabil. Clin. NA* **27**, 79–89 (2016).
38. Greenberger, H. B., Mckeon, P. O. & Sciences, S. Note : This article will be published in a forthcoming issue of the Journal of Sport Rehabilitation . The article appears here in its accepted , peer-reviewed form , as it was provided by the submitting author . It has not been copyedited , proofed , or f. (2018).