

INDICE

• Abstract italiano – inglese	
• Introduzione: la neurodinamica e il dolore posteriore della coscia	1
• Scopo della Tesi	3
• Metodo	3
• Anatomia del sistema nervoso	4
◦ Il tessuto connettivo: le guaine di protezione	5
◦ Il nevrasse	7
◦ L'innervazione dei tessuti connettivi	8
◦ Meccanismi di lesione del nervo	9
◦ Cenni sul dolore	10
• I principi anatomo - fisiologici della neurodinamica	15
◦ Primo principio: il sistema nervoso come un continuum	15
◦ Secondo principio: le capacità di adattamento del sistema nervoso	15
◦ Terzo principio: il contenitore	16
◦ Quarto principio: i punti di tensione	16
◦ Quinto principio: differenziazione strutturale	17
• La metodica di trattamento: la neurodinamica	18
• Possibili tecniche di trattamento neurodinamico descritte in letteratura	19
• Anatomia del plesso lombosacrale	22
• Anatomia degli Hamstrings	26
• Il dolore posteriore di coscia e la diagnosi differenziale fisioterapica	28
◦ Il dolore posteriore di coscia	28

○ La zona sintomatica	28
○ Diagnosi differenziale fisioterapica per il dolore posteriore della coscia	31
○ La stenosi lombare	31
○ La radiculopatia lombosacrale	35
○ Pervic girdle pain (PGP) e Sacroiliac joints	40
○ Sindrome del piriforme	43
○ Lesioni agli Hamstrings	46
○ Sindrome degli Hamstrings	49
• La revisione narrativa degli articoli (descrizione e risultati)	52
• Discussione	67
• Conclusioni	70
• Bibliografia	71
• Sitografia	75

Abstract

Obiettivo: valutare l'efficacia del trattamento neurodinamico nel dolore posteriore di coscia, in termini di miglioramento della disabilità e riduzione del dolore. Revisione narrativa.

Metodi: è stato deciso di valutare la letteratura scientifica degli ultimi cinque anni, dal 2016 al 2021, per avere le evidenze scientifiche attuali riguardanti la neurodinamica. Attraverso i motori di ricerca Pubmed e Google Scholar sono stati selezionati 4 articoli: uno di revisione sistematica e metanalisi e tre studi randomizzati controllati. La popolazione comprende pazienti con dolore posteriore della coscia a causa di radiculopatia lombosacrale, trattati con l'approccio neurodinamico. Nella Tesi è presentata la definizione del dolore posteriore della coscia, le patologie che possono causarlo e la loro diagnosi differenziale fisioterapica.

Risultati: le evidenze scientifiche più rilevanti, negli ultimi 5 anni, riguardano pazienti con dolore posteriore di coscia a causa di radiculopatie lombosacrali. Gli studi dimostrano miglioramenti significativi di dolorabilità e disabilità a breve termine.

Conclusioni: al termine di questa revisione possiamo affermare che questa sindrome muscoloscheletrica, nel caso in cui sia dovuta ad una radiculopatia lombosacrale, può avere miglioramenti significativi in termini di disabilità e dolore, attraverso l'utilizzo delle tecniche di neurodinamica. Questa opzione terapeutica approccio terapeutico è utile nel percorso riabilitativo dei pazienti se integrata all'interno di un'approccio multimodale, che comprende esercizio terapeutico e terapia manuale.

Abstract

Objective: to evaluate the effectiveness of neurodynamic treatment in posterior thigh pain, in terms of improving disability and reducing pain. Narrative review.

Methods: It was decided to evaluate the scientific literature of the last five years, from 2016 to 2021, to have the current scientific evidence regarding neurodynamics. Four articles were selected through the Pubmed and Google Scholar search engines: one of systematic review and meta-analysis and three randomized controlled trials. The population includes patients with posterior thigh pain due to lumbosacral radiculopathy, treated with the neurodynamic approach. The thesis presents the definition of posterior thigh pain, the pathologies that can cause it and their differential physiotherapy diagnosis.

Results: the most relevant scientific evidence, in the last 5 years, concerns patients with posterior thigh pain due to lumbosacral radiculopathies. Studies show significant improvements in pain and disability in the short term.

Conclusions: At the end of this review we can state that this musculoskeletal syndrome, if it is due to lumbosacral radiculopathy, can have significant improvements in terms of disability and pain, through the use of neurodynamic techniques. This therapeutic option is useful in the rehabilitation process of patients if integrated within a multimodal approach, which includes therapeutic exercise and manual therapy.

INTRODUZIONE

La Neurodinamica e il dolore posteriore della coscia

Con il termine 'neurodinamica' si intende una metodica che integra le conoscenze biomeccaniche, morfologiche e fisiologiche del sistema nervoso. Quest'ultimo svolgendo una funzione meccanica, elettrica e chimica deve essere in grado di adattarsi all'allungamento, allo scorrimento, nonché alla compressione e alle variazioni delle angolazioni articolari (<https://www.nervenia.com/it/metodo-nervenia/neurodinamica/>). La 'neurodinamica' permette al tessuto neurale di “scivolare” tra le strutture che lo circondano attraverso delle tecniche di messa in tensione, scorrimento e stretching. Attraverso il ragionamento clinico e le tecniche neurodinamiche si possono trattare: problematiche del sistema nervoso periferico e del sistema nervoso centrale, sia in acuto che in cronico (<https://www.fktherapy.it/neurodinamica/>). La neurodinamica permette di ottenere i seguenti benefici: migliorare la mobilità in scivolamento del nervo, ridurre le aderenze cicatriziali che può incontrare il nervo durante il suo scorrimento, l'aumento della perfusione neurale e il miglioramento del flusso assoplasmatico (Ellis, Phty & Hing, 2008)

Gli infortuni degli hamstrings sono molto comuni negli atleti professionisti e non. Ad esempio, le lesioni muscolari spesso avvengono nella corsa ad alta velocità o a causa di un eccessivo allungamento degli ischiocrurali nel passaggio repentino da fase eccentrica a concentrica. Nella tendinopatia del bicipite femorale non c'è un evento scatenante ma la causa è il sovraccarico meccanico. L'anamnesi, l'esame obiettivo ed eventuale imaging, sono importanti per determinare la diagnosi corretta ed escludere altre cause del dolore posteriore della coscia (Chu & Rho, 2016).

L'obiettivo di questa revisione narrativa è di valutare l'efficacia del trattamento neurodinamico nella sindrome del dolore posteriore della coscia. Questo dolore è stato definito da Puranen come un dolore localizzato nella zona posteriore della coscia, a livello degli ischiocrurali e può essere causata dal nervo sciatico, dalla sindrome del piriforme, oltre alle lesioni muscolari degli hamstrings. La diagnosi differenziale

fisioterapica per indagare la causa è meramente clinica, basandosi sull'anamnesi, esame obiettivo e imaging. (Puranen & Orava, 1988).

Hunter e Speed nel 2007 definiscono le cause di questo dolore derivanti dal nervo sciatico, da una sindrome delle faccette articolari lombosacrali, da problematiche sacroiliache (Hunter & Speed, 2007). Nella seguente revisione dopo un'introduzione alla tecnica neurodinamica e all'anatomia del compartimento posteriore della coscia, ho sviluppato la diagnosi differenziale delle patologie che possono dare dolore posteriore di coscia: stenosi lombare, radiculopatia lombosacrale, sindrome del piriforme, disfunzione sacroiliaca, tendinopatia e lesione degli hamstrings. Dalla selezione gli studi scientifici recenti (ultimi 5 anni), che valutano l'effetto della neurodinamica in queste patologie, le maggiori evidenze le troviamo nel trattamento della radiculopatia lombosacrale. Sono stati selezionati 4 studi: una revisione sistematica e metanalisi, 3 studi randomizzati controllati. La neurodinamica viene comparata e abbinata all'esercizio terapeutico e alle tecniche di Mulligan.

Scopo della Tesi

Valutare l'efficacia del trattamento neurodinamico in termini di miglioramento della disabilità e del dolore, in soggetti con dolore posteriore di coscia. Nella Tesi verrà affrontata anche la definizione del dolore posteriore della coscia, in quanto si tratta di una problematica muscolo-scheletrica ad eziologia varia che può dipendere dagli hamstrings, dal bacino o dal rachide lombare.

Metodo

Per lo sviluppo di questa revisione narrativa sono stati selezionati, dai principali motori di ricerca, articoli che vanno dal 2016 al 2021:

PubMed - con le seguenti parole chiave neurodynamic, neurodynamic treatment;

Google Scholar – con questo filtro di ricerca 'neural mobilization radiculopathy lumbar';

Sono stati presi in considerazione solo revisioni sistematiche e studi clinici randomizzati e controllati (RCT).

La popolazione è costituita da soggetti con dolore posteriore di coscia ad eziologia varia trattati con tecniche neurodinamiche.

Le variabili analizzate sono il dolore e la disabilità del paziente.

I gruppi di controllo svolgono esercizio terapeutico, fisioterapia convenzionale o si mantengono solo in attività facendo la normale vita quotidiana ed evitando sforzi fisici.

Anatomia del sistema nervoso

Il sistema nervoso didatticamente è suddiviso in:

- o sistema nervoso centrale;

- o sistema nervoso periferico

(<https://www.humanitas.it/enciclopedia/anatomia/sistema-nervoso/sistema-nervoso-centrale/>);

Quest'ultimo ha come compito quello di trasmettere al sistema nervoso centrale le informazioni interne ed esterne "raccolte" attraverso specifici recettori sensoriali (<https://www.osteolab.net/snp/>). Il sistema nervoso centrale, a sua volta, può inviare feedback al sistema nervoso autonomo (gastroenterico) e al sistema nervoso somatico (muscoloscheletrico). (<https://www.humanitas.it/enciclopedia/anatomia/sistema-nervoso/sistema-nervoso-periferico/>)

L'SNP comprende le fibre nervose e i gangli cerebro-spinali e gangli del sistema nervoso autonomo (<https://www.humanitas.it/enciclopedia/anatomia/sistema-nervoso/sistema-nervoso-periferico/>).

I nervi cerebro spinali si suddividono in **nervi encefalici** e **nervi spinali**. Una seconda distinzione è quella fra i nervi in base alla loro funzione, ovvero **nervi effettori** e **nervi sensitivi**.

I primi comprendono i nervi che trasmettono impulsi dal sistema nervoso centrale o dai gangli simpatici verso il resto del corpo. Questa categoria a sua volta si suddivide in **nervi motori somatici** che trasmettono attraverso fibre motrici somatiche informazioni al sistema muscolo scheletrico volontario; **nervi motori viscerali** (parte integrante del sistema nervoso autonomo) che portano i loro impulsi alla muscolatura liscia involontaria e alla muscolatura cardiaca, dopo la relazione con un ganglio simpatico; i **nervi secretori**, anche essi parte integrante dell'SNA, portano i loro impulsi ad una ghiandola, per mezzo di un ganglio simpatico.

I **nervi sensitivi** sono fibre afferenti e conduzione centripeta, cioè trasportano impulsi nervosi esteroceettivi ed enteroceettivi, dalla periferia al sistema nervoso centrale, che li

rielabora. I nervi sensitivi a loro volta si suddividono in **nervi sensitivi viscerali** che trasmettono informazioni dai visceri addominali; i **nervi sensitivi somatici** trasmettono informazioni provenienti dalla cute e dal sistema muscolo scheletrico; **nervi sensitivi sensoriali** che trasportano impulsi provenienti da organi di senso (stimoli olfattivi, visivi, acustici, etc) (Pasqualino & Nesci, 1988, pp 653-654).

Il nervo spinale è un nervo misto, in quanto contiene sia fibre motorie che sensitive. Ha origine da una radice anteriore, motoria, proveniente dalle cellule nervose situate nelle corna anteriori del midollo spinale; una radice posteriore, sensitiva, formata da fibre, con annesso ganglio sensitivo che insieme alle precedenti formano tronco del nervo spinale. Il nervo spinale attraverso il foro intervertebrale fuoriesce dal canale spinale (Pasqualino & Nesci, 1988, pp 653-659).

Il neurone è composto da un corpo cellulare, i dendriti e mediamente un assone (Butler, 2021, pp 6-7).

L'assone (o dendrone) spesso considerato come la "fibra nervosa", è un prolungamento di struttura cilindrica che dal nucleo del neurone trasmette gli impulsi in direzione centrifuga. Al suo interno fluisce l'assoplasma ed è circondato dalle cellule di Schwann deputate alla produzione del rivestimento di mielina, nel caso delle fibre mieliniche (Butler, 2021, pp 58-61).

Il rivestimento di mielina presenta delle soluzioni di continuità, chiamate nodi di Ranvier. Questa discontinuità della guaina crea quindi un potenziale di membrana che permette di trasmettere l'impulso ad una velocità di 100m/s (<https://www.my-personaltrainer.it/fisiologia/mielina.html>).

Nell'estremità terminale il neurone presenta il bottone assonico, che contiene al suo interno vescicole e mitocondri, fondamentali per la trasduzione del segnale con il neurone postsinaptico (<https://www.neuroscienze.net/la-trasmissione-sinaptica/>).

Il tessuto connettivo: le guaine di protezione

Epinevrio: addensamento di tessuto connettivo lasso con funzione di protezione. Contiene fibroblasti, cellule di collagene 1/3 e una percentuale variabile di grasso.

Nell'epinevrio proliferano vasi linfatici e vasi sanguigni (i *vasa nervorum*) che attraversando il perinevrio si uniscono ai vasi all'interno dell'endonevrio (Standring, 2012, pp 58).

I *vasa nervorum* hanno il compito di rifornire di nutrienti e ossigeno i vari assoni e le cellule della neuroglia. Si possono distinguere l'epinevrio interno e quello esterno: il primo facilita lo scivolamento tra i fascicoli, compito fondamentale quando un nervo periferico si deve adattare alla biomeccanica articolare; il secondo svolge il compito di separare tra di loro i fascoli (Butler, 2021, pp 9-10).

Perinevrio: sottile guaina densa laminata, formata da 15 - 20 strati di cellule appiattite poligonali e fibroblasti. Rappresenta una prosecuzione della barriera emato/encefalica. (Standring, 2012, pp 58). Negli strati le cellule si sovrappongono formando interdigitazioni, tight junctions e la presenza di vescicole e fasci di microfilamenti sottolineano i compiti svolti da questo tessuto:

- o funge da barriera di diffusione di grosse molecole provenienti dai tessuti circostanti all'ambiente intrafasciale;
- o regola la pressione osmotica e idrostatica nell'endonevrio;
- o funge da protezione meccanica contro le forze esterne.

Il perinevrio ha una quantità maggiore di elastina rispetto all'endonevrio, le sue fibre sono parallele alle fibre nervose e una piccola percentuale obliqua e circolare (Butler, 2021, pp 8-9). Le iniezioni intrafascicolari che raggiungono pressioni 300 - 750 mmHg, possono causare una rottura del perinevrio (Selander & Sjöstrand, 1978).

Endonevrio: è una matrice fibrosa, elastica, che contiene principalmente fibre di collagene di tipo 3, cellule di schwann, macrofagi, mastocisti (Standring, 2012, pp 58). Mantiene costante lo spazio endoneurale e la disposizione longitudinale delle fibre, conferma il ruolo di protezione nei confronti delle forze esterne applica agli assoni. La disposizione longitudinale è caratteristica di tutti e tre i tessuti connettivali, con una piccola percentuale di fibre ha un decorso trasversale, creando così un reticolo. L'assenza di vasi linfatici nell'endonevrio associata ad un'alterazione della pressione,

magari dovuta ad un edema, può disturbare il trasferimento del flusso assoplasmatico all'interno del tessuto (Butler, 2021, pp 8).

Il nevrasso

Il nevrasso (midollo spinale) rappresenta la continuazione del midollo allungato e nella sua estremità inferiore, a livello di L2, forma il cono midollare e termina con il filum terminale, fino al coccige. Da i due lati del midollo emergono 33 paia di nervi spinali. Il nevrasso è avvolto dalle meningi (dura madre, aracnoide, pia madre) (Pasqualino & Nesci, 1988, pp 534).

Ora ci soffermeremo sulla descrizione delle meningi spinali in quanto sono fondamentali per la protezione, nutrimento e mobilità del midollo spinale all'interno del canale vertebrale.

La dura madre: continuazione della dura madre intracranica, rappresenta la guaina connettivale più esterna e robusta. È composta da tessuto connettivo fibroso e denso (collagene ed elastina) disposto a strati, lungo l'asse longitudinale. Questa disposizione le permette di possedere maggiore resistenza alla trazione, ma minore resistenza trasversale. La dura madre svolge principalmente un ruolo di protezione grazie alla sua resistenza (Butler, 2021, pp 18-19).

Aracnoide: è una membrana connettivo - sierosa sottile, si interpone tra la pia madre e la dura madre. Ha una disposizione ad intreccio di fibre di collagene, potrebbe sembrare una ragnatela. Nello spazio sovra - aracnoideo, in rapporto alla dura madre, passano vene, arterie e nervi del midollo spinale. Lo spazio subaracnoideo invece contiene in liquor o liquido cefalo rachidiano (LCS). Il liquido cefalo rachidiano ha un ruolo biomeccanico, in quanto funge da cuscinetto idraulico durante i movimenti del nevrasso, oltre ad un ruolo nutritivo (Butler, 2021, pp 17-18).

Pia Madre: è un sottile foglietto che avvolge il midollo spinale, composta da tessuto fibroso a cellule piatte. Sono presenti trabecole di connessione che dall'aracnoide vanno alla pia madre, con il compito di controllare gli squilibri pressori del LCS (Butler, 2021, pp 17-18).

Tra la radice anteriore e posteriore del nervo spinale emergono dei prolungamenti della pia madre e dell'aracnoide che si continuano con la dura madre. La loro funzione è di controllare lo scivolamento del midollo verso il basso ed ostacolare quello trasversale (<https://www.osteolab.net/meningi/>).

L'innervazione dei tessuti connettivi

Le meningi

La Dura Madre e l'aracnoide sono innervate dal nervo sino-vertebrale o di Luschka. È un nervo misto sensitivo e motorio formato dall'unione di una radice anteriore del midollo con una radice autonoma dei rami comunicanti grigio da un ganglio simpatico. Questo nervo percorre il bordo posteriore vertebrale e la Dura. Rientra all'interno del canale spinale a livello del forame di coniugazione e a livello recettivo copre 4 segmenti spinali. Il nervo di Luschka può condurre stimoli dolorifici provenienti dall'anulus fibroso, dal periostio della parte ventrale del corpo vertebrale, dal legamento longitudinale posteriore e dai piccoli vasi sanguigni presenti nei forami di coniugazione (Groen, Baljet & Drukker, 1988).

Gli studi fin qui intrapresi non ci dimostrano, con certezza quali siano le radici nervose che innervano la pia madre e l'aracnoide. Alcuni studiosi hanno ipotizzato che l'innervazione della pia madre si a carico di piccoli rami provenienti dalla radice dorsale (Butler, 2021, pp 30-34).

Il sistema nervoso periferico

Gli studi riguardanti l'innervazione dei tessuti connettivi delle radici nervose periferiche sono a tutt'oggi insufficienti. I tessuti connettivi delle radici nervose e del sistema nervoso autonomo presentano un'innervazione intrinseca: nervo nervorum, proveniente da neuroni afferenti primari locali. È presente anche un'innervazione vasomotoria proveniente dalle fibre simpatiche che innervano i vasi sanguigni che penetrano il nervo. Sono stati trovati nel perinevrio e nell'endonevrio la presenza di corpuscoli del Pacini. Vari ipotesi si svilupparono nel corso degli anni, riguardo i meccanismi di insorgenza e le cause del dolore: nel 1978 Sutherland ritiene che la causa del dolore, dovuto alla pressione locale del nervo, siano i nervi nervorum; nel 1982

Thomas afferma che i nervi nervorum sono la causa di alcuni sintomi nei pazienti con problematiche di neuropatia diabetica o polineuropatie infiammatorie (Butler, 2021, pp 34-36).

È sicuramente un ambito nel quale sono necessari ulteriori studi per chiarire il ruolo che hanno i nervi nervorum nella genesi del dolore. Hromada nel 1963 attraverso i suoi studi afferma che i tessuti connettivi delle radici dorsali e i gangli simpatici erano innervati da fibre i cui gangli erano localizzati nei gangli stessi (Butler, 2021, pp 34-36).

Questo ultimo concetto potrebbe dimostrare che l'innervazione intrinseca ha principalmente un ruolo protettivo, in quanto la produzione di sintomi rappresenta una trasmissione errata dello stimolo (Butler, 2021, pp 34-36).

Meccanismi di lesione del nervo

I nervi nonostante le loro mobilità e capacità di adattamento possono andare incontro a lesione. Le tipologie di lesione sono: *compressione* (la pressione può essere esercitata dall'interno nel caso di un tumore ad esempio ma anche dall'esterno, come nel caso di un trauma contusivo); *lacerazione* (lesioni da taglio, lesioni secondarie ad interventi chirurgici); *stiramento* (può essere causata da una forza distrattiva esterna); *irradiazione e elettricità* (Kisner & Colby, 2014, pp 440-441).

Le forze di compressione nei nervi periferici possono creare congestione venosa e riduzione del trasporto dell'assoplasma, impedendo la propagazione degli impulsi nervosi. Nel caso in cui la forza compressiva si protrae per lunghi periodi può creare una lesione al nervo. A proteggere i nervi ci pensa l'endonevrio, che grazie alle sue caratteristiche riesce a controllare la pressione del liquido anche al variare delle pressioni.

Le lesioni possono avere conseguenze esterne o interne al nervo:

- o **intraneurali**: la lesione colpisce i tessuti di conduzione o i tessuti connettivi e quindi limita la mobilità del sistema nervoso stesso. Esempi di queste conseguenze interne possono essere la demielinizzazione e la cicatrizzazione dell'epinevrio (Kisner & Colby, 2014, pp 440-441).

- o **extraneurali:** vengono interessati il letto del nervo, le aderenze dell'epinevrio con i tessuti adiacenti, la presenza di liquido nei tessuti adiacenti al nervo. Viene meno la capacità di movimento del sistema nervoso rispetto alle interfacce (Kisner & Colby, 2014, pp 440-441).

La classificazione di Seddon mette in evidenza i tre gradi di lesione che possono avvenire nel nervo e la relativa prognosi:

- o **Neuroprassia:** demielinizzazione, conduzione bloccata o rallentata, senza interruzione di continuità, sintomi sensitivi temporanei; guarigione di solito completa e rapida;
- o **Assonotmesi:** perdita di continuità dell'assone senza perdita di continuità del tessuto connettivo; perdita della sensibilità e atrofia; può essere utile l'intervento chirurgico in quanto la guarigione non è completa;
- o **Neurotmesi:** perdita della soluzione di continuità completa sia dell'assone e sia del tessuto connettivo, atrofia muscolare e assenza di sensibilità, guarigione solo con intervento chirurgico (Kisner & Colby, 2014, pp 440-441).

Cenni sul dolore

Secondo la definizione della IASP (International Association for the Study of Pain) il dolore è: *“Un'esperienza sensoriale ed emotiva spiacevole, associata a un effettivo o potenziale danno tissutale o comunque descritta come tale”* (Magni, Aprile & Ventriglia, 2016).

Butler e Moseley nel 2003 definiscono il dolore: *“Tutte le esperienze dolore sono normali e rappresentano una risposta eccellente sebbene spiacevole a ciò che il nostro cervello giudica sia una situazione di minaccia. Tutte le esperienze dolore sono normali e rappresentano una risposta eccellente sebbene spiacevole a ciò che il nostro cervello giudica sia una situazione di minaccio. Anche in caso di disturbi muscolari, articolari, neurali, immunitari etc., non percepirete dolore se il vostro cervello riterrà che non siate in pericolo. Allo stesso modo, quand'anche non esistano disturbi ai*

tessuti corporei, al sistema immunitario, etc., percepirete comunque dolore se il vostro cervello giudicherà che siete in pericolo” (Butler and Moseley, 2003).

Il dolore può essere classificato in due tipologie, a seconda dell'origine della lesione (tessuti somatici o viscerali) che crea l'insorgenza della sintomatologia:

- o dolore nocicettivo;
- o dolore neuropatico.

Per **dolore nocicettivo** si intende un dolore stimolo - dipendente, utilizzato dall'uomo per proteggersi da pericoli esterni. Un dolore che origina da un danno tissutale (non riguardante il tessuto nervoso) che provoca l'attivazione dei nocicettori, terminazioni periferiche libere di neuroni sensitivi primari, i cui corpi si trovano nei gangli delle corna posteriori del midollo spinale.

Sono interessate tre tipologie di fibre nel sistema somato – sensoriale (Magni, Aprile & Ventriglia, 2016):

- o le **Fibre C mieliniche**: terminano il loro percorso nei cordoni posteriori del midollo; responsabili di un dolore con caratteristiche di bruciore, sordo, latente;
- o le **Fibre A - Delta** debolmente mie linizzate: responsabili della sensazione di dolore, trafittivo, simil puntura;
- o le **Fibre di calibro maggiore A - Beta** mieliniche: terminano nel talamo e nella corteccia, trasportando la sensibilità tattile propriocettiva; sono responsabili del dolore parestesico, quello che il paziente descrive come formicolio;

Il **dolore nocicettivo** può essere di due tipologie:

- o meccanico strutturale
- o infiammatorio

Il **dolore nocicettivo meccanico strutturale** è presente ad esempio in un'articolazione, nella quale i processi degenerativi cronici, a carico della cartilagine e del tessuto subcondrale, hanno creato delle alterazioni anatomiche sottoponendo i nocicettori a stimoli di elevata intensità (Magni, Aprile & Ventriglia, 2016).

Il **dolore nocicettivo infiammatorio** a differenza dal precedente è caratterizzato dalla presenza di allodinia primaria. Per allodinia primaria si intende la risposta dolorosa all'applicazione di uno stimolo non doloroso, ad esempio una carezza, una leggera pressione. L'infiammazione sensibilizza il nocicettore attivandolo a stimoli ben al di sotto della soglia, portandolo anche a generale dolore spontaneo, anche in assenza di stimoli (Magni, Aprile & Ventriglia, 2016).

Il dolore neuropatico

Il dolore neuropatico è definito dalla IAPS come quel dolore conseguente a una lesione primaria o una patologia che colpisce il sistema somatosensitivo (I.A.S.P, 2010, Vol. XVIII, Issue 7).

Può essere classificato come **centrale**, quando il danno interessa il sistema nervoso centrale (midollo spinale e corteccia) e **periferico**, quando il danno è localizzato in un nervo periferico, nel plesso, nel ganglio della radice dorsale o alla radice medesima (Attal et al., 2008).

Nel dolore nocicettivo abbiamo i recettori del dolore sono eccitati da danni potenziali o in atto, invece nel dolore neuropatico, segnali ectopici si generano direttamente nelle vie centrali o periferiche. Gli studi hanno dimostrato che i mediatori dell'infiammazione (tra cui bradichina, istamina, etc) riducono la soglia di eccitabilità e ne aumentano la frequenza di scarica. La lesione di una fibra nervosa nocicettiva induce il dolore neuropatico, come nel caso della sindrome cubitale., provocando l'insorgenza di un'attività elettrica spontanea. Sintomi del dolore neuropatico: bruciore, puntura di spillo, parestesie, disestesie, crampi, scosse elettriche, dolore trafittivo (La Pace & Di Muzio, 2012).

Mixed pain

Nella pratica clinica il dolore in molti casi è misto, cioè si sommano i sintomi nocicettivi e neuropatici, ne sono un esempio le patologie oncologiche rimanendo nell'ambito muscolo-scheletrico anche una lombosciatalgia (La Pace & Di Muzio, 2012).

Questo tipo di dolore ha delle caratteristiche distintive:

- o distruzione metamerica del dolore;
- o presenza o meno di deficit del sistema somato-sensoriale;
- o sintomi caratteristici nella zona di insorgenza del dolore (bruciore, formicolio, sensazione di puntura di spillo, etc) (Magni, Aprile & Ventriglia, 2016).

Sensibilizzazione spinale e centrale

La sensibilizzazione spinale è una condizione di ipereccitabilità dei neuroni spinali. (Magni, Aprile & Ventriglia, 2016) (Bacchini, 2014). Uno stimolo nocicettivo persistente proveniente dalla periferia è necessario per la formazione e il mantenimento del quadro clinico (Magni, Aprile & Ventriglia, 2016). L'impulso nocicettivo modifica la sinapsi e determina una ipereccitabilità dei neuroni delle corna posteriori del midollo spinale provocando: amplificazione dell'area del dolore riferito, allodinia secondaria, nel momento in cui sono applicati stimoli di entità lieve, nella zona del dolore (Magni, Aprile & Ventriglia, 2016).

Nella sensibilizzazione centrale la lesione primaria può essere localizzata nel midollo spinale, nel tronco encefalico o negli emisferi cerebrali (<https://www.fisioscience.it/blog/sensibilizzazione-centrale/>). La sensibilizzazione centrale avviene in conseguenza di un input periferico che a volte permane anche dopo la guarigione della lesione originaria. Un nodo fondamentale la sensibilizzazione centrale è presente in tutte le lesioni (<https://www.osteoclinic.it/dolore/sensibilizzazione-centrale-e-dolore-cronico/>). Le modificazioni della funzione neuronale e sinaptica del sistema nervoso periferico sono in conseguenza alla neuroplasticità. Le modificazioni sono agevolate dal rilascio di aminoacidi e neuropeptidi e al numero di canali ionici nelle cellule di second'ordine; in questa situazione il neurone centrale scarica più facilmente (<https://www.osteoclinic.it/dolore/sensibilizzazione-centrale-e-dolore-cronico/>).

Quando un nervo diventa più responsivo, basta un singolo stimolo per attivare più recettori, grazie a soglie di attivazione più basse

(<https://www.fisioscience.it/blog/sensibilizzazione-centrale/>). Questi meccanismi si instaurano e si mantengono grazie a:

- o **fenomeno Wind-up**, nel quale le Fibre C aumentano la responsività in risposta a stimoli costanti e ripetuti nel tempo
(<https://www.fisioscience.it/blog/sensibilizzazione-centrale/>);
- o **fenomeno Long Term Potentiation (LTP)**: L'aumentata risposta del sistema nervoso permane anche dopo la scomparsa dello stimolo.
(<https://www.fisioscience.it/blog/sensibilizzazione-centrale/>);

I principi anatomo - fisiologici della neurodinamica

PRIMO PRINCIPIO: il sistema nervoso come un continuum

A livello didattico il *sistema nervoso centrale* e il *sistema nervoso periferico* sono due entità diverse, mentre a livello funzionale rappresentano un *continuum*, cioè un tessuto unico che avvolge tutto il corpo. La completezza del sistema avviene grazie al tessuto connettivo, nelle sue varie forme (dura madre, epinevrio); agli assoni che rappresentano il sistema di giunzione (un assone controlla più tessuti) e alla presenza degli stessi neurotrasmettitori, sia a livello centrale che periferico.

La capacità di trasmettere le tensioni dal sistema nervoso periferico al centrale e viceversa, conferma il pensiero di Butler, il quale considera il sistema nervoso come un organo. Questo significa che, quando si presentano alterazioni in una parte del sistema (ad esempio il sistema nervoso periferico), si avrà risonanza sulla totalità (Butler, 2021, pp 3-5).

SECONDO PRINCIPIO: le capacità di adattamento del sistema nervoso

Il sistema nervoso dispone di due mezzi attraverso i quali può adattarsi all'allungamento richiesto dal movimento:

- o l'aumento della tensione tissutale provoca un aumento della pressione tra i tessuti e fluidi intraneurali e intradurali;
- o il movimento globale del nervo rispetto all'interfaccia meccanica e i movimenti intrinseci tra i tessuti del nervo rispetto le interfacce del tessuto connettivo (Butler, 2021, pp 42-43).

La capacità di movimento è data al tessuto connettivo lasso (*avventizia, congiuntiva nervorum, perinevrio*). La mobilizzazione avviene quando le forze di trazione sono distribuite correttamente lungo la fibra nervosa e le aderenze non permettono una distribuzione eguale delle tensioni provocando ripercussioni anomale in alcuni segmenti (Millesi, 1986).

Passando da una posizione a gomito esteso ad una a gomito flesso, la pressione che il nervo ulnare crea contro il tunnel cubitale passa da 7 a 11-14 mmg di Hg. Se in flessione abbiniamo movimenti con la spalla o con il polso, riconducibili ai test, potremmo arrivare ad una pressione di 46 mm di Hg (Pechan & Julis, 1975).

TERZO PRINCIPIO: il contenitore

Il tessuto nervoso è avvolto da tessuti o “interfacce” precedentemente definite, che creano un contenitore neurale, centrale e periferico. Nel caso della colonna vertebrale, il contenitore neurale si modifica a vari livelli a seconda delle esigenze biomeccaniche ed anatomiche. Nei tratti vertebrali, dove è richiesta più mobilità, cervicale e lombare, il canale spinale è più largo. Tutti i tratti presentano un diametro trasverso maggiore rispetto a quello antero – posteriore; avvengono modificazioni di lunghezza nei movimenti di flesso - estensione, raggiungendo i 5 - 9 cm di allungamento passando dalla posizione in estensione a quella in flessione (Butler, 2021, pp 4-41-42).

QUARTO PRINCIPIO: i punti di tensione

Quando una parte del corpo cambia la sua posizione, può accadere che il sistema nervoso si muova in una direzione diversa e che si creino quindi dei punti di tensione nei quali il sistema nervoso è a stretto contatto con l’interfaccia ossea e il movimento ad essa correlato. È un esempio dell’adattamento del sistema nervoso al movimento (Butler, 2021, pp 55-58).

I punti di tensione sono: i livelli vertebrali (C6, T6, L4), la regione posteriore del ginocchio e la parte anteriore del gomito (Butler, 2021, pp 55-58).

La presenza dei punti di tensione è spiegata da alcune evidenze come degli adattamenti del sistema nervoso al movimento grazie a due aspetti (Butler, 2021, pp 55-58):

- o la vascolarizzazione;
- o la presenza di tessuto connettivo.

Il sistema nervoso ha il suo apporto di sangue dai vasi extraneurali nelle zone dove vi è un movimento modesto in concordanza con l'interfaccia. Questa affermazione potrebbe essere una prima spiegazione all'esistenza dei punti di tensione. La seconda ipotesi è legata al fatto che nelle zone dove il nervo si muove di più, la quantità di tessuto connettivo presente in sezione trasversale è minore rispetto alle zone più soggette a forze compressive (Butler, 2021, pp 55-58).

Le tensioni applicate al sistema nervoso sono distribuite in maniera non uniforme. Tencer et al. nel 1985 durante la flessione passiva del collo vi era più movimento della dura cervicale rispetto alla dura lombare, in quanto gli adattamenti sono maggiori nel tratto di inizio del movimento rispetto al resto del sistema (Butler, 2021, pp 58-61).

Maggiore è la tensione applicata lungo un tratto del sistema nervoso, maggiori saranno gli adattamenti che il sistema dovrà adottare in altre zone del corpo.

In una struttura elastica che interagisce meccanicamente con un'interfaccia solida, tensione e compressione si manifestano assieme. Nel caso di una compressione con un aumento della tensione locale, ogni movimento del sistema nervoso aumenterà quella forza compressiva.

Il sistema nervoso in rapporto alla sua interfaccia meccanica esprime tensione e compressione contemporaneamente quindi nel caso di una posizione articolare che aumenta leggermente la tensione, ogni movimento può indurre un aumento della compressione (Butler, 2021, pp 58-61).

“Le conseguenze del movimento del corpo si trasmettono a maggiore distanza nei tessuti nervosi rispetto ad altri tessuti” (Butler, 2021, pp 58).

QUINTO PRINCIPIO: differenziazione strutturale

All'interno dei quadri clinici neuro - muscoloscheletrici per indagare se le strutture nervose sono implicate nell'insorgenza dei sintomi, si utilizzano i test nervo dinamici. Se si vuole variare la tensione del nervo per valutare l'interessamento locale di strutture non neurologiche in un tratto specifico, attraverso la differenziazione

strutturale, si può modificare il test aggiungendo o togliendo il movimento di un segmento distale dalla zona sintomatica e valutare se le risposte dolorose si modificano. Una variazione dei sintomi può significare che la causa del dolore e il suo continuo manifestarsi possono essere di causa neuronale (Ristori, Testa & Minacci, 2013).

La metodica di trattamento: la neurodinamica

La neurodinamica è una metodica di trattamento che si fonda sulle capacità meccaniche e le proprietà fisiologiche del sistema nervoso. Attraverso i segni e sintomi del paziente il terapeuta è in grado di capire se le capacità del tessuto nervoso sono rimaste tali o sono state modificate da qualche evento lesivo. Il termine tensione neurale Avversa (ANT) è un'anormale risposta fisiologica o meccanica del sistema nervoso che limita il range del movimento, le sue capacità di allungamento o la sintomatologia neurologica in tutti i movimenti possibili. Altri studiosi hanno proposto l'utilizzo del termine dolore neuropatico periferico riguardo alla sintomatologia legata modificazioni nei nervi periferici o nelle radici nervose (Cook, 2012, pp 453-454).

Anamnesi del paziente: modificazioni patologiche possono essere create da fattori vascolari e meccanici. Il dolore è il sintomo più comune. La tensione presente in alcuni elementi del sistema nervoso crea compressione che impedisce la normale mobilità che ha il tessuto neurale e i sintomi della tensione compaiono quando il nervo è stirato a livello prossimale e sia quando è stirata più la sua porzione terminale. (Kisner & Colby, 2014, pp 445-446).

I sintomi comprendono: allodinia, iperalgesia, disestesia; legati a possibili movimenti o posizioni. Dolori riferiti invece possono includere crampi, dolore persistente, trafittivo e bruciore in zona del corpo diverse. Terapia manuale dell'apparato locomotore (Cook, 2012, pp 456-457).

Test di evocazione: le manovre di provocazione sono i test neurodinamici e servono ad individuare i segni di tensione del sistema nervoso. La metodica prevede test di tensione per l'arto superiore (ULTT), test neurodinamico dell'arto superiore (ULNT), sollevamento della gamba tesa (SLR) e il test della caduta brusca. Prima di ogni test il terapeuta deve valutare la mobilità di ogni articolazione che ha contatti o rapporti con il nervo da testare così da evitare di svolgere un tensionamento errato del tessuto nervoso a causa di limitazioni articolari (Kisner & Colby, 2014, pp 445-446).

Valutazione complementare al test comprende: la palpazione del nervo, la valutazione della sensibilità, dei riflessi e l'esame della forza muscolare. Le posizioni dei test sono le stesse che si utilizzano nei trattamenti (Kisner & Colby, 2014, pp 445-446).

Principi fondamentali del test neurodinamico: fino alla comparsa del sintomo, attraverso le tecniche specifiche, si allunga il nervo ponendo attenzione alle articolazioni che attraversa; nel momento di comparsa dei sintomi ci si annota la posizione assunta dal paziente; E' importante ricordare che in situazioni di importante sintomatologia o irritabilità i test non possono essere portati alla massima ampiezza; nel momento di comparsa della sintomatologia il terapeuta prova a togliere un'articolazione della catena per valutare se i sintomi si riducono (Kisner & Colby, 2014, pp 445-446).

I principi del trattamento non si discostano molto dalle tecniche di mobilizzazione. L'intensità della manovra deve essere correlata ai sintomi del paziente, deve essere applicata lentamente e con delicatezza nel caso di grade irritabilità. I sintomi neurologici, comprendenti formicolio e parestesia, devono cessare al cessare della tecnica (Kisner & Colby, 2014, pp 445-446).

Possibili tecniche di trattamento neurodinamico descritte in letteratura

Tecniche di tensionamento: richiedono il posizionamento del tronco e dell'estremità dell'individuo così da mettere in tensione il tessuto neurale (Kisner & Colby, 2014, pp 446-447). Il tessuto nervoso è sollecitato da movimenti passivi e attivi di

un'articolazione, in entrambe le estremità del nervo da trattare, così da modificare le forze di allungamento sul nervo con andamento oscillatorio. Terapia manuale dell'apparato locomotore. Un approccio basato sull'evidenza (Cook, 2012, pp 474).

Tecniche di scorrimento: la posizione del paziente è la stessa delle tecniche di tensionamento, ma la tecnica comporta l'applicazione di un movimento ad uno dei due capi del nervo mentre l'altro viene rilasciato, così da permettere lo scivolamento prossimo-distale. Terapia manuale dell'apparato locomotore (Cook, 2012, pp 474).

Tecniche di stretching: in questa tecnica la tensione viene applicata al sistema e viene mantenuta per una determinata tempistica. Terapia manuale dell'apparato locomotore. Un approccio basato sull'evidenza (Cook, 2012, pp 474).

Le tecniche di autostretching invece sono insegnate dal terapeuta al paziente, nel momento in cui il terapeuta conosce la risposta sintomatologica del paziente e il paziente conosce perfettamente le posizioni perché ha eseguito parecchi trattamenti (Kisner & Colby, 2014, pp 446-447).

Tecniche di mobilizzazione segmentale: consiste in una tecnica oscillatoria a livello segmentale appropriato per poter trattare i tessuti circostanti al nervo. Terapia manuale dell'apparato locomotore (Cook, 2012, pp 474).

Le tecniche di mobilizzazione tissutale se sono usate rispettando la risposta sintomatologica del paziente e le capacità del tessuto, possono essere utilizzate anche per prevenire le aderenze cicatriziali intraneurali ed extraneurali, dopo una lesione acuta o un intervento chirurgico (Kisner & Colby, 2014, pp 446-447).

Esempio SLR – Single Leg Raise (Kisner & Colby, 2014, pp 448-449):

Valutazione nervo ischiatico: sollevamento della gamba tesa con dorsiflessione di caviglia. Il paziente è in decubito supino, l'esaminatore solleva l'arto inferiore a ginocchio esteso e induce passivamente una dorsiflessione di caviglia. A questa posizione si possono aggiungere varianti: dorsiflessione della caviglia, flessione plantare della caviglia con inversione del piede, adduzione dell'anca, rotazione interna dell'anca e flessione passiva del collo. La tecnica può essere eseguita anche con il

paziente in decubito laterale o seduta sul lettino con gli arti inferiori estesi, per differenziare un possibile stiramento degli ischiocrurali, da un interessamento del nervo a livello delle radici lombosacrali o del nervo sciatico.

La modifica della posizione del piede, del ginocchio e dell'anca servono per valutare se il piede può essere la causa, come nel caso della fascite plantare o la sindrome del tunnel tarsale. Una volta raggiunta la posizione del test, l'esaminatore porta in tensione il sistema e mantenendo la posizione, muove un'articolazione di pochi gradi, così da aumentare o diminuire di poco la tensione da stiramento:

- o dorsiflessione + Eversione caviglia = tensionamento del tratto tibiale dello sciatico;
- o dorsiflessione + Inversione caviglia = tensionamento del tratto surale dello sciatico;
- o plantarflessione + Inversione = tensionamento fascio peroneo comune;
- o adduzione dell'anca e Rotazione interna dell'anca mentre si solleva l'arto = aumenta la tensione dello sciatico;
- o flessione passiva del collo = induce una trazione craniale del midollo e aumento della tensione dell'intero sistema;
- o stiramento dei nervi plantari mediali e laterali aumenta l'estensione delle dita del piede ed è maggiore sia con la flessione plantare che con la flessione dorsale (Kisner & Colby, 2014, pp 448-449).

La neurodinamica permette di indagare l'eziologia della sintomatologia dolorosa, mobilizzando strutture che non hanno una continuità anatomica e riproducendo comunque la sintomatologia comune al paziente; il terapeuta attraverso queste tecniche è in grado di discriminare se la causa è di origine muscolare, tendinea, legamentosa o neurale, meningea, fasciale. Terapia manuale dell'apparato locomotore. Un approccio basato sull'evidenza (Cook, 2012, pp 474).

Anatomia del plesso lombosacrale

I nervi provenienti dal plesso lombare e dal plesso sacrale innervano gli arti inferiori. Il plesso lombare è situato all'interno del grande psoas, anteriormente ai processi trasversi delle prime tre vertebre lombari; mentre il plesso sacrale è posto nella pelvi, anteriormente al muscolo piriforme, esternamente alla fascia pelvica. Il tronco lombosacrale (L4, L5) invece, emerge medialmente al grande psoas sulla parete addominale posteriore e si appoggia sull'ala del sacro per raggiungere poi la sacroiliaca (Standring, 2012, pp 1379-1382).

Rami terminali del plesso lombosacrale

Nervo Femorale (L2, L4): innerva la parte anteriore della coscia, deriva dalle divisioni posteriori del secondo, terzo e quarto ramo ventrale lombare, scende attraverso il grande psoas e risale sul margine laterale per insinuarsi tra quest'ultimo e l'iliaco. Il nervo femorale entra nella coscia dietro il legamento inguinale e laterale rispetto alla guaina femorale. I suoi rami terminali iniziano 2 cm al di sotto del 'Triangolo di Scarpa'. Nell'addome, il nervo femorale cede dei rami di piccolo calibro all'iliaco e un ramo alla parte prossimale dell'arteria femorale; fornisce inoltre rami articolari ad anca e ginocchio ed innerva la cute della porzione anteromediale della coscia, della gamba mediale e del piede (Standring, 2012, pp 1379-1382).

Nervo Otturatore (L2, L4): si tratta del nervo della porzione mediale della coscia che origina dalle divisioni anteriori del secondo, terzo e quarto ramo ventrale lombare, scende attraverso il grande psoas ed emerge sul margine mediale a livello della pelvi. Il nervo otturatore incrocia l'articolazione sacroiliaca medialmente all'otturatore esterno, scende lungo la parte laterale della pelvi ed entra nella coscia passando per la porzione superiore del forame otturatorio. Qui, in concomitanza con il forame, si divide in due rami: anteriore e posteriore, separati prima dall'otturatore esterno e poi, più in basso, dall'adduttore breve. Il nervo otturatore cede rami all'anca e al ginocchio e può innervare la cute della porzione mediale della coscia e della gamba (Standring, 2012, pp 1379-1382).

Nervo Ischiatico (L4, L5, S1-S3): è il nervo del compartimento posteriore della coscia e attraverso le sue diramazioni innerva tutte le porzioni della gamba e del piede. Nella pelvi è composto dai rami ventrali del quarto nervo spinale lombare fino al terzo sacrale. Prossimalmente è largo 2 centimetri e rappresenta il nervo più spesso del nostro corpo. Entra nell'arto inferiore passando sotto al piriforme nel grande forame ischiatico e decorre tra il grande trocantere e la tuberosità ischiatica. Il nervo decorre lungo il retro della coscia, dove incrocia il capo lungo del bicipite femorale e in prossimità del ginocchio si divide in nervo peroneo tibiale e peroneo comune. Il nervo tibiale deriva dalle divisioni anteriori del plesso sacrale, mentre il nervo peroneo comune è formato dalle divisioni posteriori del plesso sacrale. Il nervo ischiatico distribuisce rami articolari alla coxa, attraverso la capsula posteriore, e al ginocchio. Tutti i muscoli posteriori della coscia, a parte il grande adduttore, sono innervati dal ramo tibiale. Il capo breve del bicipite è innervato dal peroneo comune (Standring, 2012, pp 1379-1382).

Nervo Tibiale (L4, L5, S1-S3): ha origine dalle divisioni anteriori del plesso sacrale, scende lungo il retro della coscia e della fossa poplitea fino al margine inferiore del muscolo popliteo, poi passa anteriormente all'arco del soleo e prosegue nella gamba, per cui è il nervo del compartimento posteriore che scende tra il calcagno e il malleolo mediale. Il suo percorso termina a livello del retinacolo dei muscoli flessori per dividersi in plantare mediale e laterale. Il nervo tibiale fornisce rami articolari al ginocchio e alla caviglia, inoltre innerva la cute della parte posteriore del polpaccio, della pianta del piede, del margine laterale del piede nonché del lato mediale e laterale del calcagno (Standring, 2012, pp 1379-1382).

Nervo Peroneo Comune (L4, L5, S1, S2): ha origine dalle divisioni posteriori del plesso sacrale. La porzione antero-laterale della gamba è innervata dal peroneo comune. Il nervo peroneo comune scende trasversalmente seguendo la faccia laterale della fossa poplitea fino alla testa del perone, posizionandosi tra il tendine del bicipite femorale e il capo laterale del gastrocnemio, infine curva lateralmente verso il collo del perone, rimane in profondità verso il peroneo lungo e si divide in due rami: il peroneo superficiale e peroneo profondo. Prima di dividersi cede rami articolari al ginocchio

nonché all'articolazione tibioperoneale superiore. Il nervo peroneo comune e i suoi rami innervano la cute, ovvero la superficie antero-laterale della gamba e la maggior parte del dorso del piede (Standring, 2012, pp 1379-1382).

Nervo Gluteo inferiore (L5, S1, S2): ha origine dalle divisioni dorsali del quinto ramo lombare ventrale e del primo e secondo ramo sacrale ventrale. Il nervo gluteo inferiore esce dalla pelvi passando sotto il piriforme nella grande incisura ischiatica e si divide nei rami che innervano le fibre profonde del grande gluteo (Standring, 2012, pp 1379-1382).

Nervo Gluteo Superiore (L4, L5, S1): ha origine dalle divisioni dorsali del quarto e quinto ramo lombare ventrale e del primo sacrale. Il nervo gluteo superiore esce dalla pelvi, passando sopra la piriforme, nella grande incisura ischiatica e si divide in due rami: superiore e inferiore. Il primo innerva il medio gluteo e occasionalmente il piccolo gluteo, mentre il secondo innerva il piccolo gluteo, il medio gluteo e termina nel tensore della fascia lata (Standring, 2012, pp 1379-1382).

Innervazione segmentale dei muscoli dell'arto inferiore (Standring, 2012, pp 1334);

- o L1 = grande Psoas, piccolo psoas;
- o L2 = grande psoas, iliaco, sartorio, gracile, adduttore lungo, adduttore breve;
- o L3 = quadricipite, adduttore breve, adduttore lungo e gracile;
- o L4 = quadricipite, tensore della fascia lata, grande adduttore, otturatore esterno, tibiale anteriore, tibiale posteriore;
- o L5 = quadricipite, tensore della fascia lata, otturatore interno. Semimembranoso, semitendinoso, estensore lungo dell'alluce, estensore lungo delle dita, peroneo terzo, popliteo;
- o S1= grande gluteo, otturatore interno, piriforme, bicipite femorale, semitendinoso, gastrocnemio, soleo, peroneo lungo, e peroneo breve, estensore breve delle dita;

- o S2 = Ppiriforme, bicipite femorale, gastrocnemio, soleo, flessore lungo delle dita, flessore lungo dell'alluce, muscoli estrinseci del piede;
- o S3 = altri muscoli estrinseci del piede (tranne abduktore dell'alluce, flessore breve delle dita, flessore breve dell'alluce, estensore breve delle dita) (Standring, 2012, pp 1334);

Innervazione segmentale dei movimenti articolari dell'arto inferiore

(Standring, 2012, pp 1334)

ANCA

- o flessione-adduzione-rotazione interna: L1/L3;
- o estensione-abduzione-rotazione esterna: L5/S1;

GINOCCHIO

- o estensione: L3/L4;
- o flessori: L5/S1;

CAVIGLIA

- o flessione dorsale: L4/L5;
- o flessori plantari: S1/S2;

PIEDE

- o inversione: L4/L5;
- o eversione: L5/S1;
- o muscoli intrinseci: S2/S3 (Standring, 2012, pp 1334);

Anatomia degli Hamstrings

I muscoli della loggia posteriore della coscia sono bicipite femorale, semitendinoso e semimembranoso. Collaborano all'estensione dell'anca e alla flessione del ginocchio, formando i margini della fossa poplitea, nella loro porzione distale. (Standring, 2012, pp 1374-1375).

Semitendinoso: ha origine nella parte inferomediale dell'ala superiore della tuberosità ischiatica con un tendine comune con il bicipite femorale. Il tendine del semitendinoso curva attorno al condilo mediale della tibia, passando sopra il legamento collaterale mediale del ginocchio e si inserisce sulla superficie mediale della tibia, posteriormente all'inserzione del muscolo sartorio. A livello dell'inserzione distale è unito con il tendine del gracile e dà origine ad un prolungamento per la fascia profonda della gamba e per il capo mediale del gastrocnemio. Nel centro del muscolo semitendinoso è presente un'inserzione tendinea che riceve una striscia muscolare dal capo lungo bicipite femorale. Il semitendinoso insieme al gracile e al sartorio formano il tendine della zampa d'oca, mezzo di stabilizzazione mediale del ginocchio. Il semitendinoso è innervato dal nervo sciatico (L5, S1, S2) attraverso il ramo tibiale (Standring, 2012, pp 1374-1375).

Semimembranoso: il semimembranoso è situato nella porzione posteromediale della coscia. Origina dalla superficie superolaterale della tuberosità ischiatica. Scende posteriormente al bicipite femorale e al semimembranoso. Il tendine si divide in 5 componenti a livello del ginocchio: la principale si inserisce in un tubercolo, posteriormente al condilo mediale della tibia; le altre componenti, simili a ad una serie di strisce, si inseriscono dietro il legamento collaterale mediale, nella porzione superiore del muscolo popliteo, parte posteriore del condilo mediale, nella linea intercondiloidea femorale, sul condilo laterale del femore e va a formare il legamento popliteo obliquo del ginocchio. Il semimembranoso è situato medialmente al nervo ischiatico. Il semimembranoso è innervato dal nervo sciatico (L5, S1, S2) attraverso il ramo tibiale. (Standring, 2012, pp 1374-1375).

Bicipite femorale: localizzato nella porzione posterolaterale della coscia. Il bicipite femorale ha un'inserzione sulla superficie inferomediale dell'area superiore della tuberosità ischiatica (che condivide con il semitendinoso) e sul legamento sacrotuberoso. L'inserzione dell'altro capo, il capo breve, origina dal labbromediale della linea aspra, tra i muscoli grande adduttore e vasto laterale del quadricipite. Il capo lungo a forma fusiforme e discende lateralmente al nervo sciatico. Il tendine d'inserzione distale si divide: una parte prende contatti con il legamento collaterale peroneale e si inserisce nella testa del perone; il resto del tendine distale si divide a sua volta in più lamine, quelle intermedie si continuano con il legamento collaterale, peroneale, invece le altre discendendo superiormente e inferiormente al legamento collaterale peroneale si inseriscono nel condilo laterale della tibia. Il nervo peroneo comune scorre adiacente e posteriormente al tendine del bicipite femorale. Il capo lungo e il capo breve sono innervati dal nervo sciatico (L5, S1, S2) il primo attraverso il ramo tibiale, il secondo dal ramo peroneale comune (Standring, 2012, pp 1374-1375).

Azioni degli Hamstrings

Le azioni principali sono:

- o flessione di ginocchio,
- o estensione d'anca,
- o estensioni del tronco da posizione a busto flesso (bending anteriore).

A ginocchio semiflesso il bicipite femorale diventa un extrarotatore di tibia invece semimembranoso e semitendinoso sono intrarotatori. Ad anca estesa svolgono la stessa funzione di intra ed extrarotatori della coscia. Nella posizione ortostatica gli hamstrings sono inattivi. Ad ogni minimo movimento di oscillazione anteriore o posteriore del baricentro gli ischiocrurali si contraggono come stabilizzatori del bacino (Standring, 2012, pp 1374-1375).

Il dolore posteriore di coscia e la diagnosi differenziale fisioterapica

Il dolore posteriore di coscia

Le lesioni muscolari agli hamstrings rappresentano uno delle cause principali di infortunio e di recidiva (34% a stagione) nel calcio, rugby e nell'atletica. L'elevato tasso di infortunio e la mancanza di una valutazione appropriata, riguardo alle lesioni e al dolore posteriore della coscia, rappresentano una delle attuali sfide in campo terapeutico. Hunter e Speed nel 2007 definiscono il dolore posteriore della coscia, come *un dolore che si tra la tuberosità ischiatica e il margine inferiore della fossa poplitea*, molto spesso si tratta di un dolore dovuto ad un interessamento del nervo sciatico, una sindrome delle faccette articolari lombosacrali, disfunzione sacroiliaca, problematiche d'anca. (Hunter & Speed, 2007). Il dolore alla zona posteriore della coscia causata dal nervo sciatico può avere anche origine dalla sindrome del piriforme, con il paziente che avverte dolore al gluteo e si irradia negli ischiocrurali fino al ginocchio. La diagnosi differenziale del dolore posteriore della coscia è puramente clinica (Puranen & Orava, 1988). La gestione corretta del dolore posteriore della coscia inizia da una valutazione approfondita della causa primaria, se localizzata negli hamstrings, dovuta ad un dolore riferito ad altre zone del corpo o anche entrambi. È fondamentale conoscere la biomeccanica muscoloscheletrica per capire come avvengono gli infortuni degli atleti e non (Hunter & Speed, 2007).

La zona sintomatica

Se il dolore è focalizzato tra la tuberosità ischiatica e l'inserzione distale muscolare degli hamstrings è più probabile che sia legato ad una lesione o ad una tendinopatia inserzionale. Se invece il dolore parte dal rachide lombare e scende fino alla fossa poplitea è più riconducibile ad un dolore radicolare (Hunter & Speed, 2007).

Caratteristiche dei sintomi:

Sintomi meccanici: intermittenti, aggravati dal movimento, alleviati dal riposo. Un'attività intensa che richiede l'attivazione degli hamstrings può aumentare la

sintomatologia ovvero estensione d'anca, flessione di ginocchio, allungamento compartimento posteriore (Hunter & Speed, 2007);

- o se il dolore posteriore della coscia è dovuto a problematiche discali lombari anche semplici movimenti del rachide che aumentano lo stress nelle radici spinali del nervo sciatico;
- o se sintomi sono indipendenti dal movimento, peggiorano a riposo o di notte, possono essere causati da dolore neuropatico, tendinopatie gravi;

È molto importante valutare l'aspetto psicologico del paziente nei confronti del dolore alla coscia posteriore, perché potrebbe essere cronico o recidivo e quindi sviluppare una kinefobia (paura del movimento). Invece nel trattamento dei tessuti molli, nel caso in cui fossero la causa, il movimento è fondamentale per la guarigione. In primis la valutazione clinica è fondamentale, accompagnata da risonanza magnetica del bacino e coscia, nonché ecografia muscoloscheletrica, per fare corretta diagnosi differenziale. La risonanza magnetica del rachide lombare toglie i dubbi di una possibile patologia discale. L'elettromiografia invece permette di valutare se nel percorso dello sciatico ci sono problemi di conduzione (Hunter & Speed, 2007).

L'osservazione del paziente in ortostatismo e in dinamica: una lordosi lombare pronunciata e un aumento dell'inclinazione del bacino in avanti può aumentare il rischio di lesione muscolare agli ischiocrurali; l'inclinazione pelvica anteriore e l'aumento della lordosi portano gli ischiocrurali in tensione già a riposo. Nelle prime fasi la palpazione della loggia posteriore può mettere in evidenza la presenza di un ematoma tra le fibre muscolari e la fascia, caratteristico delle prime fasi della lesione muscolare. La palpazione deve valutare la qualità del tessuto muscolare, la dolorabilità dei tessuti e la qualità del movimento tissutale della: degli ischiocrurali dall'origine all'inserzione, la muscolatura della zona lombosacrale e la muscolatura glutea (Hunter & Speed, 2007).

La valutazione dei movimenti attivi:

- o senza dolore e senza limitazioni di anca, ginocchio e del rachide;
- o contro resistenza;

- o che inducono in allungamento gli hamstrings, ovvero straight leg raise, flessione d'anca seguita da estensione di ginocchio, flessione d'anca abbinata a estensione di ginocchio e rotazione interna di tibia.

Nei movimenti attivi abbiamo un interessamento sia della componente neurale, sia di quella muscolare, è impossibile discriminare l'una dall'altra, ma sono utili per capire il range di movimento attivo del paziente.

La valutazione dei movimenti passivi (Hunter & Speed, 2007):

- o flessibilità dei muscoli posteriori della coscia;
- o test neurodinamici;

La flessibilità dei muscoli posteriori della coscia può essere valutata con due sequenze di movimenti passivi: Straight leg raise: si valuta anche la componente neurale; l'esaminatore solleva la gamba estesa, flettendo l'anca fino alla comparsa dei sintomi. Per non chiamare in causa la componente neurale il piede è tenuto in flessione plantare e il rachide cervicale in posizione neutra. La flessione dell'anca seguita da estensione di ginocchio e rotazione tibiale. Qui l'esaminatore flette al massimo l'anca e poi estende il ginocchio. Se porta la tibia in rotazione interna stira di più il bicipite femorale, se invece la porta in rotazione esterna stira maggiormente tutti i muscoli posteriori. Tecniche di neuroneurodinamica: straight leg raise con manovre di localizzazione: flessione cervicale, rotazione interna d'anca e flessione dorsale di caviglia; Slump test con manovre: flessione cervicale rotazione interna d'anca e flessione dorsale di caviglia. Tecniche di mobilizzazione articolare vengono applicate al rachide lombare e al bacino per migliorare la qualità di scivolamento delle superfici articolari. Tecniche di glide dei tessuti molli (movimenti accessori delle fibre muscolari). Hunter e Speed, con questo articolo, hanno voluto dimostrare che la valutazione e la diagnosi svolta con attenzione è l'unico metodico che si ha per la gestione del dolore posteriore di coscia, in quanto è una sintomatologia condivisa da varie problematiche muscoloscheletriche. Il dolore riflesso della zona lombare, delle articolazioni sacroiliache e dell'anca può dare sintomatologia nella zona posteriore della coscia. Lo slump test e il straight leg raise possono essere utili per identificare l'origine

neurale del dolore. La mia tesi vuole dimostrare se la neurodinamica può essere una metodologia di trattamento per il dolore posteriore della coscia (Hunter & Speed, 2007).

Diagnosi differenziale per il dolore posteriore di coscia

Koulouris e Connell ribadiscono quanto detto precedentemente, da Puranen e Speed, che il dolore posteriore di coscia non può essere ricondotto solo ad una lesione muscolare ma ha causa multifattoriale (Koulouris & Connell, 2005).

Prendiamo ora in considerazione le principali patologie muscolo-scheletriche che possono dare questa sintomatologia.

La stenosi lombare

Si tratta di una patologia muscolo scheletrica caratterizzata da dolore radicolare unilaterale e spesso anche bilaterale nella zona delle natiche, Si tratta di una patologia muscolo scheletrica caratterizzata da dolore radicolare unilaterale e spesso anche bilaterale nella zona delle natiche parte posteriore della coscia e polpacci; presenza della caratteristica sensazione di debolezza nella deambulazione o impossibilità di mantenere una posizione eretta prolungata nel tempo (Ammendolia et al., 2013).

La stenosi spinale può essere di due tipi:

- o **primaria**: causata da anomalie congenite, da un disturbo dello sviluppo postnatale;
- o **secondaria (stenosi acquisita)**: derivante da alterazioni degenerative o come conseguenza di infezioni locali, traumi o interventi chirurgici.

La stenosi foraminale più frequentemente colpisce la radice nervosa L5, in quanto il forame L5-S1 è quello con il rapporto forame/area radicolare minore. La diagnosi clinica dipende dalla valutazione dei sintomi del paziente, dall'esame obiettivo e dal imaging. La stenosi spinale degenerativa colpisce soprattutto uomini con età superiore ai 65 anni. Con età inferiore ai 50 anni si parla soprattutto di stenosi primaria (Genevay & Atlas, 2010).

Il sintomo più comune è la claudicatio neurogena, nota anche come pseudoclaudicatio. La claudicatio neurogena comprende sintomi radicolari dolorosi agli arti inferiori in particolare al gluteo, inguine, parte anteriore della coscia e parte posteriore della coscia fino ai piedi. I sintomi caratteristici comprendono dolore irradiato agli arti inferiori, stanchezza, formicolio. Possono essere presenti anche crampi notturni agli arti inferiori e sintomi neurogeni della vescica. Il paziente può avvertire dolore alla schiena ma il disagio agli arti inferiori è più intenso (Genevay & Atlas, 2010).

La claudicatio neurogena, con l'estensione del rachide lombare del paziente, aumenta i sintomi e invece la flessione diminuisce il dolore. Nei pazienti con low back pain specifico la posizione seduta aumenta la sintomatologia. I pazienti con claudicatio neurogena riferiscono che stare sdraiati è spesso associato a meno sollievo, mentre sdraiati su un lato (permettendo la flessione lombare) è più comodo. La distanza percorsa dai pazienti con claudicatio neurogena è variabile rispetto ai pazienti con claudicatio vascolare, perché nella neurogena la flessione del busto in avanti allevia il dolore e permette di resistere di più in ortostatismo (Genevay & Atlas, 2010).

Nella valutazione del rachide lombare i pazienti con stenosi presentano rigidità, ridotta mobilità non specifica, estensione più limitata della flessione. L'esame neurologico spesso fa emergere debolezza muscolare e/o alterazioni sensoriale. Questi segni si esacerbano dopo la richiesta di un esercizio in isometria (Genevay & Atlas, 2010).

Esame fisico

La diagnosi clinica e l'esclusione di altre diagnosi concorrenti, è determinata attraverso l'anamnesi del paziente, la determinazione delle caratteristiche dei sintomi, l'esame del movimento, l'analisi dell'andatura, i test dell'equilibrio, i test sensomotori, la palpazione dei polsi periferici, i test sul tapis roulant e la valutazione di un indice caviglia brachiale (ABI). È necessaria una diagnosi differenziale per escludere condizioni patologiche con sintomi simili alla claudicatio neurogena come tumori spinali, neuropatie periferiche, neuropatie diabetiche, coinvolgimento dell'arteria iliaca e anomalie muscoloscheletriche locali (Backstrom, Whitman & Flynn, 2011).

La diagnosi differenziale per la stenosi lombare comprende le seguenti patologie (Kalff et al., 2013):

- o claudicatio vascolare,
- o ernia del disco lombare,
- o coxartrosi, gonartrosi,
- o stenosi spinale cervicale/toracica,
- o neuropatia,
- o frattura da compressione osteoporotica,
- o infezioni spinali e tumori (Kalff et al., 2013).

Test di carico dell'estensione lombare

Utile per valutare il livello interessato, l'esacerbazione dei sintomi e il livello di resistenza del paziente. L'esaminatore chiede al paziente di mantenere una leggera estensione lombare (angolo di 10°- 30°) fino a quando i suoi sintomi sono sopportabili o sono troppo stanchi e sentono il bisogno di sedersi. Ai pazienti è stato chiesto di descrivere i sintomi neurologici quando si sono verificati fino all'interruzione del test. L'esaminatore prende nota dei sintomi neurologici del paziente immediatamente dopo l'interruzione del test (Takahashi et al., 2014).

Test della deambulazione

L'esaminatore chiede al paziente di camminare continuamente il più a lungo possibile a velocità costante intorno a un circuito di 100 m nel reparto. Durante la deambulazione, il paziente deve mantenere una posizione lombare neutra o leggermente in estensione. I pazienti devono descrivere i sintomi quando compaiono fino all'interruzione del test che avviene quando i pazienti riferiscono l'esacerbazione dei sintomi, l'esaminatore prende nota di quelli neurologici oggettivi immediatamente dopo aver interrotto il test mentre viene mantenuta la postura eretta. Sono stati registrati anche il tempo e la distanza percorsa (Takahashi et al., 2014)

Katz et al. riportano i risultati dell'esame fisico più fortemente associati alla stenosi spinale lombare: includono andatura a base larga, test di Romberg anormale, dolore alla coscia dopo 30 secondi di estensione lombare e anomalie neuromuscolari (Katz et al., 1995) (https://www.physio-pedia.com/Lumbar_Spinal_Stenosis).

Imaging

La risonanza magnetica lombare è la procedura standard per la diagnosi di stenosi lombare. Ha sensibilità compresa tra l'87% e il 96% e specificità compresa tra il 68% e il 75%. E' utile eseguire la risonanza magnetica con il paziente in stazione eretta per valutare i cambiamenti anatomopatologici in carico assiale (Kalff et al., 2013).

La radiografia è usata per valutare i cambiamenti degenerativi, svolta con il paziente in ortostatismo poiché i cambiamenti patologici nella visione frontale e sagittale sono visibili solo sotto carico assiale (in flessione anteriore e in estensione). E' necessaria un rx dell'intera colonna vertebrale in posizione eretta per rilevare eventuali instabilità dovute alle posizioni statiche anomale. Negli ultimi anni, il ruolo degli studi radiografici funzionali è diminuito (Kalff et al., 2013).

La TC lombare può essere utile per la valutazione della condizione ossea e quindi valutare una potenziale osteoporosi, magari in vista della pianificazione dell'intervento chirurgico (esempio: stabilizzazione vertebrale). L'elettromiografia è utile nella diagnosi differenziale, ad esempio nel caso di lesioni del midollo spinale o disturbi sistemici del sistema nervoso, ma può anche indentificare a che livello della

fibra nervosa si presenta la sofferenza nel caso di pazienti con sintomi multisegmentali. Evidenzia eventuali deficit o problematiche di innervazione dei muscoli degli arti inferiori (Kalff et al., 2013).

In una valutazione diagnostica completa, per escludere altre patologie o per verificarne la concomitanza con la stenosi, sono utili i test di laboratorio in quanto possono aiutare ad escludere cause infiammatorie e possono anche valutare la presenza di disturbi del metabolismo: un esame emocromocitometrico completo, concentrazione di proteina C-reattiva, test di funzionalità renale, concentrazione di glucosio nel sangue ed emoglobina glicata. La sospetta polineuropatia può essere confermata dall'elettromiografia (Kalff et al., 2013).

La radiculopatia lombosacrale

La lombalgia è uno dei principali disturbi muscoloscheletrici riscontrati nella pratica clinica. Circa il 50% dei casi si risolve entro una o due settimane. La sintomatologia lombalgica è comune a varie patologie, tra di esse è presente la radiculopatia lombosacrale. Radiculopatia lombosacrale è un termine usato per descrivere una sindrome dolorosa causata dalla compressione o dall'irritazione delle radici nervose del rachide lombosacrale. Le cause principali sono: ernia del disco lombare, malattie degenerative della colonna e restringimento del forame da cui i nervi escono dal canale spinale. I sintomi includono dolore neuropatico che si irradia agli arti inferiori secondo i dermatomeri o miomeri interessati. Altri sintomi di accompagnamento possono includere formicolio, deficit sensoriali, debolezza e perdita dei riflessi osteotendinei (Alexander & Varacallo, 2021).

La diagnosi differenziale per la radiculopatia lombosacrale comprende:

- o condizioni degenerative della colonna vertebrale (cause più comuni): spondilolistesi, stenosi spinale, spondilolisi;
- o traumi (es. fratture vertebrali);
- o tumori maligni e benigni;
- o infezioni (osteodiscite, osteomielite, etc);

- o problematiche vascolari (esempio MAV) (Alexander & Varacallo, 2021).

Nella revisione sistematica di Tawa e coll., i test neurologici clinici valutati comprendevano test per la sensibilità tattile e dolorifica, test motori (funzionali e di forza isometrica), il riflesso rotuleo e i test neurodinamici (Lasseguè e SLR) (Tawa, Rhoda Anthea & Diener, 2017).

La revisione scientifica dimostra che:

- o i test della sensibilità tattile e dolorifica sono molto specifici e utili nella diagnosi di radiculopatia lombosacrale nei pazienti con sintomi lombari irradiati agli arti inferiori;
- o i test motori, per lo più funzionali comprendevano: deambulazione sulle punte dei piedi, deambulazione con appoggio sui talloni, flessione d'anca, estensione dell'alluce e flessione plantare contro resistenza. Sensibilità scarsa/moderata di questi test e quindi non sono utili per escludere un quadro di radiculopatia lombo/sacrale. Tra questi test solo quello per valutare l'interessamento della radice di S1 dimostra specificità più alta;
- o il riflesso rotuleo e il riflesso achilleo presentano buona specificità come test di conferma nella diagnosi di radiculopatia lombosacrale in quanto presentano un buon livello di coerenza e di riproducibilità;
- o l'utilizzo dei test neurodinamici presenta pareri discordanti. Gli studi prendono in considerazione tre test:
 - 1 l'SLR per il presso sacrale,
 - 1 il FNST
 - 1 il Lassegue.

Valutando nel complesso i risultati ottenuti dai vari studi, i test neurodinamici SLR e FNST presentano più specificità che sensibilità e quindi sono ideali per la diagnosi differenziali per radiculopatia lombosacrale (Tawa, Rhoda Anthea & Diener, 2017).

- la diagnosi fisioterapica di radicolopatia lumbosacrale si ottiene attraverso i risultati dei test motori, sensitivi, i riflessi tendinei profondi valutati congiuntamente non dall'esito dei singoli test isolati (Tawa, Rhoda Anthea & Diener, 2017).

Utilità diagnostica dello slump test

Maitland ha proposto lo slump test, ovvero un test neurodinamico utilizzato per valutare la meccanica - sensibilità delle strutture neuro - meningehe all'interno del canale vertebrale. È un test utilizzato in fisioterapia nei pazienti che presentano dolore alla colonna vertebrale o/e irradiato agli arti inferiori. Durante il suo percorso il nervo periferico va a contatto con tante strutture o interfacce meccaniche, e varie tipologie di tessuto che sono responsabili della sintomatologia dolorosa. Quindi la sequenza e l'ordine dei movimenti che avrebbero lo scopo di aumentare lo stress meccanico a carico delle strutture neurali, devono essere lenti e controllati differenziare queste strutture che potrebbero essere causa del dolore (Tucker, Duncan & McNair, 2007).

- o il paziente è seduto a bordo del lettino, ad un'altezza tale che i suoi piedi non toccano il suolo. Il fisioterapista è posizionato nel lato sintomatico. Il test viene eseguito prima testando "il lato sano", così da fargli percepire i movimenti e le sensazioni che percepisce poi quando si valuta il lato dolente (<https://www.fisioscience.it/blog/slump-test-come-si-esegue/>);
- o si chiede, in primis al paziente di portare le mani dietro alla schiena e successivamente di eseguire una leggera flessione toraco-lombare in avanti. Raggiunta la posizione flette la zona toraco-lombare su sé stesso, mantenendo sempre lo sguardo avanti, senza flettere la zona cervicale (<https://www.fisioscience.it/blog/slump-test-come-si-esegue/>);
- o mantenendo la posizione raggiunta, il fisioterapista chiede al paziente di flettere il rachide cervicale e con l'avambraccio prossimale controlla la posizione del capo (<https://www.fisioscience.it/blog/slump-test-come-si-esegue/>);

- o dalla posizione raggiunta (slump position) l'esaminatore richiede al paziente di estendere, quanto possibile, il ginocchio. La posizione può essere esacerbata da una leggera estensione passiva del terapeuta
<https://www.fisioscience.it/blog/slump-test-come-si-esegue/>);
- o nel caso non fossero ancora comparsi i sintomi: mantenendo la posizione raggiunta dal tronco e la l'estensione di ginocchio, l'esaminatore richiede al paziente una dorsiflessione di caviglia. Anche la flessione dorsale può essere esacerbata passivamente dal terapeuta (<https://www.fisioscience.it/blog/slump-test-come-si-esegue/>);
- o come manovra di differenziazione, alla comparsa dei sintomi del paziente, l'esaminatore richiede l'estensione del rachide cervicale (Tawa, Rhoda Anthea & Diener, 2017).

Interpretazione del test:

- o Secondo Urban e co.: il test è positivo se l'estensione del rachide cervicale, ha ridotto le "sensazioni" e il dolore o nel caso di differenza tra i due arti inferiori nel dolore evocato e nel Rom di estensione del ginocchio (Urban & MacNeil, 2015 - <https://www.fisioscience.it/blog/slump-test-come-si-esegue/>);
- o Philip e co.: affermano che il test è positivo se alla riproduzione dei sintomi famigliari al paziente, avviene la riduzione attraverso l'estensione cervicale (Lew & Matyas, 1989);
- o Walsh attraverso il suo studio, sottolinea l'importanza di fare attenzione ai sintomi evocati durante il test, perché se sono diversi da quelli percepiti solitamente dal paziente, potrebbero essere artefatti dovuti al test e il tessuto neurale potrebbe essere la causa dei sintomi (Walsh et al., 2007-<https://www.fisioscience.it/blog/slump-test-come-si-esegue/>);
- o Majlesi e coll. sostengono che lo Slump test ha un buon valore di sensibilità (0.84) nell'identificare pazienti con ernia discale (Majlesi et al., 2008). Lo Slump ha dimostrato maggior attenzione nell'individuare soggetti con NeP

(dolore neuropatico), rappresentando un buon metodo di screening per questa tipologia di pazienti (Urban & MacNeil, 2015);

- o Per avere un'ulteriore conferma della positività si utilizza il test di Lasègue (Straight Leg Raising Test – SLR). Il test di Lasègue è un test clinico utilizzato per valutare l'irritazione radicolare lombosacrale (<https://streamededu.com/test-lasegue-evoluzione-straight-leg-raise/>);

Nel SLR test l'esaminatore solleva la gamba estesa di un paziente in posizione supina. Il test è considerato positivo se il paziente avverte dolore lungo il decorso delle radici nervose lombari, sollevando l'arto inferiore in un'angolazione inferiore ai 45° (Willhuber & Piuizzi, 2021). Il test si conclude quando il paziente avverte dolore o si ottiene la massima flessione d'anca ad arto inferiore esteso (https://www.physio-pedia.com/Straight_Leg_Raise_Test).

Raggiunto il sintomo, sollevando la gamba, si può aggiungere una manovra di differenziazione per valutare se il dolore proviene dalla radice nervosa o da una struttura muscolare. Se il sintomo è presente in zona lombare - gluteo, si può aggiungere al test una dorsa - flessione di caviglia (noto anche come Test di Bragard); nel caso di esacerbazione del dolore, possiamo confermare il coinvolgimento delle radici lombo sacrali. Fajersztan ha introdotto una variante del SLR chiamata "crossed straight" in cui si solleva la gamba tesa dal lato sano con l'obiettivo di provocare dolore all'arto interessato. La revisione sistematica dimostra che test di Lasègue ha un'elevata sensibilità (0,80-0,97) per una protusione discale lombosacrale; invece presenta una bassa specificità (circa 0,4) perché il test è risultato positivo anche in pazienti che presentavano sintomi sciatalgici di altra causa. Il test di Lasègue incrociato presenta invece avere un'elevata specificità (circa 0,9) per la presenza di un prolasso del disco (Kamath & Kamath, 2017).

Utilizzo dell'imaging avviene quando la sintomatologia permane per più di 4/6 settimane. La risonanza magnetica è considerata il gold standard nella valutazione della lombalgia radicolare, l'utilizzo del mezzo di contrasto è raccomandato nei pazienti con precedenti interventi chirurgici alla colonna vertebrale. Per i pazienti che non possono

essere sottoposti a risonanza magnetica, la TC è un'opzione. Anche se la TC non è così sensibile nella visualizzazione dei tessuti molli o dei tumori. L'RX può essere utile per rivelare eventuali fratture o anomalie ossee, riduzione degli spazi intervertebrali e processi osteoartrosici. Per distinguere la radiculopatia lombosacrale dalla neuropatia periferica viene utilizzata l'elettromiografia per valutare il livello della lesione (Alexander & Varacallo, 2021).

Pelvic girdle pain (PGP) e Sacroiliac joints

Il pelvic girdle pain (PGP) è definito dal dolore riferito tra la parte posteriore della cresta iliaca e la piega glutea, in particolare in prossimità delle articolazioni sacroiliache (SIJ). Il dolore può irradiarsi nella parte posteriore della coscia e nella sinfisi. Funzionalmente il paziente ha una ridotta resistenza alla stazione eretta, alla deambulazione e la posizione seduta non è ben tollerata. PGP si pone generalmente in relazione a gravidanza, trauma o artrite reattiva. La diagnosi di PGP è raggiungibile dopo l'esclusione di patologia del rachide lombare (Vleeming et al., 2008).

Il dolore legato alle sacroiliache e/o alle strutture muscoloscheletriche e legamentose correlate ad esse rappresentano un sottogruppo di questi disturbi (PGP) (O'Sullivan & Beales, 2007).

Il dolore derivante dall'articolazione sacroiliaca è una delle potenziali cause di lombalgia. In un quarto delle diagnosi di lombalgia la causa è l'articolazione sacroiliaca. Il dolore all'articolazione sacroiliaca può derivare da traumi, gravidanza, stress ripetitivo, sport e intervento chirurgico del rachide lombare. Le cause atraumatiche del dolore all'articolazione sacroiliaca sono: spondiloartropatia, entesopatia, osteoartrite, infezione, gravidanza, dismetria degli arti, scoliosi. I pazienti si lamentano di un dolore profondo, che si irradia lungo la parte posteriore della coscia e fino al ginocchio. Il dolore può essere erroneamente diagnosticato come dolore radicolare (Raj, Ampat & Varacallo, 2021)

È anche probabile che i pazienti lamentino dolore mentre sono seduti, sdraiati sul lato omolaterale o quando salgono le scale. Il dolore dell'articolazione sacroiliaca di solito segue un evento scatenante e non si manifesta in modo insidioso. La causa

scatenante aiuta a differenziare tra dolore derivante dall'articolazione sacroiliaca e dolore derivante dalle faccette articolari o dal discontervertebrale. Il dolore di origine faccettaria o discogenica tende ad avere un esordio insidioso e improvviso, mentre i pazienti con disfunzione dell'articolazione sacroiliaca possono identificare un evento causativo (Raj, Ampat & Varacallo, 2021).

Test clinici

Test di Gaenslen

Il paziente giace supino sul lettino. Il terapista flette l'anca e il ginocchio controlaterali verso il torace del paziente mentre l'arto opposto da valutare vicino al bordo del lettino. Il terapista porta l'arto da testare giù dal lettino ed imprime una forza perpendicolare verso il pavimento nel terzo distale della coscia. Se il test è positivo compare dolore alla sacroiliaca da lato dell'arto inferiore testato (Raj, Ampat & Varacallo, 2021). Risultati diversi tra arto inferiore destro e sinistro: sensibilità destra 0.53 - sinistra 0.50; specificità destra 0.71- sinistra 0.77; PPV destra 0.47, NPV 0.50. (Laslett et al., 2005)
(https://www.manussapiens.com/images/contenuti/articoli/revisione_dell_letteratura.pdf)

Prova di distrazione

Il paziente in posizione supina sul lettino. Il terapista ponendo le mani a livello delle spine iliache anterosuperiori applica una sollecitazione rotatoria verso l'esterno. Il dolore nella regione dell'articolazione sacroiliaca è indicativo di positività alla disfunzione dell'articolazione sacroiliaca (Raj, Ampat & Varacallo, 2021). Sensibilità 0.60, specificità 0.81, PPV 0.60, NPV 0.81. (Laslett et al., 2005).

Thigh Thrust Test

Il paziente giace supino sul lettino. Il terapista flette l'anca e il ginocchio del lato da testare finché la coscia non è perpendicolare rispetto al lettino. Il terapista afferra la coscia da testare ed imprime una forza posteriore, perpendicolare verso il lettino. La mano opposta dell'esaminatore sostiene l'anca e l'articolazione sacroiliaca. Il dolore

nella regione dell'articolazione sacroiliaca è indicativo di disfunzione dell'articolazione sacroiliaca (Raj, Ampat & Varacallo, 2021). Sensibilità 0.50, specificità 0.69, PPV 0.58, NPV 0.92 Elevata affidabilità (Kappa = 0.94, 0.64 – 0.082). (Laslett et al., 2005).

Inoltre, secondo Laslett M. et al. se sia il test di spinta della coscia e il test di distrazione sono positivi si fa di fatto diagnosi di disfunzione sacroiliaca. Se invece uno dei due è positivo, successivamente si applica anche il test di compressione. Con gli esiti dei tre test si ha la certezza o meno della presenza di disfunzione sacroiliaca (Laslett et al., 2005).

In aggiunta possiamo effettuare i seguenti test:

Compression test

Il paziente in decubito laterale ponendo sotto la sacroiliaca dolente. Il terapeuta imprime una forza di compressione diretta verso il basso con il tallone della mano alla cresta iliaca in superiorità. Il dolore nella regione dell'articolazione sacroiliaca è indicativo di disfunzione dell'articolazione sacroiliaca. (Raj, Ampat & Varacallo, 2021). Sensibilità 0.69, specificità 0.69 (Laslett et al., 2005).

Sacral Thrust test

Il paziente in decubito prono sul lettino. Il terapeuta applica una forza verso il basso con il palmo della mano al centro del sacro. Il dolore nella regione dell'articolazione sacroiliaca è indicativo di disfunzione dell'articolazione sacroiliaca. (Raj, Ampat & Varacallo, 2021). Sensibilità 0.63, specificità 0.75 (Laslett et al., 2005).

Test di Patrick o FABER (flessione, abduzione e rotazione esterna)

Il paziente in decubito supino sul lettino. Il terapeuta flette e ruota esternamente l'anca e il ginocchio di un arto per appoggiare il malleolo laterale vicino alla rotula controlaterale. Il dolore nella regione dell'articolazione sacroiliaca è considerato positivo per la disfunzione dell'articolazione sacroiliaca. Nel caso di dolore all'anca o all'inguine bisogna indagare l'articolazione dell'anca (Raj, Ampat & Varacallo, 2021) (https://www.physio-pedia.com/Sacroiliac_Joint_Syndrome).

Imaging

Il gold standard per la diagnosi di disfunzione sacroiliaca è l'iniezione guidata da immagini, in quanto si può valutare l'evolversi dei sintomi dopo l'applicazione di anestetici. La radiografia standard valuta le modificazioni strutturali/degenerative delle sacroiliache. La risonanza magnetica non è utile per condizioni infiammatorie della sacroiliaca. (Raj, Ampat & Varacallo, 2021).

Sindrome del piriforme

La sindrome del piriforme (PS) si riferisce al dolore causato dalla compressione del nervo sciatico da parte del muscolo piriforme, che causa dolore ai glutei, lombosciatalgia o entrambi. Il nervo sciatico ha dei rapporti anatomici "ravvicinati" con il muscolo piriforme, in quanto esce dal grande forame ischiatico passando sotto di esso (Hopayian & Danielyan, 2018).

I pazienti con sindrome del piriforme possono presentare i seguenti sintomi: dolore cronico nella zona dei glutei e dell'anca, dolore quando ci si alza dal letto, incapacità di stare seduti per un tempo prolungato, dolore ai glutei che si aggrava con i movimenti dell'anca. Le cause principali sono: predisposizione varianti anatomiche (piriforme, nervo sciatico); microtraumi e traumi diretti nella zona glutea e anca; sport che inducono sovraccarico funzionale e stress fisico (corsa, equitazione); lavori che comportano lunghi periodi in posizione seduta (impiegato, camionista); ipertrofia del muscolo piriforme; Il dolore può irradiarsi nella parte posteriore della coscia, ma a volte può irradiare anche nella parte inferiore della gamba in corrispondenza dei dermatomi L5 o S1. In caso di sindrome del piriforme, la palpazione provocherà dolorabilità sul ventre muscolare che si estende dal sacro al grande trocantere del femore (Hicks, Lam & Varacallo, 2021).

Diagnosi differenziale della sindrome del piriforme (Hicks, Lam & Varacallo, 2021):

- o disfunzione all'articolazione sacroiliaca;
- o tendinopatia dei muscoli posteriori della coscia;

- o sindrome miofasciale (presenza di trigger)
- o dolore secondario a laminectomia
- o patologie del rachide lombare (stenosi, radiculopatie, spondilolisi, spondilolistesi)
- o neoplasie (Hicks, Lam & Varacallo, 2021).

Segni clinici (Colonna, 2012, pp 198-203).

- o sintomatologia della sindrome del piriforme;
- o dolore e/o crampi al gluteo a volte irradiati fino agli ischiocrurali;
- o dolore sciatico aggravato dalla posizione seduta e/o incrociando le gambe;
- o dolore provocato da manovre di tensionamento del piriforme;
- o dolore durante la corsa e a volte anche durante la deambulazione;
- o dolore durante lo squatting;
- o dolore durante la rotazione del corpo disteso a letto.

Oltre al dolore possono essere presenti parestesie e paresi dell'arto inferiore con debolezza e atrofia dei glutei (Colonna, 2012, pp 198- 203).

Test clinici

Manovra di Freiberg: si esegue con il paziente sdraiato prono sul lettino con anca estesa e ginocchio flesso (90°) e consiste nella rotazione interna passiva dell'anca portando il piede verso l'esterno. Lo stiramento del piriforme scatena, in caso di positività, un dolore muscolare e/o un dolore irradiato da compressione dello sciatico. Questo test indaga il grado di estensibilità del muscolo e degli altri rotatori esterni dell'anca (Colonna, 2012, pp 201- 204).

Test di Pace e Nagle: test che si esegue con il paziente in posizione seduta, con gli arti inferiori fuori dal lettino. Viene richiesta al paziente un'abduzione ed extrarotazione

isometrica delle anche contra la resistenza fornita dall'operatore sopra il ginocchio. il test è positivo se durante il test è presente dolore e/o debolezza (Colonna, 2012, pp 201-204).

Test di Beatty: il paziente è in decubito con l'arto sano a contatto con il lettino, l'arto patologico flesso a livello dell'anca; il paziente cerca di eseguire un'abduzione contro gravità. Questo test valuta l'insufficienza dei rotatori esterni dell'anca (Colonna, 2012, pp 201- 204).

FAIR Test: in un paziente in decubito supino, consiste nel flettere, addurre e intraruotare l'anca dell'arto inferiore patologico. Gli autori confrontando tale test con l'elettrodiagnosi (allungamento del riflesso di Hoffman) in 1014 arti (918 pazienti) riportano una buona attendibilità (0.881 di sensibilità e 0.832 di specificità). Può essere eseguito con la variante: paziente supino con ginocchio esteso, l'operatore attraverso il piede del paziente induce una flessione – adduzione - intrarotazione. (Colonna, 2012, pp 201- 204).

Nessun test presentato ha una propria sensibilità e specificità rigorosamente convalidata. Attualmente non esiste un goal standard per la diagnosi della sindrome del piriforme (Colonna, 2012, pp 201- 204).

Imaging

Allo stato attuale non c'è una valutazione di imaging che si può considerare Gold standard. Le radiografie standard del bacino e dell'anca dovrebbero essere utili per valutare eventuali patologie ossee e degenerative. Per la diagnosi differenziale è consigliata anche la risonanza magnetica per escludere dolore a causa discogenica e una risonanza del bacino per escludere lesioni intrapelviche. L'imaging può mettere a confronto un'eventuale differenza di ipertrofia tra i due piriforme, utile per indagare sulle cause. L'elettromiografia utilizzata per valutare il ritardo del riflesso H in posizione di FAIR è una metodica controversa perché i risultati raggiunti non hanno ancora avuto una significativa statistica (Cass, 2015).

Lesioni agli Hamstrings

Circa l'80% degli infortuni negli sport di corsa (maratone, sprint, etc) sono dovuti a sindromi da overused o sovraccarico. Gli infortuni più comuni interessano il ginocchio, i muscoli posteriori della coscia, la tibia, la caviglia e la fascia plantare. Le lesioni acute più facilmente riscontrabili, nel sesso maschile, sono la distorsione di caviglia e lo stiramento dei muscoli posteriori della coscia. Gli studi, finora prodotti, dimostrano che le donne hanno un rischio complessivo significativamente inferiore di lesioni legate alla corsa e nella loro casistica più bassa, presentano una maggiore incidenza di lesioni al ginocchio e alla fascia plantare (Arnold & Moody, 2018).

La maggior parte degli individui con lesioni muscolari agli hamstrings, nel momento lesivo, percepiscono un forte dolore improvviso alla coscia e questo avviene nel momento di massima accelerazione, nel caso di atleti velocisti. La comparsa del dolore è preceduta da uno “schiocco udibile” e generalmente l'atleta poi non è più in grado di proseguire con l'attività. Nel caso di interessamento dell'inserzione muscolare, nella tuberosità ischiatica, l'atleta ha fastidio a sedersi. Questo tipo di lesioni sono caratterizzate da recidive (Heiderscheit et al., 2010)

Meccanismo di lesione

Il complesso dei muscoli posteriori della coscia è sistema biarticolare che permette la flessione del ginocchio e l'estensione dell'anca. Nei movimenti quotidiani, questi due si verificano insieme agendo in catena cinetica chiusa, per la maggior parte del tempo.

Le lesioni avvengono principalmente durante la fase di corsa e nello sprint; l'attivazione maggiore dei muscoli posteriori della coscia si verificano durante la fase successiva alla fase di oscillazione quando i muscoli posteriori rallentano e controllano l'estensione del ginocchio, durante il loro massimo allungamento. I muscoli posteriori della coscia cambiano la loro funzione da eccentrica, per rallentare l'estensione del ginocchio durante l'oscillazione, a concentrica, per estendere l'anca. Questo repentino cambio di funzione i muscoli posteriori risultano essere più vulnerabili (Petersen & Hölmich, 2005).

Segni e Sintomi

Classificazione anatomopatologica e clinica della patologia distrattiva Craig 1973 (Colonna, 2012, 186-187):

- o **primo grado**: rottura di poche fibre muscolari o tendinee; minimo gonfiore o dolore con nessuna o minima perdita di forza;
- o **secondo grado**: lesione più severa, parziale lesione fibre muscolari e tendinee; chiara perdita di forza con dolore;
- o **terzo grado**: completa rottura nell'unità muscolotendinea; totale perdita di funzione muscolare e con imponente ematoma;

Classificazione clinica della patologia distrattiva Kettlet 1986 (Colonna, 2012, 186-187):

- o **primo grado**: moderato dolore al momento della lesione o nelle 24 ore successive, specialmente quando si porta in tensione in muscolo;
- o **secondo grado**: dolore durante l'attività che ne impedisce la continuazione; il dolore è moderato-intenso quando è applicata una tensione;
- o **terzo grado**: completa rottura con dolore intenso e perdita della funzione, alla palpazione si apprezza la perdita della soluzione di continuo (Colonna, 2012, 186-187).

Diagnosi differenziale

Il fisioterapista deve essere in grado di distinguere la lesione muscolare dalle seguenti:

- o **dolore riferito alla zona prossimale della coscia**: sindrome delle faccette articolari lombosacrali, dolore sciatico, radiculopatia lombosacrale, sindrome del piriforme, disfunzioni alla sacroiliaca (Poudel & Pandey, 2021);
- o **dolore riferito nella zona distale della coscia**: trombosi venosa profonda, rottura cisti di baker, lesione del menisco del ginocchio, lesione prossimale del gastrocnemio, lesione del popliteo (Poudel & Pandey, 2021);

Test clinici (Reiman, Loudon & Goode, 2013)

- o **Test di Puranen - Orava**: allungamento attivo dei muscoli posteriori della coscia in posizione eretta con l'anca flessa a circa 90°, il ginocchio completamente esteso e il piede su una superficie solida (Sensibilità 0,76, Specificità 0,82);
- o **Bent knee stretch test** (Sensibilità 0,84, Specificità 0,87);
- o **Modified bent knee stretch test** (Sensibilità 0,89, Specificità 0,91);
- o **Test di rimozione della scarpa/ Taking-off-the-shoe test** (Sensibilità 1,00, Specificità 1,00);
- o **Test Rom attivo** (Sensibilità 0,55, Specificità 1,00);
- o **Test ROM passivo** (Sensibilità 0,57, Specificità 1,00);
- o **Resisted range-of-motion test** (Sensibilità 0,61, Specificità 1,00); (Reiman, Loudon & Goode, 2013) (https://www.physio-pedia.com/Hamstring_Strain).

Come prima modalità, lo studio radiografico è indicato per escludere fratture da avulsione da HS, soprattutto in pazienti scheletricamente immaturi.

L'ecografia (US) è una metodica diagnostica conveniente e operatore dipendente. La lesione può essere discriminata attraverso la visualizzazione dell'ematoma e la discontinuità delle fibre. Di una lesione può essere misurata la lunghezza, la larghezza, la profondità e l'area della sezione trasversale della fibra muscolare interessata. Nelle lesioni prossimali, più vicine alla tuberosità ischiatica l'ecografia presenta maggiori limitazioni diagnostiche e valutative.

La risonanza magnetica è la modalità Gold Standard per identificare e descrivere dettagliatamente le lesioni muscolari in particolare quelle localizzate prossimalmente; della lesione definisce: il sito della lesione, la sua gravità ed estensione, i tendini dei muscoli coinvolti e l'entità della retrazione muscolare susseguente alla lesione.

Radiografie è una metodica utilizzata per indagare l'eziologia del dolore e fare diagnosi differenziale: se la causa proviene da un interessamento del tessuto osseo o se interessa l'apparato muscolo - tendineo (Ernlund & Vieira, 2017).

Sindrome degli Hamstrings

La sindrome degli hamstrings, o ischiocrurali, è una patologia muscoloscheletrica delimitata all'inserzione prossimale, a livello della tuberosità ischiatica di questi muscoli. Può essere considerata come un'entesite in quanto avviene un'inflammazione della guaina tendinea che si inserisce nella tuberosità ischiatica. Puranen ed Orava nel 1988 furono i primi a descrivere dettagliatamente questa sindrome dolorosa definendola Hamstrings Syndrome (Colonna, 2012, 193-195).

È una patologia muscolo scheletrica che si ritrova spesso nei velocisti, ma anche nei sedentari. Di solito interessa un solo arto, ma può interessare entrambi. I pazienti che soffrono di Hamstrings Syndrome di solito hanno una storia di contratture ricorrenti e lesioni muscolari agli ischiocrurali. Il dolore viene percepito a livello della tuberosità ischiatica e a volte si irradia sulla coscia posteriore. Il dolore comune a questi pazienti viene rievocato quando assumono la posizione seduta, per esempio nel guidare l'auto o eseguendo una falcata più ampia nel caso dei velocisti. Young nel 2008 afferma che può essere presente anche una debolezza del compartimento posteriore della coscia, più apprezzabile a circa 30 gradi che a 90 gradi di flessione di ginocchio (Colonna, 2012, 193-195).

La funzione biomeccanica principale, degli hamstrings, durante la corsa è di decelerare eccentricamente l'estensione del ginocchio nella fase terminale dell'oscillazione (Goom et al., 2016).

Alla palpazione si rileva dolorabilità e dolore a livello della tuberosità ischiatica; si possono trovare anche contratture nel ventre muscolare degli ischiocrurali. L'estensione forzata dell'arto evoca dolore. Il medico deve fare diagnosi differenziale con: sciatalgia, sindrome del piriforme, borsite ischioglutea, sindrome compartimentale della coscia posteriore, lacerazione muscolo tendinea degli ischiocrurali, infiammazione del muscolo quadrato del femore (Colonna, 2012, pp 193-195).

Diagnosi differenziale (Goom et al., 2016)

- o irritazione del nervo sciatico al muscolo piriforme o vicino alla tuberosità ischiatica;
- o conflitto ischiofemorale;
- o avulsione del tendine negli adolescenti;
- o lesione profonda del muscolo gluteo;
- o frattura da stress del ramo pubico o ischiatico posteriore;
- o rottura parziale o completa del tendine del tendine del ginocchio prossimale (Goom et al., 2016);

Test clinici

Puranene Orawa Test: questo test comporta l'allungamento attivo dei muscoli posteriori della coscia in posizione eretta con l'anca flessa a circa 90°, il ginocchio completamente esteso e il piede in un supporto. Il paziente si allunga in avanti verso il piede sopra il supporto/lettino (Sensibilità 0,76, Specificità 0,82, PPV 0,81) (Cacchio et al., 2012);

Bent knee stretch test: il test di allungamento dei muscoli posteriori della coscia è eseguito con il paziente supino. L'anca e il ginocchio del paziente. L'esaminatore pone l'anca a 90 gradi rispetto al tronco, flette completamente il ginocchio dell'arto da testare e poi lo distende lentamente (Sensibilità 0,84, Specificità 0,87) (Cacchio et al., 2012);

Modified bent knee stretch test: il paziente giace in posizione supina con gli arti completamente estesi. L'esaminatore afferra l'arto infortunato dal calcagno con la mano caudale e con la mano prossimale controlla il ginocchio. Flette rapidamente al massimo anca e ginocchio e poi ridistende lentamente l'arto (Sensibilità 0,89, Specificità 0,91) (Cacchio et al., 2012);

La mancanza di test ad alta qualità diagnostica ribadisce l'importanza di correlare la storia clinica del paziente con i risultati dei vari test e la risonanza magnetica (Goom et al., 2016) (https://www.physiopeedia.com/Proximal_Hamstring_Tendinopathy).

Imaging

L'ecografia e la risonanza magnetica possono mettere in evidenza i classici segni dell'entesopatia con irregolarità dei margini ossei e più raramente delle bande fibrotico cicatriziali che avvolgono lo sciatico. Occasionalmente la radiografia può mostrare irregolarità, calcificazioni eterotopiche ossificazioni nell'area. Lo studio della conduzione nervosa può mettere in evidenza delle anomalie dell'onda f e H.

(Colonna, 2012, pp 194-195)

(https://www.physiopeedia.com/Proximal_Hamstring_Tendinopathy).

Revisione narrativa degli articoli

Esposizione degli articoli

Articolo 1: *Basson Annalie et al., 2017. Revisione Sistemica e metanalisi.*

Il primo articolo preso in esame consiste in una revisione sistematica con meta-analisi. L'obiettivo principale di questa revisione è quello di valutare l'efficacia delle tecniche neurodinamiche nelle patologie muscolo scheletriche che hanno una componente neuropatica. E' stata svolta una ricerca nei database (Pubmed, CINAHL Plus, Cochrane, Physiotherapy Evidence Database), scegliendo studi randomizzati controllati). Sono stati raggruppati in base alla patologia e in base agli outcomes: dolore, disabilità e funzione, come risultati primari. Questa revisione valuta varie problematiche muscoloscheletriche, compresa la radiculopatia lombosacrale.

Sono stati selezionati 40 articoli Rct, alcuni sono stati raggruppati a fare metanalisi; 17 di questi a basso rischio di bias. Il tempo di trattamento varia da 1 a 6 settimane.

I risultati rilevanti che riguardano i gruppi sperimentali:

- o **disabilità:** (Oswestry Disability Questionnaire [0-50]: differenza media, -9,26; intervallo di confidenza al 95% [CI]: -14,50, -4,01; P<0,001);
- o **dolore:** (VAS/NRS (intensità [0-10]): differenza media, -1,78; 95% CI: -2,55, -1,01; P <.001);

In particolare:

- o 5 articoli (Luis Matesanz-García et al., Irene Cabrera-Martos et al., Jain R. et al., Nagrale AV et al., Rezk-Allah SS et al.) hanno avuto risultati significativi, con la mobilizzazione in slump position, nella riduzione del dolore e della disabilità;
- o 3 articoli (Irene Cabrera-Martos et al., Jain R. et al., Nagrale AV et al.) hanno confrontato la mobilizzazione in slump con esercizi e mobilizzazione lombare; 1 articolo (Ali M, Rehman et al.) ha comparato la mobilizzazione in slump con gli

esercizi di stabilizzazione; i trattamenti hanno avuto una durata variabile da 1 a 6 settimane;

- o in 2 studi il single leg raise è stato comparato con l'esercizio terapeutico (Ahmed Net al., Kaur G and Sharma S);
- o nello studio di Mehta A. et al. che, con le tecniche neurodinamiche, mirava ad aumentare l'apertura del forame vertebrale, ha avuto una diminuzione del dolore ($P=0.01$), rispetto al gruppo che è stato sottoposto ad una seduta di ultrasuoni, esercizio terapeutico e mobilizzazione lombare;
- o 3 studi (Mahmoud WS, Patel G., Rezk-Allah SS.) confrontano tecniche di neurodinamica tra loro per valutarne l'efficacia, abbinate ad esercizio terapeutico e terapia manuale (Mulligan);
- o tutti i gruppi di neurodinamica hanno avuto un miglioramento del dolore ($P<0.05$), ma non ci sono state differenze significative tra i gruppi;
- o le metanalisi dimostrano che la neurodinamica (SLUMP e SLR) ha avuto un effetto significativo in entrambi gli outcomes **dolore** e **disabilità**, come dicevamo in precedenza (Nagrare AV. et al, Kaur G. et al., Jain R. et al., Cleland JA et al.) rispetto ai gruppi che facevano esercizio terapeutico o esercizio terapeutico e mobilizzazione lombare; in questa meta-analisi sono inclusi studi a basso rischio;
- o 3 studi hanno misurato il ROM durante gli esercizi neurodinamici e hanno avuto un miglioramento: nel single leg raise (Patel G et al., Kaur G. et al.) e nello slump test (Mehta A. et al.); invece il segno di laseguè rimane invariato (Dwornik M. et al.).

Analisi della revisione:

- o le tecniche neurodinamiche sono efficaci nel ridurre il dolore e la disabilità nei pazienti con radiculopatia lombare;

- o pazienti con slump test positivo, la sintomatologia dolorosa al di sotto dei glutei, che dura da oltre tre mesi (quindi cronica), possono avere benefici in termini di dolore e della disabilità;
- o utilizzate tecniche di apertura dei forami intervertebrali, slump, SLR, mobilizzazione del nervo tibiale e femorale. Queste tecniche possono ridurre il dolore e la disabilità;

Nella mobilizzazione neurale in pazienti con radiculopatia lombare ci sono risultati positivi in termini di miglioramento del dolore e della disabilità (Annalie et al., 2017)

Articolo 2: *Plaza-Manzano et al., 2020. Studio clinico randomizzato a gruppi paralleli*

Lo scopo di questo studio randomizzato è quello di valutare gli effetti del trattamento neurodinamico, abbinato ad un programma di ginnastica posturale, sul dolore (sintomi neuropatici), il livello di disabilità correlata, l'SLR test, la sensibilità al dolore da pressione in soggetti con radiculopatia lombare. L'ipotesi fatta dai ricercatori è che i soggetti con radiculopatia lombare che ricevono il trattamento neurodinamico abbinato alla ginnastica posturale avessero risultati migliori rispetto ai soggetti che ricevevano solo la ginnastica posturale.

Criteri di inclusione

- o i pazienti dovevano avere un'età compresa tra i 18 e i 60 anni;
- o presenza di ernia discale (diagnosticata tramite risonanza magnetica) tra i livelli L4 e S1;
- o dolore irradiato all'arto inferiore;
- o presenza di dolore da almeno 3 mesi;
- o esacerbazione del dolore in caso di starnuto o di uno sforzo fisico;
- o positivo al straight leg raise con riproduzione dei sintomi tra i 40 e i 70 gradi;

Criteri di esclusione

- o indicazione all'intervento chirurgico (assenza di riflessi, atrofia, segni compatibili con la mielopatia lombare);
- o presenza di ernia discale in altri livelli lombari (esempio L1-L2);
- o altre condizioni del rachide: tumori spinali, spondilolistesi o sindrome della cauda;
- o aver ricevuto un trattamento fisioterapico per la sintomatologia radicolare;
- o gravidanza;
- o esclusi i partecipanti che presentavano controindicazioni alla terapia manuale o all'esercizio terapeutico;

Tutti i partecipanti sono stati sottoposti ad esame obiettivo e a loro è stata richiesta storia clinica: precedenti ricadute, meccanismo lesionale, posture aggravanti il sintomo e posture inibenti il sintomo.

I soggetti sono stati assegnati ai due gruppi in modo casuale e allocazione nascosta svolta da un soggetto non coinvolto nel reclutamento e nella valutazione.

Gruppo Sperimentale: esercizi di controllo motorio (ginnastica posturale) + neurodinamica;

Gruppo di Controllo: programma di esercizi di controllo motorio (ginnastica posturale);

Intervento (trattamento)

Entrambi i gruppi hanno svolto 8 sessioni di esercizio fisico per una durata di 30 minuti ciascuna, 2 volte a settimana e per 4 settimane. Ad ogni seduta di ginnastica posturale il fisioterapista controlla l'esecuzione degli esercizi e si accerta che il paziente sia in grado di svolgerli da solo a casa, cosa che ogni partecipante deve fare almeno una volta al giorno per 20 minuti nell'arco delle 8 settimane dello studio.

Il programma di ginnastica posturale (esercizi di controllo motorio) comprende:

- o esercizio di contrazione dell'addome e/o contrazione isolata dei multifidi in posizione prona;
- o contrazione del muscolo trasverso combinata ai multifidi in diverse posizioni da supino, in quadrupedia;

Il trattamento neurodinamico consisteva in una tecnica di slider: paziente supino, flessione, adduzione e rotazione interna dell'anca, estensione del ginocchio e dorsi flessione di caviglia. In questa posizione il terapeuta alterna la flessione dell'anca e del ginocchio all'estensione dell'anca e del ginocchio secondo la tensione del tessuto, nonché i sintomi percepiti dal paziente.

I risultati sono stati valutati:

- o al basale, dopo 4 trattamenti (metà studio);
- o follow up alla fine della sessione di trattamento (8 sedute);
- o follow up a 2 mesi dall'ultima seduta di trattamento.

Esito primario

- o dolore arti inferiori: NPRS; MCID=2 come per low back pain e dolore generale cronico;

Esiti secondari

- o **dolore neuropatico**: S-LANSS – self report Leeds Assessment of Neuropathy Symptoms and Signs Scale – versione spagnola;
- o **disabilità e limitazioni del paziente**: Rolland Morris Disability Questionnaire (RMDQ);
- o **sensibilità meccanica al dolore**: straight leg raise: dai 40 ai 70 gradi, sensibilità 91%, specificità 26% = ernia che interessa radice nervosa; PPT (kg/cm quadrati)

– la quantità di pressione applicata su un punto finché la sensazione di pressione diventi dolore sopra il peroneo comune e tibiale;

Risultati

Intensità del dolore agli arti inferiori:

- o non ci sono stati valori significativi tra i due gruppi per l'intensità del dolore ($F=1,269$; $P=0,273$; $\eta^2 p: 0,043$). Nel gruppo sperimentale hanno valori di riduzione simili; la dimensione dell'effetto tra i gruppi si è ridotta ($SMD=0.2$) mentre la dimensione dell'effetto del trattamento all'interno del gruppo ha valore maggiore ($SMD>1.25$). La differenza di sesso non ha influenzato i valori.

Sintomatologia neuropatica

- o il gruppo sperimentale ha raggiunto un valore significativo pazienti ($F=8,559$; $P=0,008$; $\eta^2 p: 0.373$). I pazienti del gruppo sperimentale che hanno svolto esercizio motorio e neurodinamica hanno valori più bassi alla S-LANNS e quindi una riduzione del dolore neuropatico. La dimensione dell'effetto del trattamento tra i gruppi è ampia alla fine delle 8 sedute ($SMID=0.95$) e al follow up di 2 mesi ($SMID = 0.75$).

Disabilità e limitazione (RMDQ)

- o non sono stati raggiunti valori significativi ($F=2.970$; $P=0.101$; $\eta^2 p: 0,023$) nei due gruppi. Entrambi hanno comunque avuto una diminuzione della disabilità correlata. Le dimensioni dell'effetto dei due gruppi sono ridotte ($SMD>1.15$).

Sensibilità meccanica al dolore (PPT E SLR)

- o esito significativo nel SLR nel gruppo sperimentale ($F=7.512$; $P=0.013$; $\eta^2 p: 0.220$) che ha dimostrato maggiori miglioramenti, riducendo la sensibilità meccanica. Le dimensioni dell'effetto tra i gruppi sono moderate ($SMD=0,55$) dopo 4 sedute di trattamento, ampie alla fine delle 8 sedute ($SMD=1.05$) e al follow up di 2 mesi ($SMD=0.9$);

- o nessuna interazione significativa per i cambiamenti di PPT nel tibiale ($F=0,582$; $P=0,454$; $2 p: 0,026$) e nel peroneo comune ($F=0,658$; $P=0,426$; $\eta^2 p: 0,029$); aumenti simili in entrambi i gruppi; dimensione effetto tra gruppi ridotta ($SMD=0.14$); dimensione effetto nei gruppi ampia ($SMD=1.04$).

Analisi dello studio:

- o primo studio scientifico che valuta l'effetto della neurodinamica abbinata ad un programma di esercizi di controllo motorio-posturale rispetto ad un gruppo che fa solo esercizi di controllo motorio composto da soggetti con radiculopatia lombare;
- o l'aggiunta delle tecniche neurodinamiche non ha avuto esiti significativi sul dolore agli arti inferiori e alla disabilità rispetto al gruppo di controllo; ma il gruppo sperimentale ha avuto una riduzione significativa nei sintomi neuropatici (S-LANSS) e nella sensibilità meccanica valutata con SLR, il che dimostra che le tecniche neurodinamiche possono avere un impatto maggiore nel tessuto neurale;
- o bisogna affermare che entrambi i gruppi hanno avuto un miglioramento dei sintomi neuropatici, ma il gruppo sperimentale ha avuto una diminuzione molto maggiore;
- o il miglioramento in entrambi i gruppi del dolore e della disabilità con esiti significativi, dimostra che le tecniche di controllo motorio e posturale hanno effetti benefici in questo tipo di popolazione, anche se per affermarlo con certezza servirebbe un gruppo di controllo;
- o va sottolineato che la differenza di 8.8° nel single leg raise tra i gruppi al follow up di due mesi non esprime solo un miglioramento della mobilizzazione neurale, ma anche la tensione a livello degli hamstrings;
- o gli effetti del trattamento neurodinamico si sono visti maggiormente dopo 8 sedute di trattamento rispetto ai valori misurati dopo 4 sedute. Possiamo quindi

affermare che è difficile esprimere un numero preciso di sedute utili per avere un miglioramento della S-LANSS;

- o la popolazione è stata limitata solo tra pazienti con ernia discale tra L4 e S1; quindi, non possiamo affermare che potremmo avere gli stessi risultati con pazienti che hanno ernie in altri livelli lombari;
- o mancanza di una valutazione sulla gravità dell'ernia (dimensioni e posizione);
- o non presente un follow up a lungo termine (solo 2 mesi) (Plaza-Manzano et al., 2020).

Articolo 3: *Ferreira et al., 2020. Studio clinico randomizzato controllato.*

Obiettivo dello studio

Valutare se in pazienti con dolore agli arti inferiori dovuto a radiculopatia, il trattamento neurodinamico abbinato a dei consigli che prevedono lo svolgimento dell'attività fisica, può migliorare il dolore agli arti inferiori la disabilità, il dolore alla bassa schiena, l'effetto globale percepito dal paziente e la localizzazione dei sintomi.

Tipologia: studio clinico randomizzato controllato

Popolazione: sono stati reclutati 60 pazienti con dolore neuropatico agli arti inferiori. Valutazione attraverso la scala LANSS (LEEDS ASSESSMET OF NEUROPATHIC SYMPTOMS AND SIGN) con un valore ≥ 12 indica la presenza di dolore neuropatico. Successivo esame neurologico che comprende la valutazione della forza e la sensibilità degli arti inferiori, il riflesso achilleo e rotuleo. Le situazioni di evitamento messe in atto per la paura sono valutate con la Fear Avoidance beliefs questionnaire (FABQ), il dolore catastrofico invece con la Pain Catastrophising Scale (PCS). I pazienti vengono assegnati casualmente al trattamento neurodinamico o al gruppo che somministrava consigli per rimanere attivi.

Misure di outcome

- o dolore agli arti inferiori e disabilità: misurati a due settimane dalla randomizzazione. dolore con la NRS, ai pazienti è chiesto di valutare il dolore

alle gambe nelle ultime 24 ore. Una riduzione di 2 punti è considerata clinicamente rilevante. La disabilità è valutata con la Oswestry Disability Index 2.0. una variazione di 10 punti su 100 è ritenuta clinicamente rilevante. Dolore e disability a 4 settimane della randomizzazione sono considerati esiti secondari;

- o altri outcomes secondari sono misurati a 2 e a 4 settimane dopo la randomizzazione e sono: il dolore alla bassa schiena (low back pain) misurato con la NRS; la funzione misurata con la Patient Specific Functional Scale); la localizzazione dei sintomi e l'effetto globale percepito dal paziente.

L'intervento (trattamento)

I partecipanti allo studio, di entrambi i gruppi, hanno ricevuto dal terapeuta dei consigli per rimanere attivi senza fare attività troppo stressanti: riposo prolungato, evitare attività troppo dispendiose, evitare sforzi fisici intensi, svolgere attività leggere utili anche per ridurre il dolore. Tutti i partecipanti dovevano continuare a fare le loro normali attività quotidiane.

Il gruppo sperimentale svolgeva un trattamento neurodinamico con lo scopo di desensibilizzare il sistema nervoso ripristinando la sua capacità di adeguarsi alle forze esterne che agiscono su di esso. 4 trattamenti in 2 settimane, 2 alla settimana, per una durata di 25 minuti ad ognuno. Al primo trattamento il paziente veniva informato del trattamento e dei suoi scopi (ridurre il dolore agli arti inferiori). I pazienti hanno ricevuto mobilizzazioni di terzo grado per l'apertura del forame e sliders neurodinamici.

Il terapeuta durante il trattamento non poteva rievocare i sintomi famigliare la indurre una leggera sensazione di trazione. La mobilizzazione in apertura del forame è stata eseguita con 2 serie di 30 oscillazioni ad una frequenza di 0.5 hertz, con il paziente posizionato in decubito laterale, sul lato "sano" e le anche flesse. Se i sintomi fossero aumentati dopo le due serie si sarebbe fatto una terza con gli arti leggermente fuori dal lettino, per aumentare il forame lombare.

Per gli slider neurodinamici, i pazienti come prima tecnica si mettevano sdraiati in decubito laterale sul lato "sano" ed il terapeuta eseguiva una combinazione di flessione d'anca e di ginocchio seguita da estensione d'anca e di ginocchio (2 serie da

30 reps). Se i sintomi non avessero peggiorato i pazienti seduti in posizione slump avrebbero eseguito una tecnica di scorrimento attiva: estensione del rachide cervicale/estensione del ginocchio combinata a flessione del rachide cervicale e flessione di ginocchio.

Il gruppo sperimentale doveva svolgere anche esercizi a casa: tecnica di slump da seduto e una tecnica di messa in tensione da posizione supina estendendo il ginocchio. 10 ripetizioni per 2 volte al giorno durante lo studio.

Risultati

- o dei 158 pazienti recluti, 60 sono stati inclusi nello studio. Ogni gruppo ha perso 2 partecipanti al primo follow up (2 settimane) e 1 persona ha abbandonato alla quarta settimana. La maggior parte erano con moderata disabilità, lombalgia e dolore agli arti inferiori;
- o non ci sono stati dati rilevanti per quanto riguarda il dolore agli arti inferiori nel gruppo sperimentale (neurodinamica) al primo follow up, a 2 settimane (MD -1,1, 95% CI -2,3/0,1), ma c'è stato un effetto significativo a 4 settimane (MD -2.4, 95% CI -3.6/ -1.2);
- o non ci sono stati effetti significativi del trattamento riguardo la disabilità (MD -3,3, 95% CI -9,6 /2,9) e 4 settimane (MD -5,0, 95% CI -11,0/1,1);
- o il dolore lombalgico non ha avuto miglioramenti nel follow up a 2 settimane (MD -0,9, 95% CI -2,2 0,3), ma una riduzione significativa nel gruppo del trattamento neurodinamico a 4 settimane (MD -1,5, 95% CI -2.8/-0.2);
- o il trattamento ha avuto un effetto significativo sulla funzione a 2 settimane (MD 5,2, 95% CI 8,2/2,2) e 4 settimane (MD 4,7 punti, 95% CI 1,7/7,8);
- o anche l'effetto percepito globale è migliorato a favore del trattamento neurodinamico a 2 settimane (MD 2,5 punti, 95% CI 1,6/3,5) e 4 settimane (MD 2,9 punti, 95% CI 1,9/3,9);

- o nella localizzazione dei sintomi il gruppo sperimentale non ha avuto nessun effetto: al primo follow up di 2 settimane 5 partecipanti del gruppo di controllo (corrispondenti al 17 %) e 11 del gruppo sperimentale (37 %) hanno dichiarato una centralizzazione del dolore dalle zone più distali degli arti inferiori (RR 2,2, 95% CI 0,9/5,6). A 4 settimane, 13 persone (43%) del gruppo di neurodinamica e 7 del gruppo di controllo (27%) hanno dichiarato una centralizzazione del dolore dalle zone più distali degli arti inferiori (RR 1,9,95% CI 0,9/4,0);

Aspetti interessanti dello studio e consigli per gli studi futuri:

- o negli esiti primari il trattamento neurodinamico non ha avuto nessun effetto. Effetto significativo a 4 settimane della diminuzione del dolore agli arti inferiori e del dolore lombare. Effetto significativo per l'effetto globale percepito a 2 e a 4 settimane. Nessun effetto significativo per la localizzazione dei sintomi e la disabilità;
- o aspetto molto importante da sottolineare che tutti i partecipanti avevano una condizione cronica di dolore, nei quali ci sono pazienti in varie fasi della patologia (acuta, subacuta, cronica) e probabilmente anche la durata dei sintomi può creare delle modificazioni negli esiti del trattamento neurodinamico;
- o questo studio dà lo spunto per uno studio futuro, magari creando dei sottogruppi di pazienti con dolore neuropatico e compromissione della radice nervosa in acuto e cronico, per valutare quali differenze di esiti può avere il trattamento nelle due condizioni;
- o lo studio ha preso in considerazione solo risultati a breve termine, sarebbe stato interessante avere follow up a lungo termine per valutare quanto poteva reggere il trattamento;
- o il bias dell'attenzione è fondamentale: il gruppo sperimentale è a contatto con il fisioterapista 4 volte invece il gruppo di controllo lo vede una volta sola, quando da loro i consigli per rimanere attivi. Questo bias potrebbe spiegare perché il

gruppo di controllo dopo il miglioramento iniziale in alcuni outcomes per ritornare ai livelli basali alla quarta settimana;

- o i punti di forza dello studio sono l'implementazione della randomizzazione (buste chiuse), l'occultamento dell'allocazione e i valutatori in cieco.
- o sottolineata l'importanza del contatto terapeutico avvenuto nel gruppo sperimentale: il contatto con il terapeuta, l'educazione terapeutica e l'ambiente terapeutico possono aver potenziato gli effetti del trattamento (Ferreira et al., 2020). Un interessante revisione critica ad opera di Toby Hall et al., riguardo a questo studio mettendo in luce alcune problematiche e 'dicendo la sua' riguardo a come doveva essere strutturato per ottenere dei risultati più corretti e coerenti. L'articolo afferma che:
 - o lo studio non ha esaminato attentamente tutte le prove, soffermandosi solo sui outcomes primari; se si vanno a vedere le conclusioni riportate nello studio si perdono molti aspetti interessanti;
 - o gli autori hanno fatto una cosa che solitamente negli studi non avviene cioè hanno dato priorità agli effetti immediati del trattamento. Dopo 2 settimane, rispetto al follow up intermedio (4 settimane dopo il basale o due settimane dopo l'ultima seduta); di solito negli studi sperimentali, hanno maggiore importanza gli effetti a lungo e a medio termine. La scelta degli outcomes primari ha avuto un grande impatto sulle conclusioni;
 - o probabilmente se come esiti primari vi erano: dolore agli arti inferiori, dolore alla colonna, funzione o effetto globale, percepito a 4 settimane il risultato finale sarebbe stato diverso;
 - o in una situazione di cronicità, un rapido miglioramento sarebbe inatteso, soprattutto dopo solo 4 sedute. In questo caso l'esito finale a 4 settimane era più importante. C'è stato un miglioramento significativamente maggiore nel dolore agli arti inferiori, alla schiena, alla funzione e all'effetto globale percepito, nel follow up a 4 settimane (Hall et al., 2016).

ARTICOLO 4: *Das, Dowle & Iyengar, 2018. Studio clinic randomizzato controllato.*

Obiettivo: valutare l'efficacia della manipolazione spinale con il movimento degli altri inferiori in aggiunta alla mobilizzazione neurale e alla terapia convenzionale, per avere outcomes migliori nei pazienti rispetto alla terapia convenzionale o alla mobilizzazione neurale e terapia convenzionale.

Criteri di ammissione: età dai 20 ai 55 anni, no preferenze di genere, radiculopatia unilaterale con SLR positivo, slump test positivo (specifico per zona lombare), positivo al test di flessione del ginocchio da prono, dolore da lieve a moderato con scala NRS<7, ipoestesia dermatomo specifico dell'arto inferiore unilaterale e riflesso tendineo profondo (ginocchio, caviglia).

Criteri di esclusione: quadri patologici neurologici in rapida progressione, deficit cognitivi, spondilite anchilosante, diabete, patologie dell'anca, intervento chirurgico zona lombare, claudicatio. Dolore severo>7;

Misure di Outcome

- o dolore (intensità): NPRS;
- o mobilità dell'anca in SLR test: Goniometro;
- o punti di disabilità specifici back-Modified Oswestry Low Back Pain Questionnaire;

90 pazienti sono stati selezionati in modo casuale con radicolopatia lombare. La durata della sperimentazione è stata di sei settimane.

Intervento (trattamento)

Lo studio ha incluso 3 gruppi:

- o **Gruppo 1 controllo:** controllo terapia convenzionale;
- o **Gruppo 2 sperimentale:** mobilizzazione neurale e terapia occupazionale;

- o **Gruppo 3 sperimentale:** mobilizzazione spinale con movimento delle gambe (SMWLM) + neurodinamica + trattamento convenzionale.

Alla fine della settimana i pazienti sono stati valutati per eventuale aumento del dolore.

Gruppo 1 controllo: esercizi di estensione del rachide; iperestensione della schiena (da prono); contrazione addominale con attivazione dei muscoli pelvici; applicato calore per 10 minuti; consigli ergonomici; questi esercizi da fare anche a casa. 5 serie x 10 rip con 2 minuti di recupero tra ogni serie per 6 settimane.

Gruppo 2 sperimentale: mobilizzazione del tessuto neurale - tecniche di Slider

1. Utilizzo di un'articolazione non interessata (sequenza remota, slider remoto). L'articolazione da trattare viene posta in posizione neutra o priva di sintomi. Tecnica 2 di Slider: utilizzo di articolazione non interessata (sequenza remota, slider remoto). Si lavora nel rom dell'articolazione interessata, senza provocare sintomi o sintomi minimi.
- tecnica di Slider 3: (sequenza remota, slider locali). Muovere l'area interessata e qualsiasi altra area ma con o senza minimi. Tecnica da 30 secondi a 2 minuti per trenta secondi, per 5 serie. 3 giorni alla settimana per 2-4 settimane. 1 giorno a settimana per 4-6 settimane. La terapia convenzionale la svolgono i pazienti da soli a casa.

Gruppo 3 sperimentale: tecnica neurodinamica + convenzionale + tecniche di mobilizzazione di Mulligan. Svolte 3 serie per 7/10 ripetizioni, 3 giorni a settimana per 2 settimane. Invece 2 volte a settimana per 2-4 settimane. Le tecniche neurodinamiche e la terapia convenzionale le deve svolgere a domicilio.

Risultati

- o **Dolore:** nessuna differenza significativa tra i 3 gruppi al giorno 1; differenza significativa tra il gruppo controllo e lo sperimentale 1 e il gruppo 2 sperimentale ($p \text{ value} < 0.005$); valutando i valori appaiati del t-test del giorno 1 rispetto alla misurazione alla sesta settimana. C'è un netto miglioramento del dolore nel gruppo 2 sperimentale rispetto agli altri due. ($gs2 = 33.899$; $gs1 = 19.501$; $gc = 12.776$).

- o **Questionario sulla disabilità Oswestry:** nessuna differenza tra i gruppi al giorno 1 (p value>0,005); differenza significativa alle settimane 2,4,6 (p value<0.005). T test appaiati, dal giorno 1 alla sesta settimana, mostrano anche in questo caso una differenza importante a favore del gruppo 2 sperimentale, ma non statisticamente significativa (gs2=21.495; gs1=14.960; gc=9.421).
- o **SLR test:** non c'è una differenza significativa tra i gruppi alla prima misurazione (p value=0.071). Valore statisticamente significativo per il gruppo2 sperimentale alle misurazioni a 2,4,6 (p value<0.005). T test appaiati, la differenza è maggiore nel gruppo sperimentale 2 (gs1=-13.102; gc=-12.126; gs2=-20,810), dimostrando una differenza sostanziale.

Analisi dello studio

- o il gruppo sperimentale 2 ha mostrato un importante miglioramento di tutti i parametri misurati, dimostrando l'efficacia dell'abbinamento tra le 3 metodiche terapeutiche;
- o le tecniche neurodinamiche abbinate alla manipolazione spinale possono essere utilizzate per gestire i pazienti con radicolopatia lombare;
- o la manipolazione lavora nella correzione posizionale del rachide lombare, invece la mobilizzazione neurale lavora migliorando la mobilità tra il nervo e le interfacce meccaniche;
- o la mancanza di un follow up a lungo termine è uno dei limiti di questo studio, al contempo molto interessante ma come in altre occasioni, nella neurodinamica non abbiamo studi con follow up ad 1 anno che potrebbero darci ancora ulteriori informazioni (Das, Dowle & Iyengar, 2018)

DISCUSSIONE

L'obiettivo principale di questa revisione narrativa è quello di dimostrare l'efficacia della neurodinamica nel trattamento del dolore posteriore di coscia, ricercando tra gli studi scientifici recenti (dal 2016 ad oggi). La letteratura scientifica prodotta negli ultimi 5 anni riguarda soggetti con radicolopatia lombare e dolore agli arti inferiori.

Il **primo studio**, quello che riguarda la revisione sistematica e la metanalisi, riporta risultati significativi nella riduzione della disabilità e del dolore agli arti inferiori con P value < 0.001, in entrambi gli outcomes (Annalie Basson et al., 2017). È sicuramente un ottimo risultato, ma nella metanalisi ci sono dei bias di selezione. In due articoli sono inseriti anche pazienti con dolore agli arti inferiori, ma senza radicolopatia e questo potrebbe aver modificato i risultati, anche se questi pazienti rispondevano al criterio di selezione, ovvero quello del dolore posteriore di coscia.

Nel **secondo studio** il gruppo sperimentale ha raggiunto valori statisticamente significativi nella riduzione della sintomatologia neuropatica (P value= 0.008) e nella sensibilità meccanica al dolore (P value= 0.013); la disabilità e il dolore agli arti inferiori hanno avuto una diminuzione non statisticamente significativa, ma questo dimostra comunque l'utilità delle tecniche neurodinamiche.

I risultati migliori si sono misurati dopo otto sedute e attualmente non siamo in grado di dire dopo quante sedute ci possono essere miglioramenti del quadro clinico (Plaza-Manzano et al., 2020).

Il **terzo studio** riporta un miglioramento del dolore lombare significativo a quattro settimane, nessun miglioramento nel trattamento della disabilità e invece un effetto significativo sulla funzione a due e quattro settimane (Ferreira et al., 2020). Condivido il pensiero di Toby Hall riguardo gli esiti di questo studio: avrei valutato come outcomes primari il dolore agli arti inferiori, la funzione, la disabilità a quattro settimane. Mi sarei interessato ai loro valori nel follow up più a lungo termine e non ai risultati a breve termine (Hall et al., 2016).

L'**ultimo studio** abbina le tecniche di Mulligan alla neurodinamica e dimostra che somministrate insieme possono essere utili per gestire il dolore e migliorare la disabilità (entrambi gli outcomes $P \text{ value} < 0,005$) (Das, Dowle & Iyengar, 2018).

I limiti principali di questi studi:

- o non ci sono follow up a lungo termine (ad esempio follow up ad un anno);
- o non vengono suddivisi i pazienti in base alla gravità (dimensione e posizione) dell'ernia discale;
- o servirebbe una stratificazione o dei sottogruppi in base alla gravità dei sintomi e al tempo di insorgenza (acuti/cronici).

Gli articoli selezionati dimostrano che la neurodinamica è una metodica di trattamento che ha un buon impatto terapeutico nella gestione del dolore neuropatico e nella riduzione della disabilità a breve termine. L'associazione esercizio terapeutico abbinato alla neurodinamica può migliorare l'effetto terapeutico della seduta perché migliora la gestione del dolore, la compliance, la consapevolezza del proprio corpo attraverso informazioni propriocettive, enterocettive ed esterocettive; ne sono un esempio gli esercizi proposti nello studio di Plaza-Manzano (Plaza-Manzano et al., 2020).

La terapia manuale abbinata alla neurodinamica può aumentare notevolmente i benefici in termini di dolore e disabilità (Das, Dowle & Iyengar, 2018). La neurodinamica può essere consigliata tecnica di trattamento se integrato in un approccio fisioterapico globale del paziente.

In base a quanto visto negli studi presi in considerazione la gestione del paziente con radiculopatia lombare deve comprendere:

- o educazione del paziente riguardo la problematica muscolo-scheletrica e presentazione del trattamento fisioterapico che il terapeuta intende intraprendere;

- o esercizio terapeutico che comprende esercizio propriocettivo, rieducazione alla respirazione diaframmatica, presa di coscienza della zona lombare e della propria postura, esercizi di core stability, esercizio aerobico e di gruppo;
- o terapia manuale e qui inseriamo anche la neurodinamica: la terapia manuale agirà più sulla componente osteoarticolare invece la neurodinamica sul sistema nervoso centrale e periferico, così da avere un riequilibrio neurofisiologico muscoloscheletrico completo;
- o l'addestramento del paziente all'utilizzo di posture corrette al lavoro e nella vita quotidiana, ultimo aspetto, ma di fondamentale importanza.

La neurodinamica deve essere intesa come una delle tante frecce che il fisioterapista può utilizzare nel suo arco. Gli studi scientifici fino ad ora presenti in letteratura affermano che il dolore posteriore di coscia è una sintomatologia a diagnosi puramente clinica, a causa della sua origine multicausale.

È quindi importante che il fisioterapista sia a conoscenza della diagnosi differenziale e dei test valutativi specifici. In futuro ci sarà bisogno di studi più accurati che prendano in considerazione anche altre cause del dolore posteriore di coscia, oltre alla radicolopatia, alle quali può essere applicata la neurodinamica, ad esempio nel low back pain aspecifico e nel recupero delle lesioni muscolari.

CONCLUSIONI

La diagnosi differenziale fisio-teapica del dolore posteriore della coscia è prettamente clinica: attraverso l'anamnesi, l'esame obbiettivo ed eventuale imaging, per valutare se le cause sono traumatiche (lesione muscolare) o degenerative (esempio stenosi o radiculopatia).

La gestione corretta del paziente inizia da una diagnosi accurata. Al termine di questa revisione possiamo affermare che il dolore posteriore della coscia, dovuto a radiculopatia lombosacrale è una condizione muscolo scheletrica che può avere miglioramenti significativi, in termini di disabilità e dolore, grazie all'utilizzo delle tecniche di neurodinamica.

È una metodica di trattamento che non deve essere utilizzata da sola ma integrata in un approccio multimodale del paziente, insieme all'esercizio terapeutico e alle manipolazioni vertebrali.

BIBLIOGRAFIA

1. Alexander C., E., & Varacallo, M. Lumbosacral Radiculopathy. (2021 Jan). Treasure Island (FL): StatPearls Publishing;
2. Ammendolia, C., Stuber, K.J., Rok, E., Rampersaud, R., Kennedy, C.A., Pennick, V., Steenstra, I.A., de Bruin, L.K., & Furlan AD. (30 ago 2013). Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication. *Cochrane Database Syst Rev.*;
3. Arnold M. J., & Moody, A. L. (2018 Apr 15). Common Running Injuries: Evaluation and Management. *Am Fam Physician.*;97(8):510-516;
4. Attal, N., Fermanian, C., Fermanian, J., Lanteri-Minet, M., Alchaar, H., & Bouhassira, D. (2008). Neuropathic pain: Are there distinct subtypes depending on the aetiology or anatomical lesion?: *Pain.* 138(2), 343–353;
5. Bacchini, L. (2014 Oct). Dolore neuropatico. 70° congresso nazionale medici di medicina generale. Santa Margherita di Pula. <http://www.fimmg.org/index.php?action=pages&m=view&p=2851&lang=it>;
6. Backstrom, K. M., Whitman, J. M., Flynn, & Timothy, W. (2011 Aug). Lumbar spinal stenosis-diagnosis and management of the aging spine. *Man Ther.*;16(4):308-17;
7. Basson, A., Olivier, B., Ellis, R., Coppieters, M.I, Stewart, A., & Mudzi, W. (2017 Sep). The Effectiveness of Neural Mobilization for Neuromusculoskeletal Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.*;47(9):593-615;
8. Cacchio, A., Borra, F., Severini, G., Foglia, A., Musarra, F., Taddio, N., & De Paulis, F. (1 sept 2012). Reliability and validity of three pain provocation tests used for the diagnosis of chronic proximal hamstring tendinopathy. *Br J Sports Med.*;46(12):883-7;
9. Chu, S. K., & Rho, M. E. (2016 May-Jun). Hamstring Injuries in the Athlete: Diagnosis, Treatment, and Return to Play. *Curr Sports Med Rep.*; 15(3): 184–190.
10. Cass, S. P. (2015 Jan). Piriformis Syndrome A Cause of Nondiscogenic Sciatica. *Current Sports Medicine Reports.* Volume 14 - Issue 1 - p 41-44;
11. Das, S. M. S., Dowle, P., & Iyengar, R. (2018). Effect of spinal mobilization with leg movement as an adjunct to neural mobilization and conventional therapy in patients with lumbar radiculopathy: Randomized controlled trial. *J Med Sci Res.*; 6(1):11-19;
12. Ellis, R. F., Phty, B., & Hing, W. A. (2008). Neural Mobilization: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials with an Analysis of Therapeutic Efficacy. *J Man Manip Ther.*; 16(1): 8-22;
13. Ernlund, L., & Vieira, L. D. A. (2017 Aug). Hamstring injuries: update article. *Rev Bras Ortop.*;52(4):373-382;
14. Ferreira, G. E., Stieven, F., X Araujo, F., Wiebusc, M., Rosa, G. C., Della Me´a Plentz, R., & Silva, F. M. (2020 Feb). Neurodynamic treatment did not improve pain and

- disability at two weeks in patients with chronic nerve-related leg pain: a randomised trial. *Am J Phys Med Rehabil*;99(2):124-132;
15. Genevay, S., & Atlas, S. J. Lumbar Spinal Stenosis. (2010 apr). *Best Pract Res Clin Rheumatol.*; 24(2): 253-265.;
 16. Goom ,T.S., Malliaras, P., Reiman, M.P., &Purdam, C.R. (2016 Jun). Proximal Hamstring Tendinopathy: Clinical Aspects of Assessment and Management. *J Orthop Sports Phys Ther.*;46(6):483-93;
 17. Groen, G. J, Baljet, B., & Drukker, J. (1988). The innervation of the spinal dura mater: Anatomy and clinical implications. *Acta Neurochirurgica* volume 92, pages39–46;
 18. Hall, T., Coppieters, M. W., Nee, R., Schaëfer, A., & Ridehalgh, C. (2016). Neurodynamic treatment improves leg pain, back pain, function and global perceived effect at 4 weeks in patients with chronic nerve-related leg pain. Australian Physiotherapy Association. Published by Elsevier B.V;
 19. Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Amy, S., Chumanov, E. S., & Thelen D. G. (2010 feb). Hamstring Strain Injuries: Recommendations for Diagnosis, Rehabilitation and Injury Preventio. *J Orthop Sports Phys Ther.*; 40(2): 67–81:
 20. Hicks, B. L., Lam, J. C., & Varacallo, M. (2021 Jan). Piriformis Syndrome. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing;
 21. Hopayian, K., & Danielyan, A. (2018). Four symptoms define the piriformis syndrome: an updated systematic review of its clinical features. *Eur J Orthop Surg Traumatol.*; 28(2):155–64;
 22. Hunter, D. G., & Speed, C. A. (2007 Apr). The assessment and management of chronic hamstring/posterior thigh pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol.*;21(2):261-77;
 23. I.A.S.P. (2010). Diagnosis and Classification of Neuropathic Pain. Vol. XVIII, Issue 7; https://s3.amazonaws.com/rdcmsiasp/files/production/public/Content/ContentFolders/Publications2/PainClinicalUpdates/Archives/PCU_18-7_final_1390260761555_9.pdf?ItemNumber=2083;
 24. Kalff, R., Ewald C., Waschke, A., Gobisch, L. & Hopf Christof. (2013). Degenerative Lumbar Spinal Stenosis in Older People. Current Treatment Options. *Dtsch Arztebl Int.*; 110(37): 613–624;
 25. Kamath, S. U., & Kamath, S. S.. (2017 May). Lasègue’s Sign *J Clin Diagn Res.*; 11(5): RG01–RG02;
 26. Katz, J. N., Dalgas, M., Stucki, G., Katz, N. P., Bayley, J., Fossel, A. H., Chang, L. C., & Lipson, S. J. (1995 Sep). Degenerative lumbar spinal stenosis. Diagnostic value of the history and physical examination. *Arthritis Rheum.*;38(9):1236-41;
 27. Koulouris, G., & Connell, D. (May-Jun 2005). Hamstring muscle complex: an imaging review.;25(3):571-86;

28. Laslett, M., Charles, N. A., Barry, M. D., & Sharon B. Y. (2005). Diagnosing painful sacroiliac joints: A validity study of a McKenzie evaluation and sacroiliac provocation tests”, *Australian Journal of Physiotherapy*, Vol 49, pag 89–97;
29. Lew, P., & Matyas, T. A. (1989). The inter-therapist reliability of the slump test. *K Philip. Aust J Physiother.*;35(2):89-94;
30. Majlesi, J., Halit, T., Halil, U., & Sadk, T. (2008 Apr). The sensitivity and specificity of the Slump and the Straight Leg Raising tests in patients with lumbar disc herniation. *J Clin Rheumatol.*;14(2):87-91;
31. Magni, A., Aprile L., P., & Ventriglia, G. (2016). Classificazione e inquadramento del paziente con dolore non oncologico. *Rivista Società Italiana di Medicina Generale.*;
32. Millesi, H. The nerve gap. (1986 Nov). Theory and clinical practice. *Hand Clin.* ;2(4):651-63;
33. O'Sullivan, P. B., & Beales, D. J. (2007 May). Diagnosis and classification of pelvic girdle pain disorders--Part 1: a mechanism-based approach within a biopsychosocial framework. *Man Ther.*;12(2):86-97;
34. Plaza-Manzano, G., Cancela-Celleruelo, I., Fernández-de-las-Peñas, C., A., J., Arias-Buría, J. L., Thoomes-de Graaf, M., & Ortega-Santiago, R. (2020 Feb). Effects of Adding a Neurodynamic Mobilization to Motor Control Tra Am J Phys Med Rehabil.;99(2):124-132.ining in Patients with Lumbar Radiculopathy due to Disc Herniation: A Randomized Clinical Trial;
35. Pechan, J., & Julis, I. (1975). The pressure measurement in the ulnar nerve. A contribution to the pathophysiology of the cubital tunnel syndrome *Journal of Biomechanics*. Vol. 8, Issue 1, Pages 75-79;
36. Petersen, J., & Hölmich, P. (2005 Jun). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br Sports Med.*; 39(6):319-23;
37. Poudel, B., & Pandey, S. (2021 Jan). *Hamstring Injury*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing;
38. Puranen, J., & Orava, S. The hamstring syndrome. (1988 Sep-Oct). A new diagnosis of gluteal sciatic pain. *Am J Sports Med.*;16(5):517-21;
39. Raj, M. A., Ampat, G., & Varacallo, M. (2021 Jan). Sacroiliac Joint Pain. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing;
40. Reiman, M.P., Loudon, J.K., & Goode, A.P. (2013 Apr). Diagnostic accuracy of clinical tests for assessment of hamstring injury: a systematic review. *journal of Orthopaedic & sports physical therapy*;43(4):222-31.
41. Ristori, D., Testa, M., & Minacci, M. (2013 Marzo). La differenziazione strutturale in neurodinamica: risposte fasciali o risposte neurali. *Scienza Riabilitativa*. 15(1):15;

42. Selander, D., & Sjöstrand, J. (1978) Longitudinal spread of intraneurally injected local anesthetics. An experimental study of the initial neural distribution following intraneural injections. *Acta Anaesthesiol Scand.*;22(6):622-34;
43. Takahashi, N., Kikuchi, S. I., Yabuki, S., Otani, K., & Konno, S. I. (2014 Jul 31). Diagnostic value of the lumbar extension-loading test in patients with lumbar spinal stenosis: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord.*; 15:259;
44. Tawa, N., Rhoda, A., & Diener, I. (2017). Accuracy of clinical neurological examination in diagnosing lumbo-sacral radiculopathy: a systematic literature review. *BMC Musculoskelet Disord.*; 18: 93;
45. Tucker, N., Duncan, R., & McNair, P. (2007). Reliability and Measurement Error of Active Knee Extension Range of Motion in a Modified Slump Test Position: A Pilot Study. *J Man Manip Ther.*; 15(4): E85–E91;
46. Urban, L. M., & MacNeil, B. J. (2015 Aug). Diagnostic Accuracy of the Slump Test for Identifying Neuropathic Pain in the Lower Limb. *J Orthop Sports Phys Ther.*;45(8):596-603;
47. Vleeming, A., Albert, H., Ostgaard, H., & Bengt, S. (2008 Feb). European guidelines for the diagnosis and treatment of pelvic girdle pain. , 17(6):794-819;
48. Walsh, J., Flatley, M., Johnston, N., & Bennett, K. (2007). Slump Test: Sensory Responses in Asymptomatic Subjects. *J Man Manip Ther.*; 15(4): 231–238;
49. Willhuber, G. O. C., & Piuze, N. S. (2021). Straight Leg Raise Test. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing;

BIBLIOGRAFIA – Testi:

- Butler David S. Mobilizzazione del sistema nervoso. Ed. Edra. Ristampa 2021. Milano;
- Butler and Moseley. Explain Pain. 2003. NOI Publications. Adelaide;
- Colonna Saverio. Le catene miofasciali in medicina manuale. Arto inferiore: Anca. Ed. Martina.2012. Bologna;
- Cook Chad E. Terapia manuale dell'apparato locomotore. Un approccio basato sull'evidenza. 2014. Piccin.;
- Kisner Carolyn, Colby Lynn Allen. Esercizio Terapeutico. Ed. Piccin. 2014. Padova.;
- Pasqualino Arcangelo, Nesci Enzo. Anatomia umana fondamentale. Ed. Utet. 1998. Torino;
- Stranding Susan. Anatomia del Gray. Le basi anatomiche per la pratica clinica. Ed. Elsevier. 2012. Trento.;

SITOGRAFIA

- <https://www.fisioscience.it/blog/slump-test-come-si-esegue/>;
- <https://www.humanitas.it/enciclopedia/anatomia/sistema-nervoso/sistema-nervoso-centrale/>
- <https://www.humanitas.it/enciclopedia/anatomia/sistema-nervoso/sistema-nervoso-periferico/>;
- <https://www.nervenia.com/it/metodo-nervenia/neurodinamica/>;
- <https://www.neuroscienze.net/la-trasmissione-sinaptica/>;
- <https://www.fisioscience.it/blog/sensibilizzazione-centrale/>;
- <https://www.fktherapy.it/neurodinamica/>;
- <https://www.my-personaltrainer.it/fisiologia/mielina.html>;
- https://www.manussapiens.com/images/contenuti/articoli/revisione_dell_letteratura.pdf
- <https://www.osteoclinic.it/dolore/sensibilizzazione-centrale-e-dolore-cronico/>;
- <https://www.osteolab.net/meningi>;
- <https://www.osteolab.net/snp/>;
- https://www.physio-pedia.com/Sacroiliac_Joint_Syndrome;
- https://www.physio-pedia.com/Straight_Leg_Raise_Test;
- https://www.physio-pedia.com/Proximal_Hamstring_Tendinopathy;
- https://www.physio-pedia.com/Lumbar_Spinal_Stenosis;
- https://www.physio-pedia.com/Hamstring_Strain;
- <https://streamededu.com/test-lasegue-evoluzione-straight-leg-raise/>;
- La Pace Leontina, Di Muzio Antonio. Il Dolore Neuropatico. Corso di aggiornamento aziendale ASL 2 Lanciano Asti Chieti. 2012.
https://www.info.asl2abruzzo.it/files/pacchetto_mmg_il-dolore-neuropatico.pdf;