



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 2013/2014

Campus Universitario di Savona

**“Proximal hamstring tendonitis,  
inquadramento diagnostico e trattamento  
riabilitativo”**

Candidato:

Gabriele Pennesi

Relatore:

Andrea Raschi

# INDICE

<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>MATERIALI E METODI</b>	<b>6</b>
<b>RISULTATI</b>	
<b>Diagnosi</b>	<b>10</b>
<b>Trattamento conservativo</b>	<b>13</b>
<b>Chirurgia</b>	<b>18</b>
<b>DISCUSSIONE</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>24</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>25</b>

## **ABSTRACT**

**Background:** problematiche da overuse a livello delle strutture mio-tendinee prossimali degli hamstring sono riscontrabili principalmente in una popolazione di atleti che svolgono attività come la corsa e che, in particolar modo, comprendono gesti sportivi come lo sprint e l'accelerazione. Un quadro clinico definito con il termine di Proximal Hamstring Tendonitis (PHT) è caratterizzato da dolore gluteo che può irradiarsi fino alla parte posteriore della coscia, aggravato dall'attività sportiva e che può incidere in maniera significativa sulla performance dell'atleta. Lo scopo di questo elaborato è di focalizzare l'attenzione su questa tipologia di disordine muscolo-scheletrico, tentando di fare chiarezza sul suo inquadramento diagnostico e sulle possibilità terapeutiche.

**Metodi:** La ricerca bibliografica è stata condotta all'interno dei database elettronici MEDLINE e PEDro; La selezione degli studi è stata eseguita sulla base del titolo, dell'abstract e infine della lettura completa dell'articolo

**Risultati:** Esistono informazioni limitate nella letteratura sulla diagnosi e il trattamento della PHT. Un esame fisico dettagliato e, in evenienza, studi di imaging sono necessari per confermare la diagnosi; il programma riabilitativo prevede un approccio multimodale che include tecniche di Soft-tissue-mobilization, stretching, esercizi eccentrici ed un training rivolto ad attività di core-stability. Nella fase finale l'attenzione della riabilitazione è incentrata sul miglioramento del gesto atletico attraverso l'esecuzione di esercizi di propriocezione e di un training sport-specifico. In caso di fallimento del trattamento conservativo, può rendersi necessario l'intervento chirurgico.

**Conclusioni:** al momento non è possibile definire quale sia il più efficace programma di management per quanto riguarda un quadro di PHT a causa del basso livello scientifico di evidenze sull'efficacia dei diversi approcci riabilitativi; rispetto ai tradizionali metodi utilizzati nella terapia conservativa di altre patologie tendinee, nel caso della PHT, la valutazione ed il trattamento del segmento lombo-pelvico, così come dell'articolazione sacro iliaca, considerandone le possibili correlazioni biomeccaniche con l'inserzione degli hamstring a livello della tuberosità ischiatica, possono contribuire alla risoluzione di tale condizione patologica.

## INTRODUZIONE

Nel corso degli ultimi anni, gli atleti sono stati sottoposti ad un incremento costante riguardo alla richiesta delle loro performance; ciò ha determinato un aumento del carico di lavoro e, conseguentemente un aumento del rischio di infortuni sportivi da overuse.

Durante l'esercizio fisico, una gran parte dello stress e delle forze vengono esercitate a livello tendineo, aumentando il rischio di lesioni; vi è una vasta gamma di patologie tendinee e sembra che la maggior parte delle condizioni cliniche da sovraccarico negli atleti siano riconducibili a problematiche correlate a tali strutture.

Un quadro di tendinosi è caratterizzato da una degenerazione del tendine, dalla perdita dell'orientamento parallelo delle fibre collagene e da un aumento della sostanza fondamentale (1).

L'uso del termine "tendinopatia" è solitamente utilizzato come un generale descrittore clinico delle lesioni tendinee nello sport. In condizioni cliniche da uso eccessivo, la presenza di uno stato di infiammazione franca è infrequente e, se visto, è associato per lo più a fenomeni di rottura dei tendini; la tendinosi implica una degenerazione tendinea senza segni clinici o istologici di infiammazione. Al contrario, la tendinite è una condizione in cui il tessuto tendineo può presentare una degenerazione tissutale associata a fenomeni vascolari ed a una risposta infiammatoria ripartiva, così come manifestazioni di proliferazione di fibroblasti e di miofibroblasti, segni di emorragia e l'organizzazione di un tessuto di granulazione, tutti cambiamenti istologici che possono essere ricondotti ad una rottura. E' consigliabile perciò abbandonare l'utilizzo del termine tendinite nel contesto di una condizione clinica da overuse poiché risulterebbe improprio (2).

In letteratura, sono state utilizzate diverse definizioni per descrivere condizioni cliniche associate ad una problematica che coinvolgesse i tendini prossimali degli hamstring a livello della tuberosità ischiatica, prima fra tutte possiamo ritrovare il termine 'proximal hamstring tendinopathy', ma si può risalire anche a termini come 'hamstring syndrome', 'ischiatric intersection syndrome', 'hamstring enthesopathy', 'high hamstring tendinopathy', o 'hamstring origin tendinopathy'.

Tuttavia facendo riferimento ai concetti precedentemente riportati, la terminologia più corretta per definire un quadro di dolore cronico da overuse in tale distretto corporeo sembra essere rappresentata dal termine 'Proximal Hamstring Tendinosis' (PHT).

Nel corso degli ultimi dieci anni il principio che una condizione patologica cronica del tendine si verifici a causa di un fenomeno di degenerazione è diventato, quindi, il paradigma prevalente; tuttavia ricerche moderne hanno confermato la presenza di cellule infiammatorie, comprese macrofagi e linfociti, in quadri cronici che coinvolgevano i tendini e in particolare i tessuti strettamente adiacenti.

Resta ancora probabile che il sovraccarico meccanico sia il fattore dominante nello sviluppo dei fenomeni patologici, tuttavia si è arrivato a supporre che, almeno in parte, alcuni dei danni causati siano mediati da un processo che coinvolge elementi infiammatori. Non viene affermato che la flogosi sia l'aspetto dominante e né che sia presente in ogni fase, tuttavia è probabile che i processi coinvolti nella risposta infiammatoria giochino un ruolo nel perpetuare i fenomeni degenerativi e la loro progressione; in questo caso strategie terapeutiche che utilizzano anti-infiammatori potrebbero risultare efficaci nel trattamento di tali situazioni cliniche.

Da un punto di vista istologico gli studi recenti hanno descritto il fenomeno di angiogenesi come un reperto comune; anche se i fattori chiave della formazione di nuovi vasi resta oggetto di ricerche in corso, è probabile che il processo di neovascolarizzazione coinvolga elementi della risposta infiammatoria (3). Inoltre alcune fonti suggeriscono che fenomeni di sprouting neurale o di neoinnervazione accompagnino lo sviluppo della neoangiogenesi, e ciò può essere un correlato o addirittura responsabile del dolore cronico (4).

IL sintomo che principalmente caratterizza la PHT è il dolore sub-gluteo che si verifica durante l'attività sportiva, lo stretching o nel mantenimento prolungato della posizione seduta, che può irradiarsi fino alla parte posteriore della coscia fino al cavo popliteo, La debolezza degli hamstring è un fenomeno spesso associato; attività come la corsa e in modo particolare lo sprint e l'accelerazione, risultano provocative; Il dolore di solito appare e gradualmente aumenta, senza segnalazioni di eventi di trigger.

Questa tipologia di problematica è comune nella popolazione degli sportivi, in particolare nel campo dell'atletica leggera; la suscettibilità dei muscoli posteriori della coscia agli infortuni durante la corsa è probabilmente legata agli stress biomeccanici su tale complesso muscolare: quando ripetuti carico caratterizzati da uno stiramento-accorciamento attivo sono imposti su di un'unità muscolo-tendinea, possono condurre, con il tempo, a cambiamenti del grado di deformazione delle fibre, rendendo la struttura potenzialmente più esposta al danno (5).

In particolare, attraverso l'utilizzo di analisi EMG e/o modelli muscolo-scheletrici computerizzati, si è ipotizzato che i muscoli bi-articolari posteriori della coscia possano subire uno stiramento durante la fase di tarda oscillazione dell'arto inferiore durante il ciclo della corsa, con la quantità di lavoro negativo significativamente crescente in base alla velocità di esecuzione (6). In alcuni articoli si riporta, appunto, che il carico biomeccanico sugli hamstring sia maggiore durante l'oscillazione terminale: in questa fase del ciclo della corsa, semimembranoso (SM), semitendinoso (ST) e bicipite femorale (BF) raggiungono i maggiori valori di stiramento muscolo-tendineo, producono i valori di picco di forza e di lavoro negativo (inteso come una contrazione muscolare eccentrica). Continuando con un'analisi specifica dei singoli muscoli, è stato riportato che il capo

lungo del bicipite femorale ( BFLH) subisce il maggior fenomeno di stiramento, (aumento del 12,0% in lunghezza rispetto alla posizione eretta), il ST subisce l'allungamento muscolo-tendineo a velocità più elevata, ed il SM produce il più alto picco di forza esplicitata ed esegue la più alta quantità di lavoro sia positivo che negativo (7).

Esistono tuttavia altre fonti che supportano l'ipotesi che i muscoli posteriori della coscia siano, con più probabilità, sottoposti a sollecitazioni in fase di appoggio, quando l'arto è soggetto al peso corporeo esterno tramite contatto del piede a terra. In effetti sono state rilevate attività EMG le quali indicano che il complesso muscolare sia attivo in fase di appoggio e che, inoltre, è probabile che possa anche subire fenomeni di allungamento durante tale fase (8).

Si può arrivare alla conclusione che gli Hamstring, in ogni caso, siano muscoli coinvolti in tutte le fasi del ciclo della corsa per cui plausibilmente sottoposti ad una contrazione eccentrica sia nella fase di oscillazione che in quella di appoggio e quindi soggetti in entrambi i momenti, a sollecitazioni ripetute a carico della giunzione mio-tendinea. Tale concetto si basa in parte sull'ipotesi che il rischio che avvenga un evento lesivo sia legato principalmente allo stiramento del muscolo durante una contrazione eccentrica e perciò non correlato semplicemente alla quantità di forza esplicitata ma, maggiormente, in funzione dell'entità dello stiramento subito dall'unità muscolo-tendinea (9).

Tuttavia sono presenti differenze riguardanti il sito delle lesioni in relazione alle diverse fasi di appoggio e di oscillazione; mentre quest'ultima sembra coinvolgere principalmente il ventre muscolare nella sua parte distale, la fase di appoggio risulta sollecitare maggiormente la giunzione muscolo tendinea (10) e quindi avere un peso maggiore nell'insorgenza di un quadro di PHT. In particolare, durante la fase iniziale di appoggio avviene il momento di massima flessione di ginocchio e studi EMG associano a questa fase la maggior forza esplicitata dagli hamstring (5), tuttavia i muscoli non sembrano attuare una contrazione eccentrica in questa fase e quindi non risultano essere sottoposti ad un alto rischio di lesione poiché, come è stato già detto, l'evento lesivo è maggiormente legato allo stiramento che all'entità della forza della contrazione; al contrario, nella fase di tardo appoggio avviene sia una contrazione eccentrica che un fenomeno di allungamento delle strutture muscolari posteriori della coscia (11)

## MATERIALI E METODI

Per questo lavoro è stata effettuata una revisione della letteratura attraverso il database MedLine, in particolare attraverso il motore di ricerca PubMed (database di citazioni biomediche del US National Library of Medicine) e PEDro (Physiotherapy Evidence Database); diverse parole chiave sono state utilizzate per poi essere incrociate utilizzando gli operatori booleani “AND”, “OR” e “NOT” generando la seguente stringa di ricerca:

hamstring AND (proximal OR high OR origin OR “sacroiliac joint” OR pelvis OR tendon) AND (tendinopathy[Mesh] OR tendinosis OR strain OR injury OR pain) AND (diagnosis OR rehabilitation OR “manual therapy “ OR manipulation) NOT (fracture OR rupture OR reconstruction OR “anterior cruciate ligament”)

Tale stringa di ricerca si è poi tradotta nella “query translation” riportata di seguito:

hamstring[All Fields] AND (proximal[All Fields] OR high[All Fields] OR origin[All Fields] OR "sacroiliac joint"[All Fields] OR ("pelvis"[MeSH Terms] OR "pelvis"[All Fields]) OR ("tendons"[MeSH Terms] OR "tendons"[All Fields] OR "tendon"[All Fields])) AND ("tendinopathy"[MeSH Terms] OR ("tendinopathy"[MeSH Terms] OR "tendinopathy"[All Fields] OR "tendinosis"[All Fields]) OR ("sprains and strains"[MeSH Terms] OR ("sprains"[All Fields] AND "strains"[All Fields]) OR "sprains and strains"[All Fields] OR "strain"[All Fields]) OR ("wounds and injuries"[MeSH Terms] OR ("wounds"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "wounds and injuries"[All Fields] OR "injury"[All Fields]) OR ("pain"[MeSH Terms] OR "pain"[All Fields])) AND (("diagnosis"[Subheading] OR "diagnosis"[All Fields] OR "diagnosis"[MeSH Terms]) OR ("rehabilitation"[Subheading] OR "rehabilitation"[All Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Terms]) OR "manual therapy "[All Fields] OR manipulation[All Fields]) NOT (("fractures, bone"[MeSH Terms] OR ("fractures"[All Fields] AND "bone"[All Fields]) OR "bone fractures"[All Fields] OR "fracture"[All Fields]) OR ("rupture"[MeSH Terms] OR "rupture"[All Fields]) OR ("reconstructive surgical procedures"[MeSH Terms] OR ("reconstructive"[All Fields] AND "surgical"[All Fields] AND "procedures"[All Fields]) OR "reconstructive surgical procedures"[All Fields] OR "reconstruction"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament"[All Fields])

la ricerca ha portato alla selezione di 267 articoli; alcuni studi sono state aggiunti a quelli inclusi nella stringa di ricerca tramite la funzione “related citations” (4 items) e ulteriori citazioni sono state individuate dalla bibliografia degli articoli trovati. La scrematura degli studi è stata poi effettuata tramite la lettura del titolo (111 items) al fine di valutarne la pertinenza allo scopo di questo elaborato; la successiva valutazione è stata eseguita mediante la lettura degli abstract, conducendo ad un ulteriore restringimento delle fonti (58 items). Gli abstract di ogni studio potenzialmente pertinente sono stati ulteriormente revisionati; la lista degli articoli utilizzati e di cui è stato possibile reperire il full text sono riportati nella tabella sottostante.

Non sono stati applicati limiti temporali alla ricerca. La ricerca è stata limitata ai soli record provvisti di abstract ed in lingua inglese ed italiana.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Differential diagnosis of deep gluteal pain in a female runner with pelvic involvement: a case report.</u></b> Podschun L, Hanney WJ, Kolber MJ, Garcia A, Rothschild CE.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Diagnostic accuracy of clinical tests for assessment of hamstring injury: a systematic review.</u></b> Reiman MP, Loudon JK, Goode AP.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>MRI appearance of the proximal hamstring tendons in patients with and without symptomatic proximal hamstring tendinopathy.</u></b> De Smet AA, Blankenbaker DG, Alsheik NH, Lindstrom MJ.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Reliability and validity of three pain provocation tests used for the diagnosis of chronic proximal hamstring tendinopathy.</u></b> Cacchio A, Borra F, Severini G, Foglia A, Musarra F, Taddio N, De Paulis F.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>MR observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury.</u></b> Silder A, Heiderscheit BC, Thelen DG, Enright T, Tuite MJ.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Expert opinion: diagnosis and treatment of proximal hamstring tendinopathy.</u></b> Lempainen L, Johansson K, Banke IJ, Ranne J, Mäkelä K, Sarimo J, Niemi P, Orava S.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>The management of bilateral high hamstring tendinopathy with ASTYM® treatment and eccentric exercise: a case report.</u></b> McCormack JR.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>The assessment and management of chronic hamstring/posterior thigh pain.</u></b> Hunter DG, Speed CA.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Examination and treatment of hamstring related injuries.</u></b> Sherry M.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Hamstring exercises for track and field athletes: injury and exercise biomechanics, and possible implications for exercise selection and primary prevention.</u></b> Malliaropoulos N, Mendiguchia J, Pehlivanidis H, Papadopoulou S, Valle X, Malliaras P, Maffulli</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention.</u></b> Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chumanov ES, Thelen DG.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>An evidence-based approach to hamstring strain injury: a systematic review of the literature.</u></b> Prior M, Guerin M, Grimmer K.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Traumatic and overuse injuries of the ischial origin of the hamstrings.</u></b> McGregor C, Ghosh S, Young DA, Maffulli N.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>The assessment and management of chronic hamstring/posterior thigh pain.</u></b> Hunter DG, Speed CA.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Rehabilitation for hamstring injuries.</u></b> Mason DL, Dickens V, Vail A</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>High hamstring tendinopathy in runners: meeting the challenges of diagnosis, treatment, and rehabilitation.</u></b> Fredericson M, Moore W, Guillet M, Beaulieu C.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Hamstring injuries in sprinting - the role of eccentric exercise.</u></b> Stanton P, Purdham C.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains.</u></b> Sherry MA, Best TM.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>A randomized controlled trial of hamstring stretching: comparison of four techniques.</u></b> Fasen JM, O'Connor AM, Schwartz SL, Watson JO, Plastaras CT, Garvan CW, Bulcao C, Johnson SC, Akuthota V</li> </ul>

- **An evidence-based approach to hamstring strain injury: a systematic review of the literature.**

Prior M, Guerin M, Grimmer K

- **Shockwave therapy for the treatment of chronic proximal hamstring tendinopathy in professional athletes.**

Cacchio A, Rompe JD, Furia JP, Susi P, Santilli V, De Paulis F.

- **Differential diagnosis of deep gluteal pain in a female runner with pelvic involvement: a case report.**

Podschun L, Hanney WJ, Kolber MJ, Garcia A, Rothschild CE.

- **Diagnostic accuracy of clinical tests for assessment of hamstring injury: a systematic review.**

Reiman MP, Loudon JK, Goode AP.

- **MRI appearance of the proximal hamstring tendons in patients with and without symptomatic proximal hamstring tendinopathy.**

De Smet AA, Blankenbaker DG, Alsheik NH, Lindstrom MJ.

- **MR observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury.**

Silder A, Heiderscheid BC, Thelen DG, Enright T, Tuite MJ.

- **Reliability and validity of three pain provocation tests used for the diagnosis of chronic proximal hamstring tendinopathy.**

Cacchio A, Borra F, Severini G, Foglia A, Musarra F, Taddio N, De Paulis F.

- **High hamstring tendinopathy: MRI and ultrasound imaging and therapeutic efficacy of percutaneous corticosteroid injection.**

Zissen MH, Wallace G, Stevens KJ, Fredericson M, Beaulieu CF.

- **Surgical management of chronic proximal hamstring tendinopathy in athletes: a 2 to 11 years of follow-up.**

Benazzo F, Marullo M, Zanon G, Indino C, Pelillo F.

- **Proximal hamstring tendinopathy: results of surgical management and histopathologic findings.**

Lempainen L, Sarimo J, Mattila K, Vaittinen S, Orava S

## RISULTATI

### **Diagnosi:**

La risonanza magnetica e l'indagine ecografica sono considerati gli standard di riferimento per effettuare una diagnosi di PHT. Sia l'MRI che gli ultrasuoni sono risultati utili per determinare l'entità della lesione e nel fornire immagini strumentali (imaging findings) che possano suggerire la presenza di una tendinosi in pazienti sintomatici. Utilizzando gli ultrasuoni è possibile evidenziare la presenza di fluido o edema peritendineo, di aree ipoecogene, di un ispessimento dei tendini ed infine di possibili calcificazioni, tuttavia la RM risulta più sensibile nel rilevamento di eventuali fenomeni patologici a carico degli Hamstring, sia acuti che cronici, ed inoltre si rivela l'unica tecnica di imaging in grado di rilevare la presenza di edema osseo (bone bruise) a livello della tuberosità ischiatica. Detto questo, l'ecografia è un esame più semplice e più rapido da eseguire e può essere considerato una ragionevole alternativa per la diagnosi iniziale e il trattamento, riservando la RM ai casi in cui il primo tentativo terapeutico non risulti efficace.

La RM ha comunque un ruolo cruciale nella diagnosi e nella successiva guida al trattamento, fornendo dettagliate informazioni anatomiche sullo stato dei tendini e sulla presenza di cambiamenti patologici; la presenza di fluido o edema adiacenti l'inserzione prossimale del bicipite femorale, viene riportato come il più comune reperto di imaging (12). Possono essere inoltre evidenziate alterazioni del segnale compatibili con tessuti cicatriziali causati da traumi distrattivi, così come irregolarità dei muscoli e delle fibre.

Comune è il riscontro di un addensamento del tendine prossimale del semimembranoso, con un aumento dell'intensità del segnale nelle immagini in T1 e con riduzione della luminosità in T2; in percentuale minore può essere evidenziato un coinvolgimento secondario del tendine del bicipite femorale.

Istologicamente, vari gradi di tendinosi sono visibili nei campioni ottenuti dalla biopsia: tipici reperti morfologici di tendinosi (arrotondamento dei nuclei dei tenociti, aumento della sostanza fondamentale, disgregazione del collagene e una maggiore proliferazione vascolare) sono stati visti in diversi gradi; mentre nei tessuti sani a livello del tendine le cellule di grasso si possono trovare al di fuori di esso, nei campioni che presentano una tendinosi, sembra siano state isolate cellule lipidiche tra i fasci di collagene, suggerendo una possibile degenerazione adiposa.

Non vengono riportati segni di calcificazioni, né di metaplasia fibrocartilaginea o ossea, non sono infine state osservate nei campioni cellule infiammatorie (13).

Tuttavia molti dei risultati che vengono descritti da una RM come segni di una PHT possono essere ritrovati negli hamstring a livello prossimale anche in assenza di sintomi di una tendinosi; infatti è

stato evidenziato il fatto che le alterazioni del segnale pesate in T1 e T2, comunemente rilevate nei tendini prossimali, non sono così strettamente correlate alla presenza di sintomi e non sempre attinenti ai risultati dell'esame fisico; per quanto riguarda invece l'edema peritendineo e a livello della tuberosità ischiatica, così come l'aumento delle dimensioni del tendine, tali segni sono più comunemente associati a quadri sintomatici

Se i pazienti riferiscono sintomi attinenti con un quadro di tendinosi, in correlazione a risultati della risonanza magnetica associabili ad un aumento delle dimensioni dei tendini, edema della tuberosità ischiatica, e alterazioni del segnale in T2 peritendineo, si può formulare un'ipotesi diagnostica di PHT. Pertanto, la cautela è consigliata nella diagnosi di PHT basandosi solamente sui risultati della risonanza magnetica (14).

Il metodo usato per fare diagnosi e valutazione di PHT, oltre alle immagini diagnostiche, può avvalersi anche dell'esame fisico (ispezione, palpazione, valutazione del ROM attivo e passivo, test muscolari) e di test provocativi al fine di individuare l'eventuale presenza di segni e sintomi quali rigidità e dolore.

La posizione eretta e la postura dinamica (per esempio camminare e correre) andrebbero osservati e valutati ed una particolare area di attenzione dovrebbe essere la colonna lombare ed il bacino, notando un eventuale atteggiamento di tilt pelvico anteriore ed un aumento della lordosi lombare.

La palpazione della regione della tuberosità ischiatica fino all'inserimento distale degli hamstring può essere effettuata al fine di identificare eventuali aree di dolorabilità e cambiamenti qualitativi dei tessuti; solitamente la pressione a livello dell'ischio e dei tessuti adiacenti evoca una sintomatologia algica. Un'ulteriore indagine palpatoria sull'area della colonna lombare e del bacino deve essere eseguita per identificare un possibile coinvolgimento di tali segmenti (15).

Le informazioni in letteratura relative all'identificazione clinica di pazienti con PHT sono limitate e pochi studi suggeriscono l'uso di test clinici specifici con precisi valori di accuratezza diagnostica (affidabilità e validità); nel particolare Zeren e Oztekin (16) hanno investigato su specifici test speciali (Fig.1), mentre Schneider-Kolsky et al (17) hanno impiegato un composite clinical assessment (Fig.2)

Poiché molti dei sintomi sono scatenati da attività sportive, in particolare nell'area della tuberosità ischiatica, i test di provocazione del dolore possono essere usati per fini diagnostici (18); a tal proposito Cacchio et al. hanno sviluppato uno studio con l'obiettivo di descrivere tre

Test provocativi (due passivi e uno attivo) che possono essere utilizzati in combinazione con il rilevamento dei tipici reperti MRI per la diagnosi di PHT. Sull'ipotesi che la loro esecuzione possa causare un aumento della tensione in tutto il compartimento tendineo prossimale, si punta così a

scatenare il sintomo a livello di queste strutture. Lo studio mira, inoltre, a valutare il loro livello di affidabilità e validità utilizzando la risonanza magnetica come misura di criterio.

I tre Test esaminati sono rispettivamente il Puranen–Orava (PO) test, il bent-knee stretch (BK) e il modified bent-knee stretch (MBK) test (Fig.3), considerando positivo il risultato di ogni test se quest'ultimo produceva un'esacerbazione dei sintomi tipici del paziente.

I risultati riportano alti valori di affidabilità sia inter-operatore che intra-operatore, così come significativi valori relativi alla validità: la sensibilità per il PO Test è risultata essere del 76%, mentre la sua specificità dell'82%; migliori sono stati i risultati ottenuti con il BK ed il MBK test che hanno mostrato un sensibilità, rispettivamente dell'84% e dell'89%, ed una specificità rispettivamente, dell'87% e del 91%.

Sebbene i test di provocazione hanno dimostrato indici di validità accettabili, va ricordato che altre cause possono essere responsabili di un dolore a livello della tuberosità ischiatica, come patologie a carico dell'osso ischiatico, borsiti e lesioni del quadrato del femore (18).

La diagnosi differenziale deve considerare inoltre gli strappi muscolari e la sindrome del piriforme: la loro localizzazione, le manifestazioni cliniche e la tipologia di pazienti (atleti giovani e adulti) sono gli stessi della PHT. In più, patologie a livello dell'articolazione sacroiliaca e fenomeni di sciatica lombosacrale dovrebbero essere considerati. Manifestazioni patologiche più insolite sono ematomi o tumori dei tessuti molli della coscia (lipomi, sarcomi).

Nelle lesioni muscolari, il dolore è acuto e localizzato più distalmente nel ventre; spesso c'è presenza di una soluzione di continuo dei fasci del muscolo.

La sindrome del piriforme è caratterizzata da dolore nella regione glutea, frequentemente associato a debolezza negli arti inferiori durante l'esecuzione di esercizi; una compressione del nervo sciatico può essere causata dal contatto con il muscolo piriforme, contratto e ipertrofico; localizzazione del dolore, test specifici (Pace's sign and Freiberg's sign) e risultati della MRI che evidenziano ipertrofia del muscolo piriforme, rappresentano dati indicativi.

Nella borsite ischiatica, il dolore si localizza nella regione glutea e viene evocato dalla palpazione della tuberosità ischiatica o da una prolungata posizione seduta. A differenza della PHT il dolore si verifica a riposo, disturba il sonno, e costringe il paziente ad una continua ricerca di una più comoda posizione.

La sindrome compartimentale posteriore della coscia è un'altra patologia sportiva derivante da un sovraccarico funzionale degli hamstring che conduce ad una rapida ipertrofia non seguita dalla distensione della loro fascia; il dolore si verifica durante l'esercizio fisico, ma non in posizione seduta.

Nei quadri di tendinosi prossimale gli studi di conduzione nervosa sono in genere negativi; in ogni caso, aderenze tra il nervo sciatico e i tendini ispessiti potrebbero causare un'episodica compressione nervosa; si verifica in genere durante lo stretching o nella fase di oscillazione in avanti nella corsa. Si Considera comunque l'elettro-neuromiografia un esame utile per aiutare nella diagnosi differenziale (19).

Bisogna in ogni caso tenere presente l'impossibilità di separare in maniera completa il tessuto neurale da quello muscolare, essendo entrambi influenzati da manovre di stiramento. Questo concetto riconosce il ruolo che può avere un alterato movimento neurale nel contribuire alla produzione di una disfunzione nei tessuti molli. Durante il fisiologico movimento, il sistema nervoso, spostandosi contro i tessuti adiacenti, viene sottoposto a forze di compressione e trazione; un'alterazione nella capacità del sistema neurale di tollerare queste sollecitazioni può essere considerato come un fattore contribuente all'insorgenza di una disfunzione muscolo-scheletrica. Due test neuro dinamici, lo straight leg raise (SLR) test e lo slump test, possono risultare particolarmente utili per la valutazione di tali problematiche riguardanti il sistema nervoso periferico e funzionali al fine di differenziare un dolore derivante da strutture nervose da un dolore di origine muscolo-scheletrica; ciò avviene praticamente attraverso l'aggiunta di manovre sensibilizzanti (flessione cervicale, rotazione interna dell'anca, flessione dorsale della caviglia) che vanno ad aumentare ulteriormente lo stress sul tessuto neurale, ma che, in teoria, non modificano la tensione nel tessuto muscolare posteriore della coscia.

### **Trattamento conservativo:**

Attualmente non è possibile stabilire un consenso comune sulla migliore gestione conservativa di un quadro di PHT a causa del basso livello scientifico di evidenze sull'efficacia degli interventi in uso. Tuttavia, secondo il modello concettuale di inter-relazione tra i molteplici fattori coinvolti nella patologia un approccio multimodale è consigliabile (20).

I metodi di trattamento riportati in relazione a tale situazione clinica sono, nella maggioranza, paragonabili a quelli di altre tendinosi: si può includere relativo riposo e ghiaccio per alleviare i sintomi nella fase iniziale, la riduzione o la pausa dall'attività sportiva, farmaci anti-infiammatori non steroidei (FANS), l'utilizzo di tecniche di soft-tissue-mobilization, lo stretching, un progressivo rinforzo attraverso l'utilizzo di esercizi eccentrici a carico degli hamstring e di stabilizzazione del tronco.

L'uso di tecniche di soft-tissue-mobilization (STM), proposto per cercare di normalizzare la struttura del tendine, è raccomandato nel trattamento e nella gestione di diverse patologie tendinee, tuttavia non vi sono che prove limitate a sostegno di questo approccio (21).

E' stato ipotizzato che l'STM sia in grado di causare un aumento dei fibroblasti che dovrebbero teoricamente promuovere la guarigione corretta del tendine; inoltre si è ipotizzato che possa attivare una risposta rigenerativa dei tessuti molli tramite la stimolazione del processo di fagocitosi mediata da macrofagi, ed il rilascio a livello locale di fattori di crescita (22).

Rompere aderenze e tessuto cicatriziale con la mobilizzazione dei tessuti molli attraverso l'utilizzo di una frizione trasversale può risultare vantaggioso; ciononostante deve essere evitata la compressione diretta sulla tuberosità ischiatica poiché tale manovra potrebbe aggravare il sottostante edema osseo.

La flessibilità degli hamstring gioca un ruolo chiave nell'ambito di una riabilitazione efficace.

Un aumento della stiffness muscolare a livello della regione posteriore della coscia è evidenziabile a livello dell'arto sintomatico mediante il BK test riportato in precedenza, e confrontandolo poi con il controlaterale.

L'allungamento meccanico può essere utile per i tendini, promuovendo la differenziazione di cellule staminali presenti in queste strutture in tenociti, tuttavia un eccessivo carico da stiramento può essere dannoso e promuovere un accumulo di lipidi e la formazione di tessuto di calcificazione, caratteristiche tipiche di un coinvolgimento patologico di strutture tendinee (23).

Un corretto programma di stretching è quindi fondamentale per migliorare l'estensibilità muscolare; alcune ricerche suggeriscono che la posizione di allungamento andrebbe mantenuta all'incirca per 30 secondi, e ripetuta per almeno 3-4 serie. Per raggiungere un aumento significativo della flessibilità, l'esecuzione degli esercizi di stretching dovrebbe essere attuata 5 o più volte alla settimana (24).

Clinicamente, si può ipotizzare che le manovre di stretching possono risultare utili nel trattamento della PHT, favorendo un rimodellamento del tendine e delle strutture molli circostanti ed un recupero dell'elasticità dei tessuti; queste modificazioni possono anche essere attribuibili alla modifica delle proprietà visco-elastiche a livello dell'unità muscolo-tendinea, che comporta una diminuzione della tensione in relazione all'intervallo di tempo in cui viene esplicitata la forza.

Miglioramenti nella flessibilità dei tendini sono stati osservati utilizzando specifiche manovre (Fig. 4), riguardanti sia tecniche di stretching attivo che di allungamento passivo (25).

Inoltre, può risultare vantaggiosa l'aggiunta di un componente di neuro-mobilizzazione, la quale tende a sottolineare il fatto che la flessibilità sia influenzata non solo dall'elasticità muscolare, ma anche dallo stato di tensione del tessuto connettivo / nervoso (26).

Gli atleti, durante la transizione nella stagione competitiva, pongono una maggiore percentuale di enfasi sullo sprint: la velocità degli arti e i range di movimento aumentano, mentre diminuisce il

tempo a disposizione dei muscoli al fine di produrre un'accelerazione o un rallentamento; inoltre le forze prodotte sia in fase concentrica che in quella eccentrica aumentano notevolmente.

L'esposizione continua a sollecitazioni ripetute che si esplicano attraverso contrazioni eccentriche, può risultare in una modificazione delle strutture, ed in particolare della stiffness muscolare, che è possibile interpretare come un tentativo di resistere agli stress meccanici da stiramento; pertanto, un muscolo può irrigidirsi per proteggere le strutture, in risposta alle forze a cui viene sottoposto ed allo stesso tempo per aumentare la quantità di energia elastica disponibile.

Si è sostenuto che fenomeni lesivi a carico degli hamstring possono essere ridotti se si ottiene un aumento della lunghezza muscolare attraverso un training specifico; l'unica forma di allenamento che è stato dimostrato aumentare l'estensibilità, attraverso lo sviluppo di tensione, è l'esercizio eccentrico (27); quest'ultimo, inoltre, stimolando il muscolo a raggiungere una maggiore lunghezza ed aumentandone la massa e la forza rispetto ad un training concentrico, può prevenire più efficacemente lesioni all'unità muscolo-tendinea, incrementando la capacità del muscolo di assorbire le sollecitazioni.

Durante la produzione da lavoro negativo e quindi una contrazione eccentrica, il consumo di ossigeno aumenta raramente più di due volte rispetto al valore a riposo ed oltre a ciò, precedenti studi hanno dimostrato che quando un muscolo viene allungato eccentricamente, l'energia prodotta risulta sostanzialmente minore rispetto alla concentrica con riferimento alla ripartizione di ATP ed alla produzione di calore. Ne consegue che una maggiore produzione di energia, così come un più alto consumo di ossigeno durante la contrazione concentrica, comporta un concomitante aumento del metabolismo cellulare; così, essendo generati più prodotti di scarto, quest'ultimi possono poi portare ad uno stato di maggiore irritazione chimica (28).

Un training eccentrico permette di sottoporre il muscolo ad un più intenso stress e ciò può servire come base per l'applicazione di un progressivo programma di rinforzo, finalizzato ad aumentare il livello di sopportazione al sovraccarico, che potrà poi consentire un miglioramento delle prestazioni: uno sviluppo della funzione eccentrica comporta, infatti, anche la possibilità di diminuire il tempo di recupero dell'arto, aumentandone così la cadenza. Allo stesso tempo, un miglioramento del recupero di energia elastica è anche un mezzo per incrementare la potenza generata dai muscoli ischiocrurali (29); tali elementi appaiono perciò correlati non solo ad una diminuzione del rischio di eventi lesivi, ma anche ad un aumento della performance atletica.

L'allungamento attivo dei muscoli posteriori della coscia può verificarsi sia nella fase di oscillazione (catena cinetica aperta) che durante la fase di appoggio (catena cinetica chiusa); questo suggerisce che gli esercizi eccentrici in catena cinetica aperta e chiusa dovrebbero essere inclusi ed, inoltre, un programma di prevenzione globale dovrebbe comprendere esercizi che

coinvolgano sia l'anca che il ginocchio al fine di riprodurre la loro funzione durante lo sprint (Fig.5).

L'attivazione non uniforme delle diverse componenti del gruppo muscolare durante i diversi esercizi di rafforzamento è stato recentemente dimostrato, suggerendo che è possibile focalizzare il target sulle differenti parti degli hamstring con diversi esercizi (30); la selezione del movimento più appropriato è fondamentale per indirizzare il trattamento e quindi per il raggiungimento degli obiettivi terapeutici: negli atleti con un ipotizzabile quadro di PHT, un intervento terapeutico mirato, che comprenda un progressivo programma di rinforzo, dovrebbe incorporare esercizi di eccentric leg curls, lunges e di single leg deadlifts, in quanto quest'ultimi sembrano selettivamente ed efficacemente attivare il complesso muscolare preso in esame (31). Nella fase finale l'attenzione della riabilitazione è incentrata sui movimenti eccentrici in uno stato di allungamento, per poi proseguire con l'esecuzione di esercizi pliometrici e di un training sport-specifico.

Recentemente, un allenamento incentrato su attività di core-stability è stato fortemente sostenuto da numerose pubblicazioni. Una diminuzione del controllo motorio, visto come una possibile causa di insorgenza di PHT giustifica un maggiore uso di un training neuromuscolare nei trattamenti riabilitativi e di prevenzione. La perdita di stabilità neuromuscolare in qualsiasi parte del tratto lombo-pelvico, correlato alla catena cinetica delle estremità inferiori, può essere inteso come una componente di fondo dei processi degenerativi a carico dell'unità muscolo-tendinea; pertanto, qualsiasi alterazione della stabilità sia del rachide lombare che del bacino potrebbe portare a crescenti richieste neuromuscolari a carico degli ischio crurali, predisponendo a lesioni a livello di tale complesso muscolare.

Una critica comune dei programmi di riabilitazione che focalizzano l'attenzione principalmente sull'incremento della forza eccentrica è la mancanza di considerazione per le strutture adiacenti ai muscoli ischiocrurali. L'ipotesi che sia strettamente necessario un buon controllo neuromuscolare della regione lombo-pelvica per poter raggiungere la funzione ottimale degli hamstring durante l'attività sportiva, ha condotto ad un utilizzo sempre più frequente di tale approccio.

L'introduzione di esercizi di core-stability (Fig.6) è mirata a limitare la tensione a livello dell'origine muscolo tendinea controllando la direzione di movimento; questo permette potenzialmente, un carico locale più precoce a livello del tessuto danneggiato, senza eccessive sollecitazioni che possano compromettere la guarigione dei tessuti. Il carico anticipato sulle strutture prossimali, mediante un controllo dello stato di tensione muscolo-tendinea in un range protetto, può contribuire a ridurre, infine, l'atrofia muscolare.

Il lavoro sulla giusta direzione di movimento può portare ad una maggiore funzionalità dei muscoli agonisti ed antagonisti che controllano l'articolazione dell'anca ed i movimenti del bacino; ciò

consente, di conseguenza, agli arti inferiori di svolgere le loro azioni in maniera più efficiente, pur mantenendo una gamma di movimenti che garantisca la sicurezza delle strutture muscolo-tendinee prossimali, evitando eccessivi stiramenti. La progressione del programma di stabilizzazione dovrebbe, quindi, proporre una combinazione di movimenti concentrici, eccentrici e contrazioni isometriche degli hamstring in varie posizioni di lunghezza e quindi di tensione (32).

L'interrelazione del controllo neuromuscolare tra principali muscoli stabilizzatori ed i tendini prossimali della tuberosità ischiatica potrebbero anche contribuire a spiegare perché nei pazienti con lesione dei muscoli posteriori della coscia, è stata riscontrata una diminuzione dei tassi di recidiva quando il trattamento ha incluso esercizi di stabilizzazione del tronco rispetto ad un semplice rafforzamento (33).

I principali muscoli atti alla stabilizzazione lombo-pelvica sono rappresentati dal Multifido (MF), dal Trasverso Addominale (TA) e dagli obliqui interni (OI). Gli addominali obliqui ed il trasverso sono particolarmente importanti nella stabilità del rachide per via delle loro connessioni con la fascia toraco-lombare e del loro ruolo nel controllare la pressione intra-addominale; un importante rapporto è presente tra il trasverso e la fascia toraco-lombare nel movimento di estensione della colonna vertebrale (34).

Il complesso muscolare dei glutei fornisce anch'esso un importante contributo alla stabilità pelvica dinamica e deve essere in grado di attivarsi efficacemente per ridurre il tempo di contatto del piede al suolo, necessario nell'attuazione di una corsa veloce (35).

L'utilizzo di onde d'urto (SW) ha mostrato risultati soddisfacenti sia in termini di riduzione del dolore, sia per quanto riguarda il ritorno all'attività sportiva; l'applicazione di sedute di SW viene eseguita posizionando i pazienti in decubito supino con l'anca in flessione ed il ginocchio a 90°; l'applicatore di metallo è posizionato perpendicolarmente all'area relativa al dolore riportato dai soggetti, corrispondente alla zona della tuberosità ischiatica e dei tendini prossimali. Le sedute di terapia vengono effettuate ad intervalli settimanali (36).

Il trattamento con iniezioni di plasma (Platelet-rich plasma - PRP) viene segnalato per essere un trattamento efficace in casi di patologie tendinee di carattere cronico; per PRP si intende un campione di sangue autologo, che contiene una concentrazione sierica superiore di piastrine e di una varietà di altri fattori di crescita e citochine, che hanno dimostrato avere proprietà rigenerative (37) e promuovere le guarigione del tendine. Nonostante la validità di tale approccio non sia sostenuta da studi di buona qualità in vivo, esistono minime evidenze scientifiche sull'efficacia di iniezioni di plasma rispetto all'utilizzo di un placebo.

### **Chirurgia:**

Come con altre patologie a carico dei tendini, la prima opzione di trattamento è quella conservativa; si ricorre alla chirurgia quando il trattamento conservativo fallisce.

La via del trattamento chirurgico deve essere intrapresa se sono presenti le seguenti condizioni: se i sintomi causano un'importante limitazione o interruzione dello sport e della partecipazione, se i risultati della RM suggeriscono la presenza di una degenerazione tendinea o segni di cicatrici di precedenti eventi distrattivi e se il trattamento conservativo non è stato efficace.

Il tempo medio tra l'insorgenza dei sintomi intervento è stimato tra i 21 e i 23 mesi (19) (13).

L'intervento viene eseguito mediante anestesia spinale, con il paziente prono e la gamba flessa per rilassare i muscoli posteriori della coscia e il nervo sciatico; una volta reperito il tendine coinvolto nel processo di cicatrizzazione o che può presentarsi ipertrofico e marcatamente fibrotico, può essere effettuata una parziale tenotomia o l'esecuzione di microincisioni per rilassare l'unità mio-tendinea; nel caso che le aderenze coinvolgano anche l'ischio, dei piccoli fori possono essere provocati a livello dell'osso per rivitalizzare l'entesi sofferente.

Dopo la tenotomia, il nervo sciatico viene esplorato e, in alcuni casi in cui intorno siano presenti aderenze minori, viene liberato; raramente si rende necessaria una neurolisi vera e propria.

La procedura chirurgica appena riportata è stata modificata dalla tecnica descritta in precedenza (Puranen e Orava nel 1988). Negli studi pubblicati negli anni precedenti, le procedure chirurgiche si erano concentrate sulla banda ispessita del tendine presente sulla parte antero-laterale del bicipite femorale (38) (39). Ora, attraverso il miglioramento degli strumenti diagnostici e avendo raggiunto una più accurata conoscenza dell'anatomia dell'origine prossimale degli hamstring, si è arrivati alla conclusione che questo addensamento della banda si trovi in realtà a livello del bordo laterale del tendine del semimembranoso, che si osserva tipicamente addensato in un quadro di tendinosi prossimale (40).

Detto questo, si tende ad effettuare la tenotomia del semimembranoso nel trattamento di questi pazienti; il successo clinico osservato dopo il rilascio chirurgico del tendine del semimembranoso può essere basato sulla teoria che tale tenotomia possa portare ad un trasferimento degli stress agli altri muscoli, cioè al bicipite femorale e al semitendinoso

Si può ipotizzare che in un quadro di PHT che richiede un trattamento chirurgico, questa diminuzione del carico possa aiutare il tendine semimembranoso a recuperare, anche se non risulta chiaro il motivo per cui il tendine semimembranoso sia colpito più spesso rispetto agli altri tendini; può essere comunque preso in considerazione il fatto che tale muscolo possieda le fibre muscolari con la minor lunghezza rispetto agli altri due muscoli; in particolare l'estensione delle fibre del semimembranoso risulta essere stimata solo del 78% se paragonata a quella delle strutture che

compongono il bicipite femorale e addirittura del 45% se si prende in considerazione il semitendinoso (41).

Recentemente, Askling et al. (42) hanno scoperto che nelle lesioni prossimali degli hamstring, i danni tendinei isolati unicamente al tendine prossimale del semimembranoso spesso hanno bisogno di un tempo di recupero più lungo rispetto alle lesioni prossimali del bicipite femorale e tale fatto può arrivare a minacciare la carriera di un atleta.

Questo potrebbe riflettere una migliore capacità di assorbire fenomeni di overload e di guarigione globale del tendine del bicipite femorale rispetto al tendine del semimembranoso .

Prendendo in considerazione tali aspetti, durante l'intervento chirurgico, in seguito alla tenotomia, il tendine del semimembranoso può essere suturato al bicipite femorale, per evitare un'eccessiva retrazione.

La gestione post-operatoria del paziente prevede un precoce movimento passivo delle articolazioni dell'anca e del ginocchio ed un allungamento dei muscoli posteriori della coscia. Il movimento attivo viene incoraggiato dal primo giorno post-operatorio; si prosegue con il recupero graduale del carico a tolleranza.

Durante i primi dieci giorni, si porta avanti un progressivo rafforzamento in eccentrica dei muscoli posteriori della coscia, glutei e quadricipiti. Il nuoto è permesso tre settimane dopo la chirurgia. Dopo quattro settimane può essere introdotto un potenziamento concentrico in catena cinetica chiusa e in bicicletta. La corsa è prevista intorno ai due mesi dopo l'intervento chirurgico.

La possibilità di ritornare alla completa attività sportiva da parte del paziente viene stimata dai vari studi intorno al quarto mese.

## DISCUSSIONE

L'attenzione a migliorare la flessibilità, così come il rinforzo muscolare, sono ben riconosciuti come metodi efficaci nel trattamento delle problematiche tendinee, al contrario, la valutazione e il monitoraggio delle deviazioni posturali sono meno praticati, presumibilmente a causa della mancanza, in letteratura, di una definitiva relazione tra postura e insorgenza della lesione; ad esempio un aumento del grado di lordosi lombare suggerisce un'associazione tra questo atteggiamento posturale e la tensione a livello degli hamstring (43).

Un accorciamento dei muscoli ischiocrurali in pazienti con LBP può essere considerato come un meccanismo di compensazione per il controllo di un'eccessiva lordosi lombare, indotta da specifici pattern muscolari (44). Ne deriva un'elevata correlazione tra una condizione di mancata estensibilità degli hamstring e problematiche lombo-sacrali, che potrebbe riflettere un meccanismo di compensazione utile per le persone con instabilità lombo-pelvica: in pazienti con lombalgia, la flessione in avanti è spesso dolorosa a causa dell'aumento del carico spinale durante questo movimento; un incremento della tensione delle strutture mio-tendinee posteriori impedisce al bacino una rotazione in avanti, che limitando la posizione in flessione anteriore della colonna vertebrale, riduce così il carico spinale (45).

Poiché il bacino è il sito di attacco per l'origine dei muscoli ischiocrurali, è stato possibile ipotizzare che il controllo neuromuscolare della regione lombo-pelvica, comprendente movimenti di tilt pelvico e di antiversione e retroversione, sia necessario per garantire la funzione ottimale nello sprint e nei movimenti caratterizzati da un'alta velocità; cambiamenti della posizione pelvica possono incidere e produrre modificazioni nelle relazioni lunghezza-tensione e nei rapporti forza-velocità.

Nel corso degli ultimi decenni, l'approccio valutativo e di trattamento del dolore muscolo-scheletrico, dall'inclusione unicamente di esercizi mirati allo sviluppo della sola forza, è arrivato a prendere in considerazione il coinvolgimento dell'intero sistema motorio. Secondo questo punto di vista, una modificazione delle caratteristiche di lunghezza e di forza muscolare può portare alla strutturazione di schemi di movimento alterati, dolore, ed a disturbi del movimento; l'aumento o la diminuzione dell'attività muscolare ed un ritardo di attivazione può alterare il normale pattern motorio, perciò uno degli obiettivi principali della riabilitazione dovrebbe essere la risoluzione di alterati schemi di movimento riscontrabili in pazienti con disturbi di carattere muscolo-scheletrico. Si presume che quando un muscolo responsabile di uno specifico movimento articolare sia inibito o indebolito, la sua intensità di attivazione si abbassi ed i muscoli sinergici provino a sostituirlo

L'ipotesi che un aumento della stiffness, la debolezza e l'alterato timing di attivazione possono risultare in un processo di squilibrio muscolare con alterazione del normale schema di movimento (46) può essere rapportata al fatto che, attraverso una revisione della letteratura, si è potuto evidenziare che la forza muscolare e la lunghezza a livello degli hamstring, hanno evidenziato una diminuzione dell'intensità della contrazione e della flessibilità in atleti con fenomeni lesivi a carico di tale complesso muscolare.

I dati hanno mostrato una differenza significativa nell'attività elettromiografia del muscolo Grande Gluteo (GG) tra atleti con una storia di lesione alle strutture muscolo-tendinee prossimali; tale muscolo è fortemente attivo nel movimento di estensione dell'anca durante lo sprint e ne consegue che una disfunzione degli ischiocrurali, può portare ad un'iperattivazione del GG (47).

Alcuni ricercatori hanno evidenziato un pattern di attivazione muscolare alterato negli erettori spinali, GG e negli hamstring in pazienti affetti da dolore lombare; tali risultati dimostrano l'alterazione dell'attività muscolare in pazienti con lombalgia e possono perciò condurre ad un'ulteriore considerazione sulla possibile associazione tra le strutture mio-tendinee prossimali e disfunzioni lombo-pelviche (48).

Tuttavia La maggior parte degli studi che riportano una problematica degli ischio crurali in individui con LBP non fanno distinzione tra origine sacrale o lombare del dolore riferito dal paziente.

In differenti articoli si ipotizza una stretta relazione tra una disfunzione della sacro-iliaca in correlazione a problematiche riguardanti i muscoli ischiocrurali; Il tilt pelvico è un fattore importante nel controllo posturale durante la corsa ed un'antiversione della pelvi può causare un aumento di tensione nei muscoli posteriori della coscia, che può essere una causa di sollecitazioni ripetute e portare, conseguentemente a fenomeni da overload.

Una rotazione anteriore dell'ileo sposta l'origine del complesso muscolare sulla tuberosità ischiatica più lontano dalla sua inserzione; ciò porta ad un allungamento dell'intera unità muscolo-tendinea; una correzione di tale disfunzione sacro-iliaca può portare ad una diminuzione degli stress distrattivi (49).

Nella letteratura sono presenti ulteriori fonti che evidenziano una stretta correlazione riguardo la funzionalità degli hamstring e la stabilità dell'articolazione sacro-iliaca (SIJ).

Prove biomeccaniche indicano che modifiche posturali conseguenti ad una situazione di accorciamento del BM potrebbero indirettamente influenzare la stabilità della SIJ. La tensione degli Hamstring può comportare un' aumentata flessione del ginocchio, con conseguente spostamento anteriore del centro di massa, che comporterebbe quindi una maggiore nutazione sacrale durante le attività in posizione eretta. Allo stesso tempo, il BM, attraverso la sua inserzione a livello della

tuberosità ischiatica, potrebbe limitare la rotazione anteriore o anche indurre la rotazione posteriore della SI.

Una rotazione posteriore dell'ileo insieme ad una nutazione sacrale sono fattori che contribuiscono alla stabilità articolare della SIJ (50); una situazione di accorciamento muscolo-tendineo può rappresentare un meccanismo di compensazione per garantire la stabilità della SI in soggetti che presentano una debolezza del GG; tale muscolo attraversa la SIJ e presenta siti di inserzione a livello del sacro, dei legamenti sacrali dorsali lunghi e del legamento sacrotuberoso; la tensione muscolare prodotta da una contrazione del GG e trasmessa a tali strutture contribuisce a garantire la force-closure dell'articolazione e quindi la sua stabilità. Poiché il muscolo BF, in particolare il suo capo lungo, presenta anch'esso un attaccamento comune al legamento sacrotuberoso e dei dorsali lunghi, può essere ipotizzato che l'accorciamento del muscolo bicipite femorale potrebbe aumentare la tensione su queste strutture e migliorare in tal modo la stabilità articolare quando la force-closure non è garantita da una sufficiente forza del GG.

Una disfunzione a carico della SIJ è stata definita come un'asimmetria pelvica tra i movimenti delle ossa iliache di destra e sinistra; il joint play è rappresentato da un movimento di piccola ampiezza e che non può essere introdotto da una volontaria contrazione muscolare. Questi rapporti articolari sono essenziali e disfunzioni articolari possono verificarsi in presenza di un loro impedimento.

La rotazione iliaca e la torsione del sacro può derivare da forze trasmesse dalla colonna vertebrale, dal pavimento pelvico o dagli arti inferiori. Negli atleti, errori di esecuzione del gesto sportivo, un sovrallenamento, una rigidità muscolare unilaterale od una contrattura possono produrre forze di rotazione anormali: ad esempio la tensione eccessiva del bicipite femorale potrebbe produrre una forza di rotazione inferiore attraverso l'inserzione sulla tuberosità ischiatica, così come un ileo fissato in rotazione anteriore comporta un'ipomobilità dell'ischio, aumentando lo stress a livello dell'origine degli hamstrings, in particolar modo durante i movimenti di flessione dell'anca. Tale tipologia di sovraccarico è particolarmente rilevante negli sport che coinvolgono rapide accelerazioni o Sprint (51).

Da un punto di vista artrocinematico, una retrazione della capsula anteriore e delle strutture mio-tendinee dell'articolazione coxo-femorale, può risultare in una limitazione del movimento di estensione, conducendo ad una inibizione ed una perdita di funzionalità del GG, a causa dell'impedimento meccanico; una visibile atrofia muscolare dei glutei è spesso associata ad una situazione di accorciamento del muscolo ileopsoas.

Il grande gluteo è il principale muscolo atto al movimento di estensione dell'anca, ed essendo un muscolo sinergico agli ischiocrurali, una sua debolezza può causare un sovraccarico ed una maggiore tendenza a fenomeni lesivi.

Mobilizzazioni effettuate sulla capsula anteriore dell'anca hanno dimostrato aumentare significativamente la forza del GG. La debolezza muscolare può quindi essere provocata da inibizione relativa ad un' ipomobilità capsulare (il GG è funzionalmente limitato ogni volta l'anca estende a causa della barriera restrittiva determinata dalla retrazione); durante una mobilizzazione articolare, l'effetto sulla frequenza di scarica dei meccanorecettori può teoricamente ridurre l'inibizione neurale del muscolo grande gluteo, inibendo contemporaneamente il muscolo ileopsoas attraverso il fenomeno di Sherrington (52).

Si può ipotizzare una situazione analoga riferendosi al ruolo terapeutico di mobilizzazione e manipolazioni a livello della SIJ, che oltre a normalizzare un'eventuale rotazione anteriore dell'ileo, può favorire una stimolazione dei meccanocettori e quindi una migliore funzionalità dei muscoli ischiocrurali.

Quando ci sono limitazioni articolari, input prodotti dai meccanorecettori al Sistema Nervoso Centrale possono causare un indebolimento attivo dei muscoli la cui azione è impedita dalla restrizione del movimento. Quindi, in aggiunta ad una specifica serie di esercizi terapeutici, l'uso di tecniche articolari, finalizzate all'incremento del range of motion in presenza di eventuali limitazioni di quest'ultimo, può risultare utile ai fini del programma riabilitativo.

## CONCLUSIONI

La PHT (Proximal Hamstring tendinosis) è una condizione patologica che coinvolge principalmente gli atleti, ed in particolar modo, soggetti che praticano l'atletica leggera o attività sportive che implicano frequenti sprint ed accelerazioni. La diagnosi si serve dell'esame clinico e di eventuali immagini diagnostiche, e deve necessariamente escludere, attraverso la diagnosi differenziale, le altre potenziali cause di dolore gluteo.

Il programma riabilitativo utilizza un approccio multimodale che include tecniche di soft-tissue-mobilization, lo stretching, un progressivo rinforzo eccentrico ed esercizi di core-stability.

Nel trattamento del dolore cronico, prendere in considerazione una visione globale è spesso appropriato; in particolare, per quanto riguarda la PHT, l'eziologia è probabilmente multifattoriale e talvolta difficile da definire. Ne consegue che la valutazione della biomeccanica del segmento lombo-pelvico, ed un eventuale intervento terapeutico focalizzato su tale tratto, può svolgere un ruolo prezioso nella risoluzione di tale condizione patologica.

Sempre in un ottica di interdipendenza regionale, l'approccio terapeutico di un quadro di dolore muscolo-scheletrico causato da una disfunzione a carico dell'origine prossimale dei tendini degli hamstring, deve includere il ripristino di un corretto controllo motorio, correggendo la biomeccanica delle articolazioni ed aumentando l'input propriocettivo diretto al sistema nervoso centrale. Il timing di attivazione, il pattern e l'ampiezza delle contrazioni muscolari dipendono da una risposta appropriata sia del sistema nervoso centrale sia da quello periferico, i quali a loro volta si basano sugli opportuni input afferenti provenienti dalle articolazioni, legamenti, fascia e muscoli (53). Un posizionamento insolito delle articolazioni può influenzare l'output articolare efferente ed il programma motorio che coinvolge strutture miofasciali come il trasverso addominale e il multifido.

I meccanorecettori possono essere stimolati durante le attività che massimizzano l'input sensoriale per il sistema nervoso centrale, suscitando risposte automatiche nei muscoli, e ciò può essere attuato attraverso esercizi propriocettivi, di equilibrio e di agilità che stimolano i sistemi sub-corticali che regolano tali aspetti (54); l'esecuzione di tali compiti dovrebbe essere abbinata ad una costante attenzione al mantenimento di una posizione neutra del tratto lombo-pelvico, e quindi al ripristino di un buon controllo motorio del tratto lombare e dei movimenti di tilt pelvico e di ante e retroversione; si può sostenere che task mirati e movimenti sport-specifici, che è possibile introdurre nelle fasi finali del percorso terapeutico, risultino maggiormente efficaci rispetto ai tradizionali metodi di rinforzo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Nicola Maffulli, MD, MS, PhD, FRCS(Orth), Jason Wong, MRCSb, Louis C. Almekinders. Types and epidemiology of tendinopathy. *Clin Sports Med.* 2003;; p. 675– 692.
2. Maffulli, N; Khan, KM; Puddu, GC. Overuse tendon conditions: time to change a confusing terminology. *Arthroscopy.* 1998;; p. 14:840– 3.
3. Rees JD, Stride M, Scott A. Tendons--time to revisit inflammation. *Br J Sports Med.* 2014 Nov;; p. 48(21):1553-7.
4. H, Alfredson; L, Ohberg; S, Forsgren. Is vasculo-neural ingrowth the cause of pain in chronic Achilles tendinosis? An investigation using ultrasonography and colour Doppler, immunohistochemistry, and diagnostic injections. *Knee Surg Sports TraumatolArthrosc.* 2003.;; p. 11:334–8.
5. Mann R, Hagy J. Biomechanics of walking, running, and sprinting. *American Journal of Sports Medicine.* 1980;; p. 8:345–350.
6. Chumanov ES, Heiderscheit BC, Thelen DG. The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *Journal of Biomechanics.* 2007;; p. 40:3555–3562.
7. G., ANTHONY; SCHACHE1; DORN, TIM W. Mechanics of the Human Hamstring Muscles during Sprinting. *MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE.* 2012;; p. 0195-9131/12/4404-0647/0.
8. Elizabeth S. Chumanov, Bryan C. Heiderscheit, and Darryl G. Thelen. Hamstring Musculotendon Dynamics during Stance and Swing Phases of High Speed Running. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;; p. 43(3): 525–532. doi:10.1249/MSS.0b013e3181f23fe8.
9. Lieber RL, Friden J. Muscle damage is not a function of muscle force but active muscle strain. *J Appl Physiol.* 1993;; p. 74:520–6.
10. Best, T.M; McElhaney; J.H., Garrett Jr.; Myers, B.S. Axial strain measurements in skeletal muscle at various strain rates. *Journal of Biomechanical Engineering.* 1995;; p. 117,262–265.
11. Bing Yu, RobinM.Queen, AliciaN.Abbey, Yu Liu. Hamstring muscle kinematics and activation during overground sprinting. *Journal ofBiomechanics.* 2008;; p. 3121–3126.
12. MH, Zissen; Wallace G; Stevens KJ; Fredericson M; CF, Beaulieu. High hamstring tendinopathy: MRI and ultrasound imaging and therapeutic efficacy of percutaneous corticosteroid injection. *AJR Am J Roentgenol.* 2010 Oct;; p. 195(4):993-8. doi: 10.2214/AJR.09.3674.
13. Lempainen L, Sarimo J, Mattila K, Vaittinen S, Orava S.. Proximal hamstring tendinopathy: results of surgical management and histopathologic findings. *Am J Sports Med.* 2009 Apr;; p. 37(4):727-34. doi: 10.1177/0363546508330129.

14. De Smet AA, Blankenbaker DG, Alsheik NH, Lindstrom MJ. MRI appearance of the proximal hamstring tendons in patients with and without symptomatic proximal hamstring tendinopathy. *AJR Am J Roentgenol.* 2012 Feb;; p. 198(2):418-22. doi: 10.2214/AJR.11.6590.
15. Hunter DG, Speed CA. The assessment and management of chronic hamstring/posterior thigh pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2007;; p. 261-77.
16. Zeren B, Oztekin HH.. A new self-diagnostic test for biceps femoris muscle strains. *Clin J Sport Med.* 2006;; p. 16:166-169.
17. Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, Warren P, Connell DA.. A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. *Am J Sports Med.* 2006;; p. 34:1008-1015. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546505283835>.
18. Cacchio A, Borra F, Severini G, et al.. Reliability and validity of three pain provocation tests used for the diagnosis of chronic proximal hamstring tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2012;; p. 46:883-887. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090325>.
19. Benazzo; Marullo M; Zanon G; C., Indino; , Pelillo F. Surgical management of chronic proximal hamstring tendinopathy in athletes: a 2 to 11 years of follow-up. *J Orthop Traumatol.* 2013 Jun;; p. 14(2):83-9. doi: 10.1007/s10195-013-0226-2. Epub 2013 Feb 9.
20. Lempainen L, Banke IJ, Johansson K, Brucker PU, Sarimo J, Orava S, et al. Clinical principles in the management of hamstring injures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014.
21. Fredericson M, Moore W, Guillet M, Beaulieu C.. High hamstring tendinopathy in runners: meeting the challenges of diagnosis, treatment, and rehabilitation. *Phys Sportsmed.* 2005;; p. 33(5):32–43.
22. Gehlsen GM, Ganion LR, Helfst R. Fibroblast responses to variation in soft tissue mobilization pressure.. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;; p. 31(4):531–5.
23. Zhang J, Wang JH. Mechanobiological response of tendon stem cells: Implications of tendon homeostasis and pathogenesis of tendinopathy. *J Orthop Res.* 2009;; p. 28:639-643.
24. Wallin, D, Ekblom, B, Grahn, R, and Nordenborg,. improvement of muscle flexibility. A comparison between two techniques. *Am J Sport Med.* 1985;; p. 263–268.
25. O M. FASEN, ANNIE M. O’CONNOR, SUSAN L. SCHWARTZ, JOHN O. WATSON CHRIS T. PLASTARAS,, CYNTHIA W. GARVAN, CRESO BULCAO,STEPHEN C. JOHNSON. A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL OF HAMSTRING STRETCHING: COMPARISON OF FOUR TECHNIQUES. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2009;; p. 660-667.
26. Shrier I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clin J Sports Med.* 1999;; p. 221–227.
27. Brockett CL, Morgan DL, Proske U.. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;; p. 33:783–90.

28. Daniel Lorenz, Michael Reiman. THE ROLE AND IMPLEMENTATION OF ECCENTRIC TRAINING IN ATHLETIC REHABILITATION: TENDINOPATHY, HAMSTRING STRAINS, AND ACL RECONSTRUCTION. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. 2011;; p. 27.
29. Stanton P, Purdham C. Hamstring injuries in sprinting - the role of eccentric exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1989;; p. 10(9):343-9.
30. Kubota J, Ono T, Araki M, et al.. Non-uniform changes in magnetic resonance measurements of the semitendinosus muscle following intensive eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2007;; p. 101:713–20.
31. Malliaropoulos N, Mendiguchia J, Pehlivanidis H, Papadopoulou S, Valle X, Malliaras P, Maffulli N.. Hamstring exercises for track and field athletes: injury and exercise biomechanics, and possible implications for exercise selection and primary prevention. *Br J Sports Med*. 2012;; p. 46(12):846-51.
32. BT, Sherry MA. comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther*.. 2004;; p. 34:116-125.
33. Podschun L, Hanney WJ, Kolber MJ, Garcia A, Rothschild CE.. Differential diagnosis of deep gluteal pain in a female runner with pelvic involvement: a case report. *Int J Sports Phys Ther*. 2013 Aug;; p. 8(4):462-71.
34. Gracovetsky, S. Is the lumbodorsal fascia necessary? *journal of Body work and Movement Therapy*. 2008;; p. 12(3),194 e197.
35. Elphington E. *Stability ,Sport and Performance Movement: Great Technique Without Injury*. North Atlantic Books,California. 2008.
36. Cacchio A, Rompe JD, Furia JP, Susi P, Santilli V, De Paulis F. Shockwave therapy for the treatment of chronic proximal hamstring tendinopathy in professional athletes. *Am J Sports Med*. 2011 Jan;; p. 39(1):146-53.
37. Hall MP, Band PA, Meislin RJ, Jazrawi LM,. Platelet-rich plasma: current concepts and application in sports medicine. *J Am Acad Orthop Surg*.. 2009;; p. 602-608.
38. S., Orava. Hamstring syndrome. *Oper Tech Sports Med*. 1997;; p. 5:143-149.
39. Puranen J, Orava S.. The hamstring syndrome: a new diagnosis of gluteal sciatic pain. *Am J Sports Med*. 1988;; p. 16:517-521.
40. Miller SL, Gill J, Webb GR.. The proximal origin of the hamstrings and surrounding anatomy encountered during repair: a cadaveric study. *Bone Joint Surg Am*. 2007;; p. ;89:44-48.
41. Pierrynowski, M.R. MR. Analytic representation of muscle line of action and geometry. Allard,P.,Stokes,I.A.F.,Jean-Pierre,Blanchi(Eds.). 1995.
42. CM, Askling; Tengvar M; Saartok T; A., Thorstensson. Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to

- sport. *Am J Sports Med.* 2008;; p. ;36:1799-1804.
43. Watson, L. Hennessy and A. W. S.. Flexibility and posture assessment in relation to. *Br J Sp Med.* 1993; ; p. 27(4).
  44. MB., Schlink. Muscle imbalance patterns associated with low back syndromes. Watkins RG, editor. *The spine in sports.* 1996.;; p.. p. 146–56.
  45. van Wingerden JP, Vleeming A, Kleinrensink GJ, Stoeckart R. The role of the hamstrings in pelvic and spinal function. *Movement, stability and low back pain: the essential role of the pelvis.* 1997;; p. 207–10.
  46. S., Sahrman. *Diagnosis and treatment of movement impairment syndrome.* St Louis: Mosby.. 2002.
  47. Mahnaz Emami, Amir Massoud, Leila Ghamkha. THE ACTIVITY PATTERN OF THE LUMBO-PELVIC MUSCLES DURING PRONE HIP EXTENSION IN ATHLETES WITH AND WITHOUT HAMSTRING STRAIN INJURY. *The International Journal of Sports Physical Therapy.* June 2014;; p. | Volume 9, Number 3 | | Page 312.
  48. BJ., Bruno P. An investigation into motor pattern differences used during prone hip extension between subjects with and without low back pain. *Clinical Chiropractic.* 2007;; p. 10:68-80.
  49. Cibulka MT, Rose SJ, Delitto A, Sinacore DR. Hamstring muscle strain treated by mobilizing the sacroiliac joint. *Phys Ther.* 1986 Aug;; p. 66(8):1220-3.
  50. Massoud Arab A, Reza Nourbakhsh M, Mohammadifar A.. The relationship between hamstring length and gluteal muscle strength in individuals with sacroiliac joint dysfunction. *J Man Manip Ther.* 2011 Feb;; p. 19(1):5-10.
  51. Gabbe, B.J., Finch, C.F., Bennell, K.L., Wajswelner, H.. Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *British Journal of Sports Medicine.* 2005;; p. 39,106e110.
  52. Yerys, S., Makofsky, H., Byrd, C., Pennachio, J., Cinkay, J. Effect of mobilization of the anterior hip capsule on gluteus maximus strength. *the Journal of Manual & Manipulative Therapy.* 2002;; p. 10(4),218e224.
  53. Lee D. Recent advances in the assessment and treatment of the SIJ: stability and the role of motor control. Presentation at the American Back Society Meeting, San Francisco. 2005.
  54. Janda, V., Vavrova, M., Herbenova, A., Veverkova, M.. *Sensory motor stimulation. Rehabilitation of the Spine: a Practitioner's Manual, second ed.* Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. 2006.

**FIG.1**

TEST	DESCRIZIONE
Test Attivi	<p>- <b>Estensione di anca</b>: in posizione prona viene richiesto al paziente di estendere attivamente l'anca, mantenendo il ginocchio esteso</p> <p>- <b>Flessione di ginocchio</b>: in posizione prona viene richiesto al paziente di flettere attivamente il ginocchio.</p>
Test Passivi	<p>- <b>Flessione passiva di anca</b>: con il paziente in posizione supina; il fisioterapista, stabilizzando la cresta iliaca contro laterale, muove in flessione l'articolazione dell'anca; il ginocchio è lasciato libero di muoversi in flessione, a causa della forza di gravità e dalla tensione degli hamstring; il fisioterapista valuta la qualità, l'escursione del movimento e l'end-feel attraverso un avvicinamento del ventre del quadricipite all'addome del paziente.</p> <p>- <b>Estensione passiva di ginocchio</b>: il paziente è posizionato in decubito supino mantenendo l'anca in flessione di 90°, con il ginocchio flesso in posizione rilassata: il fisioterapista estende passivamente la gamba attraverso una presa a livello del tallone.</p>
Test Resistiti	<p>- <b>Estensione di anca</b>: il paziente, in posizione prona estende attivamente l'anca mantenendo il ginocchio esteso mentre il fisioterapista esercita una graduale resistenza, applicata a livello della fossa poplitea.</p> <p>- <b>Flessione di ginocchio</b>: il paziente è prono con il ginocchio flesso a 10°, 45° e 90°, il fisioterapista applica una resistenza a livello del Tendine d'Achille.</p>

**FIG. 2**

<p><b>COMPOSITE CLINICAL ASSESSMENT</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Passive straight leg raise</b>: il fisioterapista solleva passivamente l'arto inferiore del paziente, in posizione supina, con il ginocchio mantenuto in estensione.</li> <li>- <b>Estensione attiva di ginocchio</b>: in posizione supina, mantenendo l'anca flessa a 90°, il paziente estende attivamente il ginocchio; può presentarsi un mioclono a livello del complesso muscolare degli hamstring e del quadricipite al massimo angolo di estensione attiva; a questo punto viene richiesto al paziente di flettere il ginocchio fino alla scomparsa del tremore.</li> <li>- <b>Manual muscle testing</b>: al paziente, in posizione prona, viene richiesta un'estensione di anca di circa 10° e di mantenere tale posizione mentre il fisioterapista applica una resistenza di crescente intensità.</li> </ul>	<p>Riproduzione dei sintomi tipici del paziente in almeno 1 dei 3 test.</p>
---	---	---

**FIG. 3 - TEST PROVOCATIVI:**

3.1 - PO test



3.2 - MBNS test



## FIG. 4 - STRETCHING:

### 4.1 - Stretching attivo



### 4.2 - SLR con aggiunta della neuro-mobilizzazione (componenti di flessione dorsale e flessione plantare)

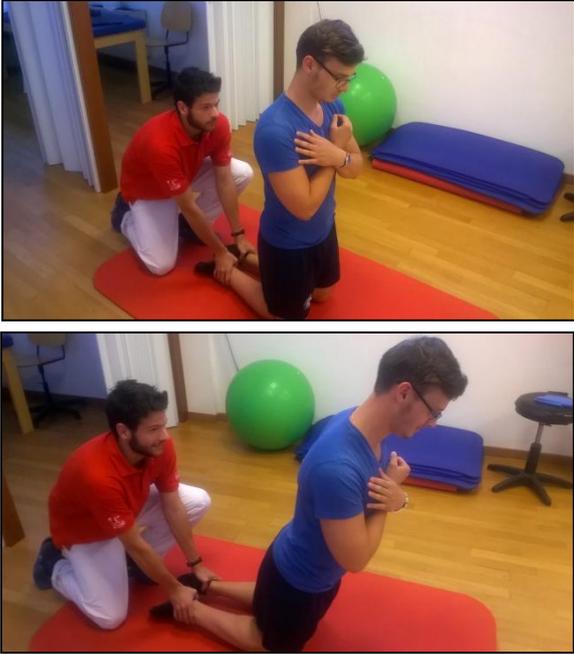


**FIG. 5 - ESECIZI ECCENTRICI:**

5.1 - Sprinter Eccentric Leg Curl



5.2 - Nordic Hamstring Exercise



5.3 - Lengthened state eccentric training



5.3 - single leg deadlifts



5.4 - single leg windmill

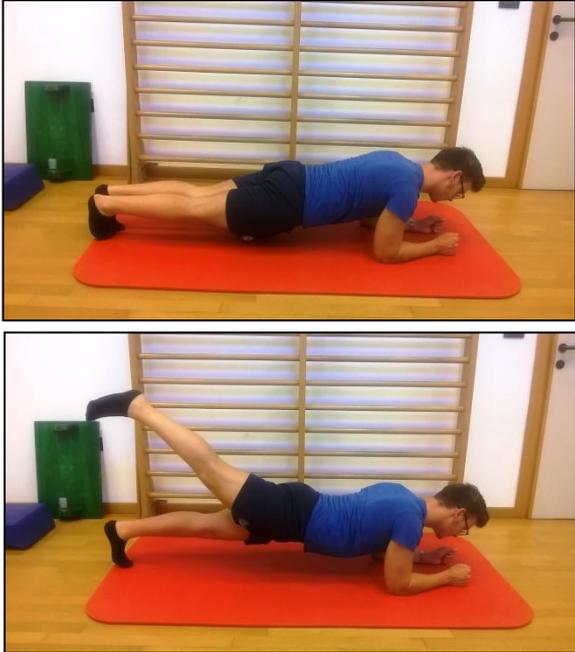


5.5 - Slide Leg Curl



**FIG.6 - ESECIZI DI STABILIZZAZIONE**

6.1 - Plank



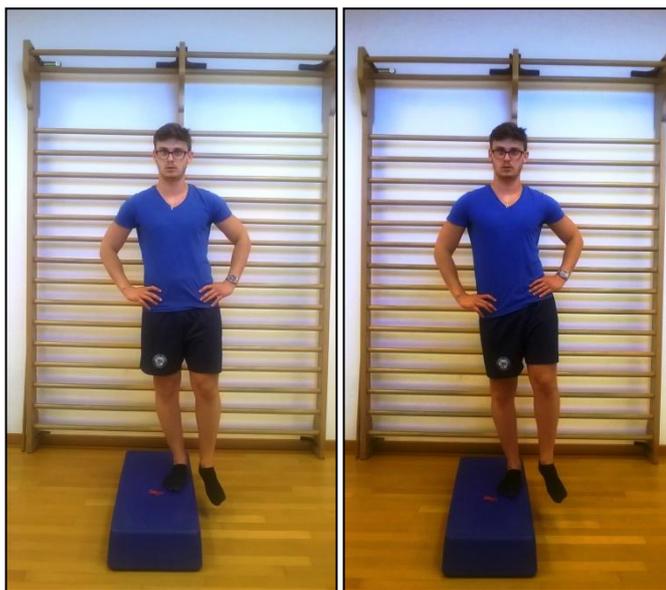
6.2 - side-plank



6.3 - side-lying hip abduction



#### 6.4 - Standing hip hikes



#### 6.5 - Lunge

