

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**Il Low Back Pain cronico non specifico: è giusto ridurlo alla sola
esperienza del dolore?**

Relatore: Prof. Betti Sonia

Laureando: Leo Castelli

N° di matricola: 2012211

Anno Accademico 2022/2023

Il Low Back Pain cronico non specifico: è giusto ridurlo alla sola esperienza del dolore?

Indice

Il Low Back Pain cronico non specifico: è giusto ridurlo alla sola esperienza del dolore?	1
1. Capitolo 1 – La salute spinale globale	3
1.1 Il <i>trend</i> secondo le associazioni per la salute della spina e la WHO	3
1.2. Low Back Pain cronico non specifico.....	6
1.3. Effetti della cronicità sulla spina.....	10
2. Capitolo 2 - Aspetti comportamentali e fisiologici del dolore	17
2.1 Che cos'è il dolore.....	17
2.2 Aspetti anatomici e neurofisiologici della nocicezione.....	19
2.3 La kinesiophobia: cos'è e cosa comporta.....	23
2.4 Approccio moderno alle algie spinali croniche non specifiche.....	29
3. Capitolo 3 - Implicazioni Pratiche	33
3.1. Considerazioni rispetto alle algie spinali nei giovani atleti	33
3.2. L'attività fisica come elemento fondamentale al benessere mentale.....	36
3.3. La chinesiologia e LBP	42
4. Discussione e conclusione	45
5. Bibliografia	49

1. Capitolo 1 – La salute spinale globale

1.1 Il *trend* secondo le associazioni per la salute della spina e la WHO

“Sei vecchio quanto la tua spina” - Joseph Pilates

Sono parole di Joseph Pilates studioso del corpo e del suo benessere e inventore del metodo Pilates, parole che invitano a prendersi cura del proprio corpo, in particolar modo della propria colonna vertebrale. “Se a 30 anni non riesci a chinarti e a flettere la tua spina allora sei vecchio e se a 60 anni invece ci riesci allora sei giovane”. Aveva ritrovato nell’allenamento che rafforza la colonna vertebrale e le strutture che la circondano una formula di base o, meglio, una metodologia, efficace nel mantenere la propria capacità funzionale e in questo modo il proprio benessere. Questo aspetto lo si ritrova nella metodica da lui sviluppata, dove attraverso una serie di esercizi mirati da lui proposti si riesce a promuovere fattori come il rieducare la colonna vertebrale e rimuovere rigidità e tensioni generali dal rachide, ma cosa sono queste strutture dette spina, rachide e colonna vertebrale? Sono sinonimi che vanno ad indicare la medesima struttura ossea e legamentosa che ha come ruolo principale quello di proteggere il midollo spinale da traumi e stiramenti eccessivi che possono occorrere muovendosi (Galbusera & Bassani, 2019). Per midollo spinale si vuole intendere il tessuto organico che funge da collegamento nervoso tra il cervello ed il resto del corpo. A proteggerlo ovviamente non c’è solo la colonna vertebrale, ma anche un insieme di altre strutture muscolari che grazie alle loro proprietà rendono la colonna più stabile ed elastica per permettergli di adattarsi a locomozioni ed attività fisiologiche (Galbusera & Bassani, 2019). Il metodo Pilates mira quindi a ristabilire la funzione dei muscoli che supportano la colonna e nonostante sia stato inventato agli inizi del 900’ ancora oggi si riconoscono le sue potenzialità benefiche in termini di benessere del corpo (Engers et al., 2016). Potrebbe essere definito come un grande traguardo per quei tempi, ma le scoperte relative al *well-being* non sono terminate lì, e sono continuate fino ad oggi permettendo una miglior comprensione della salute dell’individuo.

Nonostante gli avanzamenti scientifici che sono stati raggiunti, sembra che la salute sia a rischio a livelli mondiali. L’invecchiamento della popolazione contribuisce in

maniera elevata allo sviluppo di sintomi, condizioni e malattie tipiche del naturale declino della persona. Allo stesso tempo, sedentarietà e altri stili di vita non sani contribuiscono a peggiorare il benessere di vita, aumentando sia il rischio di mortalità e sia di sviluppare patologie e condizioni croniche non reversibili.

La *World Health Organization* (WHO) raccomanda che bambini e adolescenti evitino il più possibile qualsiasi forma di sedentarismo, svolgendo attività fisica ogni giorno per almeno un'ora e praticando sessioni di attività aerobica e di rafforzamento intense almeno tre volte a settimana. Anche per gli adulti la WHO raccomanda di evitare il più possibile le attività sedentarie, mentre per quanto riguarda l'attività fisica viene esortata l'attività fisica regolare dedicando almeno due sessioni di rafforzamento muscolare a settimana e almeno 150 minuti di attività aerobica moderata o 75 minuti di attività aerobica vigorosa a settimana (Bull et al., 2020). Nonostante le raccomandazioni, la WHO stima che un adulto su quattro non sia fisicamente attivo nella sua vita quotidiana e settimanale e stima che otto adolescenti su dieci non siano fisicamente attivi, non rispettando quindi le linee guida per un corretto stile di vita (Bull et al., 2020). Questi fattori, assieme al fatto che la popolazione mondiale sta aumentando, provocano danni che gravano sulla società stessa. Non si parla solo di un aumento di mortalità, ma anche di peggioramento di qualità della vita e perdita di capacità funzionale; con il passare del tempo questo conduce ad una perdita della propria autonomia arrivando alla disabilità, considerata dalla *International Classification of Functioning, Disability and Health* come un termine “ombrello” per *handicaps*, cioè limitazioni e restrizioni nella partecipazione ad attività (Ustun et al., 2010).

Nel 2018 la WHO, che si è tradizionalmente concentrata sulla mortalità causata da malattie trasmissibili, ha riconosciuto anche l'impatto di quelle malattie causate dallo stile di vita e dai fattori genetici e ambientali, malattie non trasmissibili dette *non-communicable diseases* o NCDs (AIEissa et al., 2021). Come metro di giudizio per misurare l'impatto di una condizione viene utilizzato il *disability-adjusted life-years* o DALYs, cioè una stima degli anni di vita persi a causa di una malattia o di una disabilità. Un DALYs rappresenta la perdita di un anno in piena salute, in questo modo gli effetti di una condizione che causa morte prematura e poca disabilità può essere comparato a malattie che non causano morte, ma causano disabilità. Quello

che emerge dagli studi più recenti è la crescita di questo parametro. Lo si evidenzia anche dal *Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study* o GBD del 2020, uno studio che ha cercato di produrre una valutazione esaustiva rispetto a prevalenza e mortalità di malattie e lesioni all'interno di 195 paesi e territori e sviluppato in un arco temporale che va dal 1990 al 2015 (Vos et al., 2020). Dai dati raccolti quello che emerge è come la situazione sia peggiorata nell'ultima decade. I livelli di DALYs sono cresciuti vedendo i disordini muscoloscheletrici tra le NCDs più predominanti nel quadro generale. All'interno di questi disordini i dolori spinali sono tra le cause maggiori di disabilità a livello globale e la lombalgia è la condizione più frequente. Si stima che da sola provochi, in più di mezzo miliardo della popolazione mondiale, la perdita di capacità funzionale portando a disabilità (Vos et al., 2020).

La lombalgia o in inglese *low back pain* (LBP) è stata registrata nel 2015 come responsabile per circa 60.1 milioni di anni vissuti con disabilità (stima calcolata sulla base della popolazione del GBD), crescendo del 54% rispetto al 1990 (Figura 1). Inoltre, all'interno dello studio GBD 2019 risulta come la primaria causa di disabilità in 14 delle 21 regioni mondiali. Quello che preoccupa sono i casi in cui questa NCD si vada a sommare ad altre condizioni in chi già soffre di una disabilità provocando quindi un ulteriore peso sulla società globale (Hartvigsen et al., 2018).

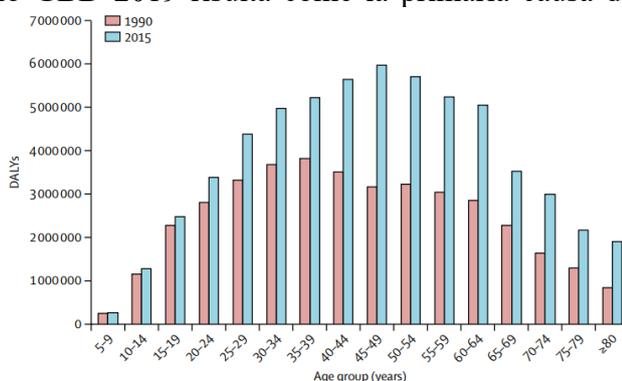


Figura 1: Peso globale del dolore lombare, disability-adjusted life-years (DALY), per gruppo di età, per il 1990 e il 2015. Fonte: Hartvigsen, J. et al. (2018).

Dalle tendenze analizzate è evidente come l'aumento del DALYs per la lombalgia non è solo relativo ad un trend generale, ma è una situazione che sta crescendo in tutte le fasce di età, escludendo solamente quella che va da 0 a 9 anni d'età, dove le malattie trasmissibili rimangono quelle con il maggior impatto. In particolare, si posiziona settimo all'interno della fascia d'età 10-24, per poi salire al quarto posto nella fascia 25-49 anni e scendere al sesto nella fascia 50-74 anni. Per quanto riguarda invece l'ultima fascia d'età, quella dai 75 anni in poi, il LBP esce dal

quadro principale viste le numerose condizioni patologiche e non che si sviluppano con l'invecchiamento, rimanendo comunque tredicesimo (Vos et al., 2020).

Partendo da questi dati, numerose organizzazioni ed associazioni stanno prendendo l'iniziativa collaborando per stilare linee guida e programmi di riabilitazioni per il 2030. Nei confronti di questa situazione la WHO si è prefissata principalmente degli obiettivi diretti verso il sano invecchiamento della persona. Altri enti ancora, notando la povertà di attenzione globale verso la salute riguardante la colonna vertebrale, hanno cominciato a formare collaborazioni. Questo è il caso della SPINE20: un gruppo di promozione formatosi nel 2019 a partire da quattro delle più grandi organizzazioni no-profit riguardanti il benessere e ricerca della spina dorsale. L'obiettivo di questa organizzazione *no-profit* sarebbe quello di ottimizzare prevenzione, accesso a servizi e all'educazione verso la salute spinale, oltre a favorire la ricerca in questo campo. Questo con l'obiettivo ultimo di mitigare questi disordini della colonna vertebrale che sembrano gravare ad alto livello sulla società (AlEissa et al. 2020).

1.2. Low Back Pain cronico non specifico

Può essere affermato che la lombalgia è sempre esistita. Tra le fonti più antiche che ne parlano c'è quella del papiro ritrovato nel 1862 da Edwin Smith databile attorno al 1700 Avanti Cristo. È una incompleta esaminazione e descrizione di diversi segni e sintomi di specifici infortuni legati alla colonna vertebrale. In uno dei casi che vengono trattati in questo papiro è presente, seppur in maniera incompleta, la diagnosi, la prognosi e l'intervento terapeutico per un acuto strappo alla schiena. Tutt'ora non sappiamo come gli egiziani si comportassero di fronte a queste lesioni, ma è evidente come il "mal di schiena" abbia una storia molto antica e come non sia un nuovo elemento apparso nell'ultimo secolo.

Questa sintomatologia è stata trattata e studiata dalla medicina occidentale attraverso epoche diverse. La prima cultura dove si studiò la lombalgia tramite un ragionamento medico può essere considerata quella greca ai tempi di Ippocrate. Questo sapere si è successivamente tramandato per poi scomparire all'interno dei secoli bui, dove la chiesa ha accentrato su di sé il sapere medico. Parallelamente si

è sviluppata la medicina folklorica dalla quale ci sono stati trasmessi frammenti di quel sapere, un esempio tipico è il termine “colpo della strega” che deriva dalla cultura del folklore tedesco.

L’inizio della medicina moderna inizia col Rinascimento, che slega la medicina dai testi antichi e dà inizio al trattamento basato sull’esperienza, ovvero sul trattamento empirico. Nonostante questo, solo nel diciannovesimo secolo sono state fissate le fondamenta all’approccio moderno per la lombalgia, ovvero di come il dolore provenisse dal midollo spinale e di come esso derivasse da un trauma. Infine, l’ultimo tassello da un punto di vista storico è stato un’importante “epidemia” a partire dalla Seconda Grande Guerra, ovvero una epidemia di disabilità provocata dalla lombalgia (Allan & Waddell, 1989). A partire da qui si è accumulata sempre più attenzione a livello medico-scientifico, risultando in diversi studi e scuole di pensiero per il trattamento di questa sintomatologia e la sua conseguente disabilità. Attualmente il LBP è una condizione molto comune all’interno del quadro sintomatico globale, sofferta dalla popolazione di tutte le età ed in crescita secondo gli studi più recenti (Vos et al., 2020; Vos et al., 2016). Il GBD evidenzia come sia la causa principale di disabilità nel mondo (Hartvigsen et al., 2018). Nonostante la quantità di ricerche e l’attuale riconoscimento del peso sociale, finanziario e funzionale dell’individuo con questo sintomo, non sono ancora chiare le cause e l’approccio da intraprendere.

La prima cosa da affermare è come il LBP più che una patologia o malattia è un sintomo. È molto comune e arriva a colpire tutte le fasce di età, dai bambini agli anziani e in particolare le donne (Hartvigsen et al. 2018). Viene descritto come un dolore posteriore che può andare dal margine dell’ultima costola della gabbia toracica fino al solco gluteo, l’area posteriore tra l’ultima parte inferiore del gluteo e la prima parte superiore dei muscoli ischio-crurali (Dionne et al., 2008). Comunemente associato ad un dolore che si irradia anche agli arti inferiori provocando in alcuni episodi disordini neurologici. Inoltre, è un sintomo che può accompagnare diverse patologie e per questa ragione vengono effettuati diversi test per verificare se è relativo a problemi del tratto lombare della colonna vertebrale, ad altri problemi non riguardanti le “lombari” o a radicolopatie lombo-sacrali. Nel

caso in cui la causa sia altra ancora, oppure non venga determinata, allora la lombalgia viene classificata come non specifica.

Inoltre, il LBP viene classificato tenendo in considerazione la durata dell'episodio sintomatico che può essere acuta, sub-acuta o cronica (Spitzer, 1987). Tuttavia, la problematicità che emerge con l'utilizzo di questa categorizzazione è proprio il concetto di durata del sintomo. Quello che è emerso dalle precedenti decadi di studio è di come chi abbia sofferto di lombalgia abbia più probabilità di soffrirne nuovamente, e di come spesso questo si traduca in una sintomatologia di tipo episodica ricorrente. Quindi, lo stesso termine di cronicizzazione del LBP in questo modo si confonde. Il LBP cronico potrebbe venir diagnosticato sia nel caso si riscontrino una moltitudine di episodi acuti lontani tra loro, sia nel caso di dolore cronico continuo. Inoltre, ciò rende difficile anche stabilire quando si raggiunge un definitivo stato di "guarigione". Per questo motivo, in tempi recenti più che interpretare i singoli episodi, alcuni studi si sono concentrati ad analizzare e valutare le traiettorie o *pattern* del dolore nel tempo, in quanto la sua intensità, percezione e localizzazione può subire cambiamenti (Kongsted et al., 2016).

Nonostante la classificazione non sono ancora chiare le origini di questo stimolo nocicettivo, termine con il quale si intendono le informazioni del dolore percepite dal corpo. Infatti, non potendo stabilire la causa nocicettiva si ritrovano delle difficoltà. Un esempio è nel campo dell'anestesiologia dove non ci sono risultati conclusivi a riguardo, impedendo in questo modo l'uso di anestetici locali. Al momento le potenziali ipotesi che si stanno studiando riguardo ai possibili contribuenti al dolore da LBP identificano come probabili origini: il disco intervertebrale, le faccette articolari vertebrali e i piatti discali (Hartvigsen et al., 2018). Inoltre, non è ancora possibile determinare la responsabilità del dolore nel caso del LBP sia per una mancanza di evidenze, sia per una mancanza di corrispondenze tra il danno e dolore. Esistono, cioè, esempi asintomatici in caso di danno spinale ed esistono molti casi dove viene percepito dolore nonostante l'assenza di danni (Brinjikji et al., 2015). Anche per queste ragioni la maggior parte tra le lombalgie clinicamente rilevate sono soprattutto non specifiche (Maher, 2017). Infatti, alcuni studi parlano di maggioranze del 90% delle non specifiche rispetto ai campioni analizzati, come quello di Koes et al. (2006). Al momento, per

poter valutare i casi in cui richiedere esami più approfonditi e discriminare tra i tipi di lombalgia, si eseguono valutazioni in ambito clinico tenendo in considerazione determinate “*red flag*”, ovvero segnali che statisticamente sono associati ad eziologie specifiche, come: età, uso di anticoagulanti, febbre, sintomi genitourinari, immunocompromissione, abuso di droghe, interventi chirurgici recenti, traumi fisici, storia familiare di malignità e LBP associato a dolore alle gambe. Vengono anche considerate valutazioni da campo per esaminare capacità motoria, sensoriale e riflessa e per permettere una discriminazione maggiore (DePalma, 2020).

Non considerando la distinzione tra i diversi tipi di LBP, rimane comunque importante studiare modelli sempre più complessi del corpo umano per comprendere al meglio come comportarsi. Nell’ultimi venti anni quello che viene utilizzato maggiormente per via della sua sistematicità è il modello

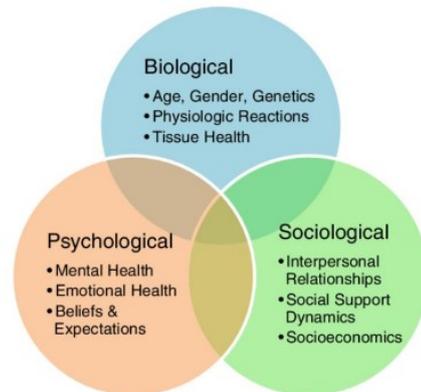


Figura 2: Illustrazione del modello biopsicosociale. Fonte: Gliedt, J. A. et al. (2017).

‘biopsicosociale’, che aiuta a comprendere come esistano diversi aspetti o campi della vita di una persona che costituiscono il benessere di una persona (Figura 2). Questo modello spiega come la natura del corpo sia multifattoriale, ovvero si fonda su più aspetti intrecciati tra loro e ciò è applicabile a molti campi scientifici, ed in tempi recenti è stato applicato anche a quello del LBP (Pincus et al., 2013). Può essere affermato come questo sintomo non sia solo il risultato di un input nocicettivo, ma di molti fattori diversi che si influenzano tra di loro. Vengono intesi quelli biofisici, psicologici, sociali e genetici. Nel caso dei fattori biofisici (biochimici, biomeccanici, fisiologici, ...) non è chiaro come essi influenzano il LBP, si è visto però come, rispetto ai soggetti sani, le persone che soffrono di LBP cronico abbiano maggiori alterazioni di trofia muscolare, di composizione e di coordinazione, (Danneels, 2016; Sions et al., 2017; Hodges & Richardson, 1996). Nel caso della sfera psicologica, il “pessimismo”, l’auto-efficacia e l’ansia di una persona influiscono non solo sulla variabilità della percezione del dolore, ma anche sulla percezione della disabilità stessa (Campbell et al., 2013). Di recente in questa “sfera” è stato altamente discusso un ulteriore modello, quello del “*fear-avoidance*”

(Vlaeyen et al., 2016). Quest'ultimo descrive come il dolore provochi un comportamento di evitamento verso l'attività e i movimenti ritenuti responsabili. Eventualmente questo porta ad un peggioramento dei sintomi e poi alla disabilità. Non è difficile immaginare le implicazioni che questo ha sull'aspetto sociale, in termini di relazioni, societario e in termini di lavoro.

Ad aggiungersi al modello del *fear-avoidance*, inoltre, c'è da tenere in conto del processamento del dolore e della sua modulazione. Entrambe queste azioni mentali sono altamente variabili all'interno di una popolazione e vanno ad influire sui fattori del modello biopsicosociale, intaccando la funzionalità dell'organismo a livello recettoriale e nervoso e anche a livello psicologico (Hartvigsen et al., 2018).

1.3. Effetti della cronicità sulla spina

Il LBP è tra le cause principali di disabilità nel mondo ed implica conseguenze gravi che si estendono a diversi aspetti della vita. Vista la complessità del sintomo sono state fatte molte ricerche a riguardo, purtroppo non permettendo nella maggior parte dei casi di identificare una eziologia specifica. Il sintomo viene comunque riconosciuto dalla comunità scientifica come un dolore percepito tra le prime vertebre lombari e gli ischi. A seguito del riscontro di questi effetti sono stati quindi definite le classificazioni di lombalgia e le loro ripercussioni più gravi sul corpo. Tra tutte le classificazioni di lombalgia risultano come maggiormente compromettenti i casi di LBP cronico, in quanto l'esposizione a questo tipo di dolore va ad intaccare progressivamente col passare del tempo numerose funzioni e strutture del corpo. I meccanismi attraverso i quali il LBP, specialmente quello cronico, porta alla situazione di disabilità verranno chiariti nei prossimi paragrafi. Numerosi studi si sono dedicati agli effetti del LBP cronico sul corpo sotto vari punti di vista. Sono stati indagati diversi apparati e sistemi, partendo inizialmente dal sistema ritenuto storicamente come la causa del dolore, cioè quello muscolare. L'area che viene spesso tenuta in considerazione è quella identificata dall'addome includendo muscoli addominali (obliqui, trasverso, quadrato dei lombi e psoas) e muscoli profondi della schiena (spino-dorsali, paravertebrali e trasverso-dorsali), per poterne valutare successivamente i parametri strutturali. In particolare, sono

state prese in considerazione le aree trasversali dei muscoli e le composizioni locali. I risultati che emergono contribuiscono a comprendere meglio la sintomatologia di nostro interesse però, considerando l'area trasversale o *cross-sectional area* si delineano risultati eterogenei a seconda dell'articolo che viene preso in considerazione.

Nello studio riferito ai cambiamenti strutturali dei muscoli lombari in soggetti con LBP non-specifico sono state registrate minor aree trasversali dei muscoli rispetto ai soggetti sani (Dorien, 2016). La variabilità emerge rispetto a quali sono i muscoli dove appare evidente questo tipo di atrofia e come vari anche l'altezza nella quale viene misurata la diminuzione del tessuto muscolare. Tra tutte risulta maggiormente atrofizzata la zona lombare e come ci sono delle corrispondenze a livello di composizione corporea (Dorien, 2016).

Nella rilevazione dei dati dei soggetti cronici con una riduzione dell'area trasversale è evidente un aumento dei livelli di grasso intramuscolare delle zone maggiormente atrofizzate. Avviene quindi una caduta della qualità tissutale del muscolo e questo permette di spiegare come spesso senza un cambio di dimensione visibile del muscolo esso sprigiona minor tensione (Sions et al., 2017; Dorien, 2016).

Per quanto riguarda, invece, la distribuzione del tipo di cellule muscolari scheletriche, non sono ancora state trovate delle corrispondenze tra il LBP cronico non specifico e una variazione delle stesse.

Le informazioni riguardanti le modifiche strutturali del muscolo possono quindi aiutare a capire come il LBP cronico possa contribuire allo sviluppo di disabilità. Soprattutto in termini di forza esprimibile e ampiezza di movimento o *range of motion*, queste modifiche strutturali possono essere dei fattori limitanti per la capacità funzionale di un individuo (Laird et al., 2014).

La letteratura scientifica più recente ha riconosciuto l'importanza in termini di movimento anche di un'altra struttura, cioè quella della fascia. La fascia è un organo che riveste la totalità della muscolatura corporea connettendola globalmente e permettendo la diffusione elastica delle tensioni generate. Si parla quindi di proprietà elastiche e viscoelastiche, cioè della capacità della fascia di tornare alla lunghezza di riposo in seguito a stiramento senza danneggiarsi e di adattarsi al carico applicato. Lo sviluppo di ricerche che riguardano il tessuto fasciale è

relativamente nuovo all'interno della chinesologia, cioè la branca scientifica che studia il movimento (Stecco et al., 2011). Nonostante questo, sono comunque evidenti degli effetti del LBP cronico sulle proprietà biomeccaniche della fascia lombare. Tra le principali variabili quelle che risultano maggiormente modificate sono la rigidità e la plasticità che crescono, diminuendo quindi la capacità di resistere alle deformazioni, e allo stesso tempo la capacità di subire deformazioni permanenti; questo porta ad un comportamento meno elastico da parte della fascia (Ilahi et al., 2020), e ad una minore efficienza in tutti i movimenti. L'energia elastica, invece di essere restituita nel movimento, viene infatti assorbita e dissipata tramite attrito tra i tessuti, compromettendoli nel tempo.

In questo capitolo sono stati descritti solo una porzione degli effetti che vanno ad influenzare la struttura e la funzione di una parte dell'apparato locomotore in soggetti che soffrono di LBP cronico, infatti, sono stati trattati soltanto gli effettori del movimento, anche se il sistema di locomozione è molto più complesso.

Il passo successivo è vedere a livello di controllo motorio come questo dolore vada a modificare il corpo. Il controllo motorio viene definito come la branca di ricerca che si occupa dello studio degli aspetti fisiologici, fisici e psicologici del movimento (Schmidt, 1982). È riconosciuto al controllo motorio l'importanza per la postura, stabilità e movimento della spina, permesso da un continuo scambio e influenza di informazioni tra gli effettori in *output* e gli *input* sensoriali (Hodges et al., 2017). Tra questi ultimi, i *feedback* propriocettivi sembrerebbero avere un grosso peso all'interno del sistema di scambio. La propriocezione viene intesa come la capacità di interpretare le informazioni, avente il fine ultimo di permettere all'individuo di percepire e riconoscere la sua posizione nello spazio e per permettere questo vengono sfruttati una moltitudine di meccanorecettori presenti tra i tessuti superficiali e profondi dell'organismo umano. I meccanorecettori sono presenti in tutte quelle strutture adoperate per il movimento: articolazioni, legamenti, fascia, muscoli e tendini (Stecco et al., 2011) e vengono intesi come fusi neuromuscolari, cioè quei recettori situati nel cuore del muscolo; fusi neuromiofasciali; organo tendineo del Golgi; corpuscolo di Ruffini e corpuscolo di Pacini. Infine, all'interno dell'orecchio troviamo i recettori vestibolari.

Un numero evidente di studi ha dimostrato una concreta corrispondenza tra diversi adattamenti riguardanti il controllo motorio associabili al LBP cronico non specifico e il movimento del tronco (Laird et al., 2014), l'eccitabilità dei motoneuroni e la percezione del dolore (Hodges & Tucker, 2011). Tra gli strumenti usati c'è quello della stimolazione magnetica transcranica (TMS), cioè un tipo di stimolazione non invasiva che permette di alterare l'attività elettrica localizzata cerebrale tramite l'uso di un campo magnetico che genera una corrente indotta; tale stimolo viene utilizzato per misurare l'eccitabilità dei motoneuroni, cioè i neuroni che portano al movimento.

Lo stimolo nocicettivo del LBP sembrerebbe influenzare l'eccitabilità della corteccia motoria primaria, ovvero quell'area dell'encefalo che integra le informazioni ricevute da altre aree prima di trasmettere il segnale lungo la spina (Meier et al., 2019). In questo modo, alterando l'eccitabilità della corteccia motoria, si vanno a generare diversi meccanismi omeostatici maladattivi che sbilanciano le relazioni sinaptiche (Thapa et al., 2018). È possibile individuare diverse mappe rappresentazionali di come l'encefalo classifichi i movimenti, e per dimostrarlo viene utilizzata anche la TMS, che permette di analizzare come il LBP cronico può cambiare queste rappresentazioni dei movimenti dei muscoli del tronco. Secondo alcuni studi recenti è possibile che il LBP cronico possa interferire su queste mappe di movimenti corticali alterando l'eccitabilità delle aree colpite dal dolore. Inoltre, sembra che le aree maggiormente alterate siano quelle dove le persone percepiscono il dolore come più intenso (Tsao et al., 2011b; Schabrun et al., 2017). Un fatto sorprendente è come questi cambiamenti all'interno dell'organizzazione di M1 avvengano già nell'arco di 4 giorni nel caso di comparsa di dolore; gli adattamenti indotti in acuto dalla lombalgia giocano quindi un ruolo di importanza per la cronicizzazione del LBP (Meier et al., 2019; Russo et al., 2017). Questi compensi motori vengono ipotizzati come il frutto di un processo di apprendimento del nostro corpo nel tentativo di ridurre il rischio di percepire dolore in futuro (van Dieën et al., 2017). Il modo di cambiare la struttura e quindi la funzione dei circuiti cerebrali, detta plasticità cerebrale, porta ad uno spettro di adattamenti che variano tra due principali strategie motorie in individui con LBP. La prima è un controllo "stretto" o "*tight*" del tronco, dove i muscoli del tronco dimostrano una maggiore eccitabilità

oltre ad una maggiore co-contrazione, ovvero una simultanea contrazione di muscoli agonisti e antagonisti, e minore variabilità in termine di compensi. La seconda è un controllo “sciolto” o “*loose*”, con una situazione diametralmente opposta alla prima. Nel breve termine questi adattamenti probabilmente permettono di evitare il dolore, ma con il passare del tempo stressano progressivamente i tessuti spinali portando ad un eventuale sovraccarico tensionale (van Dieën et al., 2017; van Dieën et al., 2019).

L’alterazione degli *input* propriocettivi nel caso del LBP che possono indurre cambiamenti corticali e influire in questo modo sulla struttura organizzativa della corteccia sensomotoria e quindi sul controllo motorio è ancora oggetto di indagine e di studio; tra le poche evidenze si è visto come il dolore persistente porti ad un aumento dell’attivazione del sistema nervoso simpatico, il quale innerva direttamente i fusi neuromuscolari modulandone la frequenza di scarica, ovvero intervenendo sulla loro attività fisiologica nella regolazione del tono muscolare (Radovanovic et al., 2015). Sembra quindi che l’aumentata o la ridotta frequenza di scarica indotta dal dolore e dai suoi effetti sulle strutture stesse dell’apparato locomotore abbia le potenzialità di generare un circolo vizioso. Il corpo apprende che adottando compensi scorretti può riuscire a ridurre la percezione del dolore e questo conta come rafforzamento positivo che implica un’alterazione sinaptica sempre più forte col passare del tempo.

È stato introdotto in questo capitolo il LBP, il trend di questa sintomatologia, i diversi tipi di LBP e i diversi effetti sulle strutture biologiche che questo può avere. Inoltre, sono stati presentati i diversi aspetti o fattori che il LBP influenza e da cui viene influenzato. L’obiettivo era quello di far emergere la complessità dietro a questo sintomo molto comune all’interno della popolazione mondiale. La complessità del LBP la si evidenzia sia dal fatto che, nella maggior parte dei casi, la sua eziologia risulta sconosciuta, sia dal fatto che ci sono diversi “pilastri” o fattori sui quali grava (Pincus et al., 2013).

È evidente come sia necessario adottare una visione sempre più sistematica specialmente quando viene studiato e trattato il benessere di un individuo. Per questa ragione nel capitolo successivo verranno esaminati maggiormente dati

riguardanti gli aspetti psicologici e neuropsicologici della sintomatologia e delle persone che ne soffrono.

2. Capitolo 2 - Aspetti comportamentali e fisiologici del dolore

2.1 Che cos'è il dolore

Il concetto di dolore è spesso ingannevole sia all'interno delle pubblicazioni scientifiche che nei testi a carattere più divulgativo. Spesso viene a mancare una distinzione chiara tra cos'è il dolore come sensazione e quali sono i meccanismi che lo causano.

La *International Association for the Study of Pain* (IASP) definisce il dolore come “una spiacevole esperienza sensoriale ed emotiva associata ad un reale o potenziale danno tissutale” (Ferrándiz et al., 2018). Non deve essere confuso con il termine di stimolo nocicettivo, ovvero “un evento effettivamente o potenzialmente dannoso per i tessuti trasdotto e codificato dai nocicettori”, che sottostà nell'area della nocicezione, ovvero “una serie di meccanismi neurali che codificano e processano stimoli dannosi” (Loeser & Treede, 2008). Questo tipo di percezione corporea utilizza i nocicettori che monitorano costantemente la composizione dei tessuti e le forze meccaniche e termiche applicate su questi recettori. Possono essere definiti piuttosto come “omorecettori” in quanto registrano e segnalano solo minacce omeostatiche, ovvero stimoli nocicettivi (Brodal, 2017). Nonostante l'importanza di questi ultimi all'interno della sfera del dolore, questi stimoli nocicettivi non sono né necessari, né sufficienti per evocare dolore. Questo lo si evidenzia soprattutto all'interno della classificazione del dolore cronico, che viene diviso in: nocicettivo, infiammatorio e patologico (Woolf, 2010). Il primo inizia grazie all'attività dei recettori primari presenti nel corpo, solitamente associata ad una sensazione dolorosa di compressione e crampo. Il dolore nocicettivo può essere suddiviso ulteriormente in somatico quando origina da tessuto osseo e/o muscolare, e viscerale quando origina dai visceri tessuti soprattutto cavi situati nel tronco. Il dolore nocicettivo è un tipo di dolore con una grande importanza per via dell'immediata attenzione che richiede all'organismo provocando il riflesso nocicettivo flessorio, un riflesso muscolare che provoca l'immediato allontanamento della parte corporea interessata dall'origine del dolore. La seconda tipologia di dolore, ovvero quello infiammatorio, anch'esso ha un ruolo protettivo

attraverso un innalzamento della sensibilità recettoriale ovvero una ipersensibilità che porta ad evitamento del contatto fisico e del movimento. Quest'ultimo tipo di dolore è causato dall'attivazione del sistema immunitario a seguito di un'infezione, perciò è detto infiammatorio. Porta con sé quindi diversi aspetti tipici dell'infiammazione tra le quali il *dolor*, cioè il dolore. Nonostante ciò, è necessario che questa sensazione venga ridotta in pazienti con una infiammazione in corso, come nel caso di artrite o ferite gravi. Infine, il dolore patologico è l'unico che non è protettivo, anzi, è maladattivo, cioè è il risultato di un funzionamento anomalo del sistema nervoso. Nel caso in cui il sistema nervoso sia danneggiato si classifica in dolore neuropatico, altrimenti, nel caso in cui non ci sia alcun danno o infiammazione si classifica in dolore disfunzionale. Come riportato da Woolf (2020), "se dovessimo fare una analogia, se il dolore fosse un allarme antincendio, il tipo nocicettivo si attiverebbe correttamente solo in presenza di calore intenso, il dolore infiammatorio si attiverebbe con temperature più basse, e il dolore patologico sarebbe un falso allarme causato da un malfunzionamento del sistema stesso".

Per molto tempo è stato analizzato il solo sistema nervoso periferico per lo studio del dolore nocicettivo, questo perché mancavano gli strumenti per poter studiare le aree più profonde e protette del sistema nervoso. Con lo sviluppo delle neuroimmagini funzionali agli inizi degli anni Novanta è stato possibile eseguire delle scansioni cerebrali attraverso la misurazione dei cambiamenti di tipo metabolico ed emodinamico delle cellule nervose. Attraverso queste variazioni in termini calorici e di flusso sanguigno è stato possibile stabilire diversi tipi di correlazioni tra le attività svolte dai soggetti e le loro "attivazioni" cerebrali (Woolf, 2010). Questo ha portato in poco tempo allo sviluppo del concetto di *Neuromatrix*, ovvero una struttura del cervello che consiste in un ampio network di neuroni che generano pattern, processano le informazioni che scorrono al suo interno e producono il pattern che permette al corpo di percepire un senso di sé (Melzack, 2001). Si era ipotizzata successivamente la possibilità che il dolore e la nocicezione utilizzassero, all'interno del SNC, una struttura specifica e unica per gli stimoli nocivi, cioè la "*Pain Matrix*" (Iannetti & Mouraux, 2010). Essa fu presto confutata stabilendo sempre tramite tecniche di *imaging* funzionale che le strutture cerebrali

che rispondono agli stimoli nocicettivi sono in realtà cruciali per tutti i tipi di sistemi sensoriali (Iannetti & Mouraux, 2010). Tutt'ora quindi il termine “*pain matrix*” va a sottintendere quelle aree che vengono spesso fortemente attivate dagli stimoli nocicettivi come: la corteccia cingolata rostrale, la corteccia somatosensoriale, l'insula, l'amigdala, il talamo e il periacquedotto mesencefalico.

2.2 Aspetti anatomici e neurofisiologici della nocicezione

Il primo passo alla generazione del dolore è la conversione periferica dello stimolo in un potenziale d'azione a livello di un recettore nocicettivo periferico. Quindi nel caso in cui questa “antenna” rilevi un segnale viene iniziato uno squilibrio elettrochimico tra l'interno e l'esterno della cellula recettrice. Questo squilibrio viene detto potenziale e fino ad una certa soglia esso cresce assieme all'intensità del segnale. Raggiunta la soglia lo stimolo si converte in un potenziale d'azione, formando in questo modo un impulso nervoso che si propaga verso il sistema nervoso centrale (SNC) attraverso una fibra afferente primaria. Se lo stimolo continua a crescere allora vengono reclutate altre fibre nervose. Ognuna di esse trasmette informazioni a partire da molteplici recettori con cui formano sinapsi attraverso i loro dendriti. Quest'area da cui una singola fibra afferente raccoglie informazioni viene detta campo recettivo, maggiore è la sua area maggiore è la possibilità che essa si sovrapponga a campi adiacenti, rendendo così più difficile per il sistema sensoriale localizzare la provenienza dello stimolo.

La nocicezione viene mediata da diversi messaggeri chimici intracellulari ed extracellulari e quando il nocicettore percepisce lo stimolo esso si propaga attraverso il glutammato, un neurotrasmettitore eccitatorio. Nel sito del segnale altri mediatori come quelli infiammatori vengono secreti. Essi alterano la conduzione dell'impulso nervoso e danno il via all'infiammazione neurogenica, ovvero un processo che vede i nocicettori rilasciare neurotrasmettitori dai terminali assonici. Viene iniziata quindi una reazione immunitaria che, attraverso tipici cambiamenti chimici ed ormonali della risposta, sensibilizza maggiormente ed eccita le fibre locali responsabili alla nocicezione. Quando l'impulso nervoso giunge al midollo spinale, se a seguito di un danno da trauma, viene dato inizio ad una

sensibilizzazione centrale, ovvero un fenomeno a livello di SNC che porta ad un abbassamento della soglia che produce il segnale del dolore e ad un innalzamento della durata, intensità e distribuzione spaziale di questo segnale.

La fibra afferente primaria che porta l'informazione nocicettiva entra quindi nel SNC terminando nel corno dorsale del midollo e formando una sinapsi con un interneurone. Quest'ultimo decussa il piano trasverso del midollo portandosi nella materia bianca oltre il corno ventrale controlaterale entrando nella via ascendente o tratto spino-talamico, responsabile delle

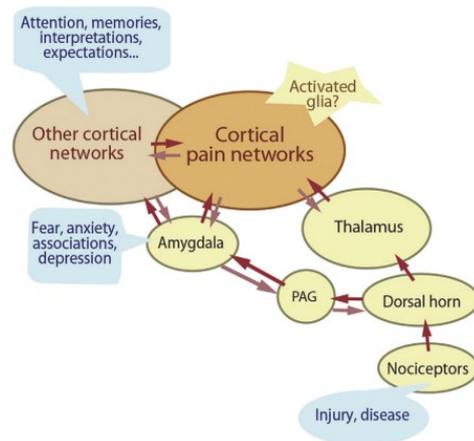


Figura 3: Le reti corticali del dolore e le modalità di attivazione. Fonte: Brodal (2017).

informazioni nocive e termiche che dalla periferia vengono trasmesse al SNC (Figura 3). In particolare, come suggerisce il nome della via ascendente, l'impulso nervoso raggiunge il talamo, struttura che corrisponde ad un "terminale" di raccolta per l'elaborazione e smistamento delle informazioni sensitive tra la periferia ed encefalo. Ogni tipo di segnale che passa per questa struttura ha un suo nucleo dove transita prima di "scendere" o "salire" da o per il SNC. Il nucleo ventrale posterolaterale del talamo riceve le informazioni somatosensitive ovvero quelle tattili, termiche, nocicettive e propriocettive (Khalid & Tubbs, 2017) che vengono poi proiettate verso diverse aree come la corteccia cingolata rostrale, la corteccia somatosensoriale, la corteccia prefrontale, l'insula e l'amigdala, cioè aree dell'encefalo deputate alla sensibilità viscerale e somatosensitiva ed alla elaborazione di queste in risposte cognitive ed emotive.

Tra le aree del cervello sopracitate la corteccia somatosensoriale è quella adibita a ricevere le informazioni riguardanti i dolori forti e le organizza all'interno di una sua sotto-parte, detta primaria, secondo una mappa somatotopica (Omori et al., 2013). Si tratta di una rappresentazione e proiezione accurata dei campi recettivi sensoriali a livello delle aree corticali che permettono un'accurata localizzazione del dolore e quindi una direzione verso la quale "rivolgere attenzione".

È possibile un controllo “discendente” da parte dell’organismo che procede attraverso la modulazione del dolore attraverso un circuito nervoso. Inizialmente questo circuito è stato studiato per capire come alcuni soggetti potessero attenuare l’esperienza del dolore, successivamente è diventata rilevante la loro importanza all’interno del *pain matrix*. Questa capacità modulatoria del dolore avviene grazie all’utilizzo di circuiti “oppioidi-sensibili”, ovvero strutture che fanno utilizzo di sostanze biochimiche bloccanti che mimano gli effetti degli oppiacei riducendo la percezione del dolore con effetto analgesico.

Ci sono fibre del tratto spinotalamico che lungo la “salita” verso il talamo vanno a formare diverse sinapsi con le strutture che incontrano. In questo modo esse garantiscono una migliore integrazione delle informazioni e quindi una migliore risposta. Una delle prime strutture con la quale avviene una forte interazione è la formazione reticolare, ovvero un’antica struttura nervosa formata da reti di fibre e centri nervosi che dal bulbo spinale continuano lungo il tronco encefalico fino al talamo. All’interno di questa organizzazione nervosa, che funge da centro di integrazione e coordinazione delle informazioni, due parti di esso ricevono informazioni afferenti nocicettive: il nucleo reticolare dorsale e il midollo rostrale ventromediale o RVM. È stato dimostrato come entrambi proiettino stimoli all’interno delle corna dorsali del midollo spinale che direttamente o indirettamente aumentano o diminuiscono il traffico nocicettivo, cambiando in questo modo l’esperienza del dolore. Quello che differenzia queste due “sotto-aree” è che il RVM non solo è influenzato dalle informazioni afferenti che risalgono dal tratto spinotalamico, ma anche da quelle efferenti che provengono dalla sostanza grigia periacqueduttale o PAG. Si tratta di una disposizione di materia grigia che nella parte craniale del tronco encefalico circonda l’acquedotto del Silvio che attraverso il liquido cefalorachidiano fornisce nutrimento e mette in rapporto diverse strutture dell’encefalo e del tronco encefalico tra loro, come talamo, il bulbo spinale e cervelletto. La PAG riveste anch’essa un ruolo di elevata importanza nella trasmissione e modulazione del dolore integrando le afferenze del tratto spinotalamico e le efferenze trasmesse dall’amigdala, un organo simmetrico che, come funzione, ha quello di attribuire significato emotivo agli stimoli che lo attraversano, come percezioni, pensieri e ricordi.

Alcuni studi rivelano una connessione che lega la PAG all'amigdala ed alle aree corticali prefrontali (Brodal, 2017; Ossipov et al., 2010). Questo suggerirebbe come la corteccia prefrontale, responsabile della modulazione dei processi cognitivi di ordine superiore, assieme all'amigdala sottenda modulazioni emozionali delle funzioni cognitive in situazione di dolore. Può essere quindi affermato che l'amigdala, un centro anatomico fondamentale per il sistema limbico, giochi un importante ruolo all'interno del mondo del dolore, dello stress e delle loro risposte fisiologiche, emotive e comportamentali, rendendolo un pezzo importante del *pain matrix*.

L'amigdala può essere scomposta in tre siti principali che comunicano con il resto del cervello, ovvero amigdala laterale, basolaterale e nocicettiva. I primi due siti dell'amigdala ricevono input nervosi dal talamo e dalla corteccia, mentre il terzo riceve le informazioni nocicettive dal midollo spinale, del tronco encefalico e dal talamo. Inoltre, l'amigdala nocicettiva è la parte che poi proietta le informazioni verso i siti corticali e il talamo, dove il dolore viene elaborato ed integrato a livello cognitivo, e verso la PAG, che invia proiezioni discendenti che vanno a modulare le sensazioni del dolore.

Un aspetto interessante è come esista una lateralizzazione emisferica dell'amigdala, ovvero di come sia possibile localizzare una determinata funzione principalmente in uno dei due emisferi. In questo caso specifico, sebbene sia l'amigdala nocicettiva sinistra che destra mostrano risposte elettrofisiologiche a brevi stimoli nocicettivi, solo quella destra mostra una risposta aggiuntiva (Allen et al., 2021). Solo questa, nel caso di un'inflammatione periferica e quindi di un dolore infiammatorio, indifferente dal fatto che questo stimolo sia ipsilaterale o controlaterale, produce una risposta che aumenta la sensibilità e la grandezza dei campi ricettivi. Quindi l'amigdala nocicettiva di destra tra le due è quella maggiormente responsabile di una sensibilizzazione centrale dei neuroni spinali.

Continuando con la modulazione discendente del dolore, la PAG proietta gli impulsi nervosi al midollo rostrale ventromediale che, con il suo meccanismo regolatorio, trasmette direttamente a livello delle corna posteriori del midollo spinale, dove gli input nocicettivi entrano nel midollo. Sono state identificate due popolazioni di neuroni che sembrerebbero fondamentali nel regolare gli stimoli

nocicettivi a livello del RVM, ovvero le cellule-ON e cellule-OFF (Ossipov et al., 2010). Inoltre, questi neuroni sembrerebbero svolgere una regolazione sia discendente che ascendente, in quanto è possibile registrare una loro attivazione elettrica alcuni istanti precedenti ad un riflesso nocicettivo. Ovvero all'interno di quel processo che percepisce uno stimolo nocivo e provoca di conseguenza una immediata risposta di allontanamento senza che ci sia un intervento dei centri corticali superiori. L'azione provocata da questi due tipi distinti di cellule nervose sembrerebbe capace di regolare la trasmissione nocicettiva tramite due azioni opposte. La prima popolazione di neuroni viene detta cellule-OFF e quando attive provocano un effetto di "pause", mediata da trasmettitori inibitori, che provoca il blocco o meglio la pausa della trasmissione di informazioni nocicettive. Quando le cellule-OFF terminano il loro effetto il secondo tipo di popolazione, le cellule-ON, entrano in uno stato attivo detto "burst" che incrementa la trasmissione di informazioni nocicettive. Le cellule-OFF sono silenziose quando le cellule-ON sono attive e viceversa. In questa maniera esse alternano periodi, nei quali alternativamente è possibile misurare in un soggetto due intensità diverse di nocicezione. Questo non vuol dire che le due popolazioni di neuroni si regolano attraverso effetti inibitori antagonisti, piuttosto che costituiscono due percorsi biologici paralleli che vengono regolati a monte al di fuori della RVM (Chen & Heinricher, 2022; Ossipov et al., 2010).

2.3 La kinesiofobia: cos'è e cosa comporta

I disordini muscoloscheletrici sono tra le principali cause che provocano disabilità nel mondo ed influiscono in questo modo sull'attesa di vita corretta per disabilità (DALYs), un parametro altamente utilizzato dagli enti di sanità per misurare il peso di una condizione sulla società. All'interno di questi disordini, il LBP risulta tra i sintomi più sofferti dalla popolazione mondiale, soprattutto quello non specifico (Vos et al., 2020). Il LBP non specifico è quindi un sintomo molto comune nella popolazione mondiale e per questa ragione la letteratura scientifica che affronta questa tematica è molto ampia, permettendo di comprendere meglio gli aspetti che lo caratterizzano. Tra questi sono stati definiti numerosi effetti sul corpo e fattori di rischio, ma ancora non è possibile definire una eziologia, cioè una causa specifica

del sintomo. La difficoltà a riscontrare un'unica causa potrebbe essere spiegata per via della multifattorialità del sintomo, ovvero di come questo sia influenzato da diversi fattori, aspetto che rende complesso effettuare una prognosi, cioè prevedere il decorso del sintomo. Ciò aumenta le probabilità di ricevere una prognosi incompleta da parte di esperti e diminuisce quindi le possibilità di recupero e di riduzione del dolore acuto, portando poi ad una successiva progressione verso lo stadio cronico del dolore (Gatchel et al., 2007). Bisogna quindi tenere conto dei diversi fattori sottostanti il LBP e di come si influenzano tra di loro e influiscono sul sintomo. Ovvero bisogna considerare l'interdipendenza regionale, cioè di come una sintomatologia muscoloscheletrica può essere legata direttamente o indirettamente a una regione corporea o ad un sistema anche distante dalla regione sintomatica. Ci sono diverse sfere, oltre a quella muscoloscheletrica che erroneamente non vengono considerate nella prognosi dei soggetti. Bisognerebbe, infatti, valutare anche le modifiche riguardanti sugli aspetti biopsicosociali, neurofisiologici e somatoviscerali (Sueki, 2013). In questa maniera viene resa ancora più evidente la necessità di considerare l'uomo come una struttura più complessa della sola somma dei sistemi e apparati che lo compongono.

Come è stato evidenziato nel capitolo precedente, il LBP cronico non specifico è capace di generare numerosi effetti sui tessuti e sulle loro funzioni. Partendo quindi da uno stimolo nocicettivo prolungato eccessivamente nel tempo, attraverso il dolore la struttura del corpo si altera e in questo modo anche si altera anche la sua funzionalità. La plasticità del sistema nervoso, adattandosi allo stimolo nocicettivo, distorce l'immagine mentale del proprio corpo e della posizione di esso, interferendo in questo modo con l'azione delle altre strutture biologiche (Russo et al., 2017; Heidari et al., 2022). Tra queste, i muscoli e la fascia sono le strutture dove vengono misurate variazioni, tra cui il volume e la composizione assieme ad altre proprietà che sono in realtà sensibili agli stimoli meccanici e nervosi applicati (Dorien, 2016; Stecco, et al. 2011).

Il carico nervoso è legato al carico meccanico che lo provoca, da cui scaturiscono una serie di adattamenti a livello di composizione cellulare ed extracellulare e di reclutamento nervoso. In relazione alla domanda di produrre tensione, e quindi forza, vengono prodotti diversi adattamenti. Questi facilitano la conduzione

dell'impulso e ridistribuiscono il materiale biologico di tutte le strutture adoperate nello sforzo. Il LBP cronico influisce su questi adattamenti provocando la perdita delle qualità del muscolo, come la forza massima ed elasticità, che in un soggetto dovrebbero mantenersi grazie agli adattamenti provocati dagli stimoli meccanici e nervosi presentati quotidianamente al corpo (Moreno Catalá et al., 2018; Chan et al., 2012). Si può presupporre quindi che nei soggetti che soffrono di LBP cronico non specifico ci siano dei fattori che influiscono sugli adattamenti provocati dai diversi stimoli dati dal movimento. A questo proposito ci sono state diverse teorie e modelli che hanno provato a spiegare questo comportamento e tra i più recenti c'è il modello di *fear-avoidance* (Vlaeyen et al., 2016). Questo modello descrive la cascata di eventi che possono accadere dopo che il dolore viene percepito dal corpo come una minaccia. Cosa significa questo? È un modello che spiega come, nel caso del LBP non specifico, attraverso il dolore un trauma induca diversi adattamenti comportamentali nel tentativo di preservare un equilibrio biologico apparentemente minacciato. "Allostasi" sarebbe il termine più corretto, ovvero un processo di cambiamento che per mantenere un equilibrio fisiologico interno in seguito ad uno stress regola assieme diverse condizioni. Questo adattamento col passare del tempo implica però un carico, detto allostatico, che grava sull'organismo biologico e si accumula sempre di più (McEwen & Gianaros, 2011).

Il modello *fear-avoidance* nasce per lo studio del LBP cronico e fornisce una spiegazione di come una parte delle lombalgie acute diventino poi croniche (Vlaeyen et al., 1995). La base di questo modello sta



Figura 3: Illustrazione del modello *fear-avoidance*. Fonte: Vlaeyen, J. W. S., Crombez, G., & Linton, S. J. (2016).

nel modo in cui il dolore viene interpretato dall'individuo che può portare a due esiti opposti (Figura 4). Nel primo caso, nel quale questa sofferenza acuta non viene percepita come una minaccia, il paziente ha un'alta probabilità di raggiungere un recupero funzionale adeguato. Nel secondo, invece, un circolo vizioso prende forma a partire da una catastrofica interpretazione, o misinterpretazione, del dolore,

ovvero che dove ci sia dolore ci sia anche un danno e quindi un rischio di trauma. In questa maniera si può presentare una serie di comportamenti, tra i quali l'evitamento e l'ipervigilanza del dolore. Sebbene inizialmente questo sia un adattamento corretto al fine della scomparsa del dolore, col passare del tempo può creare un carico allostatico sempre più grande provocando nel lungo termine disabilità legata al dolore e sindrome da disuso, cioè una serie di effetti sullo stato fisiologico e psicologico dati da un ridotto livello di attività fisica (Leeuw et al., 2007). Infine, la debolezza provocata dal disuso oppure dal compenso provoca un circolo vizioso perché il dolore ricompare causando un ulteriore stato di ipervigilanza ed evitamento.

Da un punto di vista biologico, il dolore ha sempre giocato un ruolo di fondamentale importanza per la sopravvivenza, informando l'organismo dell'imminente o attuale pericolo al quale è esposto. All'interno di questa dinamica l'informazione del dolore sembra però ritorcersi contro scatenando una risposta comportamentale che rischia di compromettere il corpo in maniera cronica. Come questo avvenga lo si può capire attraverso il condizionamento classico o pavloviano, ovvero un tipo di apprendimento dove una risposta riflessa viene associata ad uno stimolo originariamente non legato alla risposta riflessa, detto stimolo neutro (Atkinson & Hilgard, 2006). Nel caso del LBP, il nostro corpo realizza un'associazione tra il dolore e ciò che ritiene sia la sua causa. Il risultato è lo sviluppo di paura, cioè una reazione emozionale ad uno specifico ed immediato pericolo, ed ansia, cioè uno stato psicofisico influenzato da una fonte di pericolo futura, entrambe legate al dolore e quindi alla sua apparente origine. Il risultato che ne consegue è lo sviluppo di una fobia, precisamente di una kinesiofobia. Un sinonimo è anche "paura del movimento" e viene definita come un'eccessiva, irrazionale e debilitante paura nello svolgere un movimento fisico a causa di una sensazione di vulnerabilità nell'incombere di un doloroso infortunio o re-infortunio (Luque-Suarez et al., 2019).

Come si trasferisce la kinesiofobia all'interno del LBP non specifico? L'individuo che percepisce questo dolore in fase acuta comincia a sviluppare una paura conscia o meno verso questa sensazione negativa, ovvero la kinesiofobia, che lo porta ad evitare il movimento o l'attività fisica ritenuta responsabile del problema. In questa

maniera, il comportamento che la persona sviluppa non porta ad un “superamento” del problema tramite un recupero totale dal “mal di schiena”, ma ad un “evitamento” del problema dato dalla kinesiophobia. Questo può portare ad una cronicizzazione del dolore e ad un aumento del rischio di infortunio e di sviluppo di disabilità, e quindi ad una difficoltà sempre maggiore nello sfuggire dal circolo vizioso del modello del *fear-avoidance*. Infatti, recentemente in soggetti che soffrono di LBP cronico in cui si è valutata la presenza di kinesiophobia si è riscontrata una compromessa percezione del posizionamento delle articolazioni lombari. Il dolore sembrerebbe incidere così sul loro equilibrio e aumentando il rischio di caduta specialmente nella popolazione anziana (ALMohiza et al., 2023). Come è stato espresso precedentemente, non è chiaramente definibile un andamento specifico riguardante l’andamento del LBP cronico non specifico, in quanto è presente un’alta variabilità da individuo a individuo (Kongsted, 2016). Questo implica che una persona che soffre di LBP cronico non specifico fa esperienza del dolore in maniera diversa rispetto ad altre. Se sommiamo i tratti della personalità del singolo, come ottimismo e resilienza, avremo un altro fattore che può influenzare ulteriormente l’esperienza del LBP cronico (Ishak et al., 2017). Un altro fattore che ancora influisce è la quantità di stress a cui la persona viene sottoposta. Un’elevata plasticità nervosa indotta dallo stress all’interno dell’amigdala potrebbe essere tra i fattori fondamentali nello sviluppo di ansia cronica e dolore neuropatico cronico (Lunde & Sieberg, 2020). Nonostante ciò, recentemente è stato teorizzato che moderati livelli di stress, diversamente dalla considerazione comune, possono svolgere in realtà un effetto protettivo allo sviluppo di dolore cronico (Lunde & Sieberg, 2020). Diversamente, invece, sarebbe l’effetto di uno stress troppo elevato che comporterebbe un effetto dannoso. Secondo il

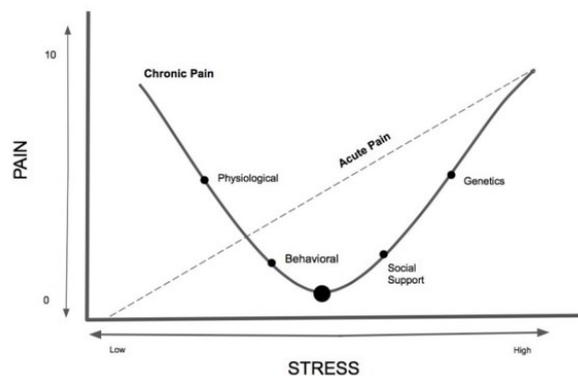


Figura 4: Il nuovo modello Pain-Stress, adattato dalla legge di Yerkes-Dodson. Fonte: Lunde, C. E., & Sieberg, C. B. (2020).

modello “Pain-Stress” di Lunde e Sieberg (2020), il dolore acuto e cronico possono

essere influenzati in modo diverso dallo stress (Figura 5). La relazione tra dolore acuto e stress viene descritta da un andamento lineare, mentre la relazione tra dolore cronico e stress risulta essere più complessa con un andamento curvilineo. Nello specifico, mentre una bassa e alta esposizione allo stress può aumentare il rischio di sviluppare dolore cronico, un livello moderato di stress può proteggere gli individui dal processo di cronicizzazione della sensazione di dolore (Lunde & Sieberg, 2020).

Queste influenze sono solo una parte di quelle che potrebbero spiegare la variabilità dei risultati che si hanno in letteratura riguardanti gli aspetti del LBP cronico. Esse dovrebbero venire incluse anche quando si valuta la kinesiofobia all'interno del LBP cronico non-specifico.

Mentre kinesiofobia e dolore sono chiaramente associabili al LBP cronico non specifico, alcuni studi rivelano, invece, che il livello di kinesiofobia e l'intensità del dolore non sono sempre positivamente correlati. In maniera simile il criterio vale anche per la relazione tra kinesiofobia e status funzionale in persone che soffrono di LBP cronico, indicando come la persona può riuscire a trovare delle strategie di adattamento funzionale alle sue attività quotidiane, anche se possono provocare un aumento del carico allostatico (Ishak et al., 2017). Diversa, invece, è la correlazione tra kinesiofobia, aumento della disabilità e diminuzione della qualità della vita che rimane elevata. Quindi in chi soffre di kinesiofobia viene spesso individuato un livello moderato di disabilità e un abbassamento della qualità della vita (Luque-Suarez et al., 2019). Inoltre, un livello di kinesiofobia elevato predice un aumento della disabilità col passare del tempo e un abbassarsi della qualità della vita, andando ad intaccare la salute individuale e la funzionalità fisica che inevitabilmente ricadono sul ruolo e sulla funzionalità sociale del singolo (Luque-Suarez et al., 2018; Varallo et al., 2021; Seid & Demirdel, 2023).

Il modello teorico del fear-avoidance risulta ancora lontano dall'essere perfetto nello spiegare le dinamiche dello sviluppo dei dolori cronici. Esiste ancora troppa variabilità tra le persone che soffrono di LBP cronico (Saito et al., 2021). Tuttavia, il modello del fear-avoidance continua ad essere migliorato e ciò lo si evidenzia dalle continue corrispondenze che si stanno tracciando tra il modello e gli studi sul LBP cronico. Per queste ragioni i provvedimenti clinici dovrebbero tenere conto di

questa paura del movimento come tra le cause che rafforzano il sintomo di LBP (Crombez et al., 2012).

2.4 Approccio moderno alle algie spinali croniche non specifiche

Come è stato esplicitato precedentemente, il LBP è una sintomatologia che presenta un dolore localizzato posteriormente che in genere viene indicato dalla zona lombare, ma che può scendere anche a livello sacrale e coccigeo. Quest'area, quindi, rientra anatomicamente parlando all'interno della struttura del *core*, ovvero quella parte che include in sé la colonna vertebrale, le anche, la pelvi, la parte prossimale della coscia e le strutture addominali. I muscoli del *core* includono quelli che permettono a tutta questa struttura la funzione di stabilizzare il corpo, generare e trasferire forze meccaniche. Non bisogna intendere questi muscoli da un punto di vista analitico, ma da un punto di vista atletico e funzionale, in quanto dovrebbero essere considerati come parte di una catena. Anzi, andrebbero considerati come parte delle diverse catene di muscoli, dette cinetiche, che attraversano il corpo passando per la regione che viene definita come *core*. Quindi col fine di mantenere e promuovere la funzionalità del *core* dell'individuo, definita come *core stability*, si è cominciato a proporre una maggiore attenzione verso l'allenamento atletico di questa struttura (Kibler et al., 2006).

Su questi concetti sopracitati si è sviluppato una dei “primi approcci” che vedeva nella *core stability* la base della prevenzione e del trattamento del LBP cronico. Questo approccio riteneva fosse necessario dare importanza all'allenamento dei muscoli addominali, specialmente a quello più profondo, il muscolo addominale trasverso. Il fine era di supportare in maniera sinergica i muscoli della schiena ed in questo modo migliorare la stabilità e ridurre il LBP. Si credeva quindi che fosse la debolezza dei muscoli del *core* a portare alla comparsa del LBP. Solo successivamente si è visto come questo approccio analitico verso la *core stability* in realtà non trovasse dei riscontri sul piano della letteratura scientifica (Lederman, 2010). Anzi, gli esercizi per la *core stability* non si sono dimostrati migliori ad altre forme di esercizi nel ridurre il LBP cronico e lo sforzare in continuazione la struttura

del *core* potrebbe contribuire a potenziali danni alla colonna vertebrale (Lederman, 2010).

Quello che però emerge dalla letteratura scientifica è come l'attività fisica prescritta sia uno strumento terapeutico di grande efficacia. Può aiutare nel ridurre la percezione del dolore cronico e acuto e/o nel migliorare alcuni degli aspetti che il dolore cronico colpisce: funzionalità, qualità della vita e forza muscolare. In questa maniera, anche se non è stata trovata una formula risolutiva alla quale tutti i soggetti affetti da LBP cronico rispondessero alla stessa maniera, può essere individuata una direzione di lavoro valida per cercare di ridurre questa sintomatologia (Hayden et al., 2005).

Nei soggetti che soffrono di LBP cronico dovrebbe sempre essere mantenuta una specificità e personalizzazione dell'allenamento o della terapia fisica. Questo perché le persone colpite, oltre a fare diversa esperienza del dolore, accumulano carico allostatico in maniera diversa per via dei diversi fattori genetici ed ambientali. Nonostante ciò, nel mondo della ricerca scientifica si procede presentando al campione studiato dei protocolli uguali per tutti e non personalizzati, per stimare come possano influire sulla sintomatologia. Quello che è emerso attraverso questo tipo di ricerca è una efficacia dell'esercizio fisico nel ridurre la sintomatologia del LBP, specialmente nei soggetti più sedentari, ovvero lavoratori d'ufficio o persone che non svolgono attività fisica in maniera regolare (Gobbo et al., 2019). Tra i protocolli che dimostrano maggior successo ci sono quelli che coinvolgono il metodo Pilates (de Oliveira et al., 2016; Yamato et al., 2015), ma recentemente attraverso le conoscenze mediche e terapeutiche moderne sono emersi nuovi approcci terapeutici per il LBP cronico (Afridi et al., 2021; Murillo et al., 2022). Tra questi risulta efficace un tipo di proposta che associa, in combinazione all'esercizio, l'educazione al dolore ed ai suoi meccanismi (Marris et al., 2021; Kim et al., 2022). Questa associazione di educazione neurofisiologica del dolore ed esercizio fisico si dimostra superiore al solo esercizio fisico e sembra rifarsi al modello del *fear-avoidance*. Una scorretta interpretazione del dolore, non sapendo cosa sia, da cosa sia provocato o quanto duri, può portare a paura ed evitamento oltre ad ipervigilanza e catastrofizzazione del dolore. In questa maniera

aumenta il rischio di cronicizzare il dolore, rendendo difficile il recupero ad una situazione di normalità.

All'interno dell'educazione rivolta a persone che soffrono di dolore cronico, questo tipo di approccio punta a cambiare l'assunzione erronea che il dolore sia necessariamente un segno di danno muscolare, osseo o legamentoso. L'educazione neurofisiologica del dolore guida i soggetti che soffrono di dolori muscoloscheletrici cronici attraverso diversi aspetti del dolore, includendo quelli cellulari, fisiologici e comportamentali. L'obiettivo successivo è quello di far comprendere l'importanza del muoversi e del fare attività fisica sia in termini terapeutici specifici, sia in termini di benessere generale. Bisogna evidenziare anche come questo sia valido anche nei casi in cui venga percepito dolore dai soggetti durante o dopo un'attività fisica. Si parla di intensità tollerabili di dolore all'interno delle quali si può lavorare in maniera sicura e permettere in questo modo di riconcettualizzare il dolore come una non-minaccia, cosa importante soprattutto nei soggetti che soffrono di LBP cronico. Quindi la prescrizione di esercizio non dovrebbe venir contingentata in base al dolore, ma in base al tempo, così da sfidare l'autoefficacia e la tolleranza all'interno limiti della pratica (Cashin et al., 2021; Marris et al., 2021; Kim et al., 2022).

3. Capitolo 3 - Implicazioni Pratiche

3.1. Considerazioni rispetto alle algie spinali nei giovani atleti

Il LBP è una sintomatologia molto comune che colpisce tutte le età (Vos et al., 2020). Anche gli adolescenti (dai 10 ai 19 anni) ne soffrono regolarmente ed è stimato che circa il 20% degli adolescenti soffrano di dolore cronico, in particolare di LBP e cefalea o di mal di testa (Vos et al., 2020). Nonostante questo, la ricerca che tratta il dolore cronico in questa fascia di età è ancora poco sviluppata e si concentra specialmente attorno alla gestione fisioterapica da proporre agli adolescenti che soffrono di LBP. Inoltre, gli studi dimostrano come un episodio di LBP aumenti le probabilità di soffrire nuovamente di questa sintomatologia, potendo quindi diventare un peso economico per le famiglie e per la società (Wall et al., 2023). Quindi se un adolescente comincia a soffrire di LBP c'è il rischio che la sua esperienza di vita venga influenzata compromettendo vita familiare, scolastica e sociale (Logan et al., 2008).

C'è da considerare come l'adolescenza sia una parte della vita dove si cominciano a formare le prime abitudini. Infatti, gli adolescenti che praticano sport hanno otto volte più probabilità di praticare sport da giovani adulti rispetto a chi non ne pratica alcuno (Perkins et al., 2004). L'esperienza di un infortunio o di dolore può quindi ostacolare la formazione di un'abitudine sana come il praticare regolarmente attività fisica. L'incidenza di comparsa di LBP stimata tra una popolazione adolescente sedentaria e una altamente attiva è la stessa e sebbene all'interno di una popolazione di atleti adolescenti ci siano più casi di LBP provocato da spondilolisi, ovvero da rottura dell'istmo vertebrale, il LBP non specifico rimane quello più diagnosticato (Wall et al., 2023).

Nello sport il LBP è una problematica che compare in diverse discipline e in diversi livelli di professionismo. Si stima che il 63% degli atleti adulti continui a soffrire di LBP episodico per tutta la vita (Wilson et al., 2020). Può essere affermato quindi che il LBP associato allo sport sia molto comune e molti dei fattori di rischio sono imputabili agli elevati volumi di attività ed intensità degli sforzi a cui questi soggetti vengono sottoposti durante gli allenamenti. Lo stress meccanico accumulato negli

anni sicuramente aumenta il rischio di soffrire di LBP e in molti casi questo è capace di portare al termine la carriera sportiva di una persona (Wilson et al., 2020).

Sono state evidenziate quindi alcune delle ripercussioni che possono portare a sviluppare il LBP durante l'adolescenza assieme ad alcuni dei fattori di rischio. La ricerca scientifica evidenzia però come la salute di una persona e di come essa fa esperienza del LBP siano influenzati da più aspetti (Pincus et al., 2013). Il modello biopsicosociale spesso non viene tenuto in considerazione quando in realtà, come è stato esplicitato nei capitoli precedenti, riveste un importante ruolo soprattutto riguardo l'esperienza del dolore (Pincus et al., 2013). Devono quindi essere tenuti in considerazione elementi facenti parte della sfera psicosociale che rivestono un'importanza nettamente superiore nel mondo del bambino e dell'adolescente. Questi fattori sono identificabili nelle influenze che hanno i tutori o supervisori e il gruppo dei pari del bambino e dell'adolescente. Tra questi fattori, soprattutto i genitori rivestono un'elevata importanza in quanto prima figura di riferimento del mondo del bambino (Kamper et al., 2016). L'idea che i genitori sviluppino riguardo il dolore del figlio differisce dal dolore reale ed effettivo. Si può ipotizzare che questa differenza possa compromettere o influenzare la diagnosi ed il trattamento da parte di operatori sanitari, in quanto i genitori possono influenzare il giudizio del figlio sulla propria condizione oltre ad intervenire nel rapporto tra operatore e figlio. I genitori, attraverso il loro ruolo di soggetti educativi, possono quindi alterare la valutazione ed il rapporto che il figlio ha con il dolore.

Da un punto di vista biopsicosociale, frequentare il mondo dello sport implica confrontarsi con diversi contesti e relazioni che caratterizzano la vita di un'atleta; bisogna però evidenziare alcuni dei diversi aspetti che differenziano l'atleta adulto da quello adolescente. Un esempio sono le ragioni che portano un individuo a cimentarsi in uno sport, che differiscono da atleta ad atleta. Nell'atleta bambino o adolescente le ragioni si possono ricondurre principalmente al divertimento e alla socialità creata attraverso la pratica (Petlichkoff et al., 1992).

Il giovane, quindi, mantiene un rapporto duraturo con una disciplina grazie alle sensazioni di piacere e divertimento che questa provoca. Mentre per gli adulti le motivazioni girano maggiormente attorno ai benefici in termini di salute mentale e fisica, di comunità sportiva, di padronanza della disciplina o per obiettivi di

competizione (Stenner et al., 2020). Nonostante all'apparenza gli atleti adolescenti e adulti abbiano ragioni diverse per cui allenarsi, alla base entrambi mantengono un rapporto solido con lo sport fintanto che c'è una soddisfazione di certi bisogni. Secondo la teoria dell'autodeterminazione questi bisogni sono di sentirsi competente, sentirsi autonomo e sentirsi appartenente ad un gruppo o ad un contesto (Deci & Ryan, 1985). È quindi ipotizzabile che alla base di un buon rapporto con il mondo dello sport e con sé stessi ci sia una probabile realizzazione dei tre bisogni di base della teoria dell'autodeterminazione (Deci & Ryan, 1985). Questo però viene spesso a mancare specialmente nel mondo sportivo dove c'è principalmente un obiettivo agonistico o professionistico. Infatti, la frase “no pain no gain” viene spesso citata dal mondo dell'attività fisica e dello sport, per sottolineare che per ottenere un guadagno in termini di *performance* sia necessario sopportare la fatica che a volte può trasformarsi in sofferenza. In un contesto adulto sono solitamente condizioni alle quali una persona ha deciso di sottostare pur di raggiungere un certo livello di *élite*. Diversamente vale in un contesto adolescenziale dove aspettative e doveri sono “emanati dall'alto” da parte dell'allenatore e supportati dal contesto sociale che l'allenatore costruisce attorno alle sue pratiche.

In uno studio qualitativo di Wall et al. del 2020 è emerso come all'interno di un gruppo di adolescenti provenienti da nove discipline sportive ed attività fisiche diverse il LBP fosse considerato come una cosa normale. In molte occasioni gli allenatori si “dimenticavano” che il LBP poteva essere un problema per l'atleta. “Il mal di schiena è parte dello sport ... dovrai semplicemente conviverci” era un tipo di frase che hanno sentito spesso i partecipanti dello studio, sia dall'allenatore che a volte dai compagni di squadra o di allenamento. Questo supporta diversi studi che hanno dimostrato come l'ambiente sportivo e/o il gruppo sociale all'interno dello sport possano avere un effetto significativo nella visione dell'atleta sul dolore (Wall et al., 2020). Infatti, molti atleti adolescenti discutendo assieme del loro LBP creano in questo modo un senso di cameratismo attorno all'esperienza condivisa del dolore. Ovviamente un “*social network*” molto forte può avere diversi effetti positivi (Wall et al., 2020). Nel caso in cui qualcuno si infortuni questo *network* sostiene il compagno durante il processo di recupero, aumentando così la sua aderenza al programma di riabilitazione e riatletizzazione. Purtroppo, però, è vero

anche l'opposto, in quanto un forte social network può generare pressioni sociali sull'atleta attraverso aspettative e/o sensi di colpa. Inoltre, c'è da ricordare che specialmente l'adolescente è molto influenzato dai suoi pari, i quali all'interno di un contesto sportivo aumentano la convinzione che il dolore sia una cosa normale, ma soprattutto che non debba essere riportato alla squadra e nemmeno all'allenatore (Wall et al., 2020).

Tutte queste influenze possono andare ad intaccare un altro elemento di vitale importanza ovvero lo sviluppo dell'identità dell'adolescente, specialmente dell'identità di atleta, che si riferisce al grado di identificazione 'dell'atleta con il ruolo di atleta' (Brewer et al., 1993). Una persona con un'identità atletica molto forte è più tendente a proseguire sforzi ed azioni e non è da intendere solo riguardo episodi singoli separati, ma anche continui nel tempo (Wall et al., 2020). Se il LBP non solo è continuo nel tempo, ma non viene nemmeno trattato, rischia di diventare un carico allostatico troppo grande e può sfociare in ridotta identità atletica, ridotta soddisfazione e burn out, ovvero esaurimento fisico ed emotivo risultato di stress cronico (Lee et al., 2017).

È importante quindi considerare tutti i fattori menzionati quando si valuta il peso che il LBP può avere sulla vita dell'atleta adolescente. Specialmente, se quest'ultimo soffre di dolore cronico, è stata evidenziato attraverso questionari auto-compilati come l'adolescente riporti ridotta funzionalità sociale dentro e fuori famiglia, livelli di assenteismo maggiori dalla scuola e in generale minori *performance* accademiche (Wall et al., 2023).

3.2. L'attività fisica come elemento fondamentale al benessere mentale

In uno studio del 2007 di Smith e Osborn, viene descritto il dolore sofferto in pazienti che soffrono di LBP cronico come “dolore che assale il proprio io”. Non è complicato quindi capire come nel 2019 il LBP possa essere entrato nella categoria dei disturbi più pesanti al mondo (Vos et al., 2020). Come è stato accennato nei capitoli precedenti si parla, infatti, di un peso che opprime la società e chi ne soffre. Diversi aspetti vengono colpiti dal LBP come quello finanziario e sociale arrivando anche ad influire sulla qualità della vita e sulla mortalità globale (Vos et al., 2020).

Il LBP ha quindi le potenzialità di colpire a livello mondiale la popolazione attraverso un'ascesa del problema che inizia dagli effetti sul benessere del singolo. A tal proposito, è stato indagato come l'io (o "*self*") possa essere influenzato dal LBP cronico, intendendo l'io come "un insieme stabile ma dinamico di credenze, affetti o cognizioni fondamentali che vengono utilizzate dall'individuo per definire o rappresentare sé stesso sia in privato che nella sua presentazione al mondo esterno" (Ashmore & Jussim, 1997; Smith & Osborn, 2007). Ad un piccolo campione di partecipanti che soffrivano di LBP cronico, dove il meno grave ne soffriva da 5 anni, è stato chiesto di parlare nella maniera più ampia possibile dei diversi modi in cui il dolore aveva influito o influenzato i sentimenti, gli atteggiamenti o le convinzioni su sé stessi. È come se fosse "nato" un nuovo e sgradito io, distinguendo un "io con il dolore" dal "vero io", libero dalla sofferenza. La maniera con la quale l'uno poteva dominare su l'altro variava in base al tempo, ma nonostante ciò "l'io con il dolore" era socialmente indesiderabile, vergognoso e si "intrufolava" nella coscienza dei partecipanti più acutamente quando si trovavano in un contesto sociale o relazionale, rendendo più difficile la gestione del dolore (Smith & Osborn, 2007). I partecipanti attraverso la paura del giudizio sociale ed il dolore cadevano lentamente in un circolo di negatività che aveva le potenzialità di portare all'isolamento sociale.

La citazione di questo studio non ha lo scopo di affermare che tutti quelli che soffrono di LBP cronico si isolano socialmente per via del giudizio sociale e del dolore. Questa determinata situazione è identificabile all'interno di un quadro più vasto di altre situazioni che possono essere simili, ma anche completamente diverse. È già stato menzionato precedentemente come, soprattutto quando si parla di dolore patologico del LBP, non ci siano degli effetti riscontrabili in tutte le persone che ne soffrono. I risultati in letteratura sono eterogenei, però lo studio di Smith e Osborn del 2007 può aiutare a comprendere meglio come il LBP possa influenzare la sfera psicologica di un individuo.

La disabilità indotta da LBP influenza ed è influenzata da numerosi fattori psicologici, tra questi l'autoefficacia sembra rivestire un ruolo importante. Il concetto di autoefficacia è stato introdotto nel 1977 da Albert Bandura, psicologo dell'Università di Stanford, riferendosi alla fiducia di una persona nelle proprie

capacità di eseguire con successo un particolare comportamento (Pekmezi et al., 2009). In teoria se un soggetto crede di poter eseguire una certa azione con successo, sarà più propenso a mettere in atto quell'azione. Il LBP influenza l'autoefficacia e lo fa tramite l'esperienza pregressa e/o attuale del dolore. Il soggetto che soffre di LBP se non crede che riuscirà a *performare* con successo diventerà quindi molto più esitante anche solo nel provare ad eseguire azioni o comportamenti. Questo aumenta le probabilità che possa ritirarsi da contesti sociali e lavorativi, ma soprattutto dall'attività fisica per via della bassa autoefficacia. Inoltre, come hanno evidenziato alcuni studi, l'accumularsi di questi comportamenti e credenze possono incrementare le possibilità di sviluppare sintomi di disabilità e sintomi depressivi, anche se con questi ultimi il tipo di relazione è non-causale (Salveti et al., 2012; Fernandez et al., 2017). Il rischio aumenta soprattutto nel caso di dolore cronico includendo anche sintomi di ansia (Fernandez et al., 2017).

Crofford nel suo studio parla di “decondizionamento fisico ed emotivo” a sottintendere come una persona che soffre di dolore muscoloscheletrico come il LBP, riduca la capacità di partecipare ad attività sportive, lavorative e familiari e quindi decondizioni le abilità necessarie al partecipare a questi contesti (Crofford, 2015). Può essere ipotizzato che questo “decondizionamento” influisca quindi sulla capacità di gestire le proprie emozioni e di reagire ad esse. I fattori che quindi potrebbero venir colpiti sono indicabili come la resilienza e l'intelligenza emotionale di una persona. La resilienza può essere descritta come l'insieme dei fattori intrinseci che permettono all'individuo di recuperare da una situazione di avversità, ciò permette di uscire più forti da questo processo di superamento delle avversità (San Román-Mata et al., 2020). Invece, l'intelligenza emotiva viene descritta come l'abilità di risolvere problemi che derivano dalla propria sfera emotiva, che implica le abilità di percepire, capire e regolare le proprie emozioni (San Román-Mata et al., 2020). Si tratta di fattori con un alto impatto sul benessere psicologico della persona. Un allontanamento da contesti di vario genere come quello sociale, familiare e sportivo, possono decondizionare queste *skill* sociali ed emotive di cui una persona è provvista.

Un effetto interessante ritrovato nello studio di Gong et al. (2023) è come la resilienza influenzi in maniera elevata la relazione tra l'intensità del dolore (nel caso

di dolore muscoloscheletrico come il LBP) e le modalità con la quale una persona partecipa all'attività fisica. Maggiore era la resilienza di una persona, maggiore era l'accettazione del dolore che garantiva una regolazione efficace delle proprie convinzioni. Inoltre, maggiore era la resilienza, maggiore era anche l'autoefficacia. Questi due fattori hanno influito positivamente sull'intensità del dolore percepita dalle persone dello studio, mediando quindi un effetto che garantiva una partecipazione regolare all'attività fisica.

All'interno della spirale negativa che il LBP può generare, specialmente se cronico, questo "assalto" da parte del dolore diretto alla propria immagine ed autoefficacia può arrivare quindi a colpire e decondizionare anche tratti ed abilità della persona come la resilienza ed intelligenza emotiva. Bisogna, infatti, ricordare il ruolo dell'attività fisica all'interno di questa dinamica dove la persona viene "danneggiata" sotto diversi punti di vista dal LBP. Non si tratta di "curare" il LBP perché purtroppo ci sono ancora molte variabili e meccanismi fisiologici sconosciuti che influiscono su questa complessa sintomatologia e ci impediscono di trovare un trattamento universale o una direzione generale da seguire. L'attività fisica ha il ruolo di ripristinare quella salute che è andata persa attraverso i differenti compensi che la persona ha adottato nei confronti del LBP. Si può cercare di agire direttamente sul LBP, ma devono essere tenuti in conto i potenziali benefici in termini di benessere che l'attività fisica provoca. Soprattutto riguardo quei fattori mentali che sembrano venir colpiti quando una persona soffre di dolore cronico. Secondo uno studio di San Román-Mata et al. (2020), l'attività fisica è positivamente e significativamente associata a miglioramenti di resilienza, intelligenza emozionale e riduce lo stress psicologico. Lo studio in questione ha utilizzato un campione di 1095 studenti universitari e selezionato in base alla quantità di attività fisica svolta durante la settimana. Il tempo dedicato all'attività fisica è stato poi confrontato con le linee guida della WHO per gli adulti che vanno dai 18 ai 64 anni (Bull et al., 2020). Secondo le linee guida, una persona in questa fascia d'età dovrebbe svolgere un minimo di 150 minuti alla settimana di attività fisica moderata. Nel caso in cui la persona svolga, invece, 300 minuti o di più alla settimana di attività fisica moderata ci sarebbe un incremento dei benefici relativi

anche maggiore. Sulla base del tempo dedicato dagli studenti all'attività fisica moderata secondo queste linee guida gli studenti venivano categorizzati come:

- inattivi o gruppo 1 (nessuno sport o attività fisica praticata),
- partecipanti ad una attività fisica in maniera non benefica per la salute o gruppo 2 (≤ 300 minuti di attività fisica moderata alla settimana),
- partecipanti ad una attività fisica in maniera benefica per la salute o gruppo 3 (≥ 300 minuti di attività fisica moderata alla settimana).

Il risultato mostra come chi partecipa ad attività fisica moderata rispettando il minimo numero di minuti settimanali dimostra significative differenze rispetto a chi non riesce a rispettare le linee guida. Attraverso i questionari sono state valutate importanti differenze in termini di resilienza, intelligenza emotiva e di stress psicologico rispetto a chi non rispetta le raccomandazioni della WHO. Una differenza ancora più significativa la si notava tra il gruppo 3 e gli altri due, dove i valori registrati di resilienza e intelligenza emotiva risultavano ancora più elevati, assieme ad un valore di stress psicologico ancora minore. Questi risultati sono comunque coerenti con il resto della letteratura scientifica che associa positivamente, a chi pratica attività fisica, livelli superiori di gestione del dolore e delle emozioni (Trigeros et al., 2019). Inoltre, è possibile trovare dei benefici significativi con l'attività fisica moderata anche dopo soli 20 minuti di bicicletta, che sembrano migliorare in acuto la risposta emozionale del singolo verso stimoli negativi (Long et al., 2021).

Agendo quindi sulle ripercussioni del dolore da LBP, l'obiettivo sarebbe di coinvolgere i pazienti che ne soffrono in una attività fisica regolare per promuovere tutti i benefici relativi. Nel farlo, l'autoefficacia sembra sia tra i primi fattori da prendere in considerazione perché una persona con autoefficacia bassa ha meno probabilità di cimentarsi in attività fisica perché non pensa di riuscire a svolgerla con successo (Pekmezi et al., 2009). Può essere affermato quindi che l'autoefficacia giochi un ruolo importante sia nel mantenere comportamenti ed attività nel lungo termine, che soprattutto nel cimentarsi in nuove attività, come quella fisica. In un mondo dove il sedentarismo è un fenomeno comune assieme al LBP, l'autoefficacia diventa quindi un fattore di grande interesse (Vos et al., 2020; González-Gross & Meléndez, 2013).

È stato evidenziato come l'attività fisica abbia numerosi effetti riscontrabili con l'aumento di resilienza ed intelligenza emotiva e diminuzione di stress psicologico, tutti fattori che il LBP può arrivare a colpire (Trigeros et al., 2019; San Román-Mata et al., 2020); ma come si può migliorare invece l'autoefficacia? Secondo uno studio di Pekmezi (2009) ci sono quattro risorse di influenza per stimolare lo sviluppo di autoefficacia. La prima, che è forse la più semplice e potente, è il raggiungere un obiettivo: "Success breeds success", ovvero il successo genera successo. L'autoefficacia generata dal conseguimento di un compito o obiettivo può essere usata per generare autoefficacia anche per altri compiti. È semplice comprendere come anche un compito all'apparenza "piccolo" per la persona può avere una rilevanza concreta; per esempio, nelle popolazioni più anziane un obiettivo fisico da raggiungere può essere quello di potersi accovacciare ed alzarsi dalla sedia in sicurezza senza o nonostante il LBP. La seconda risorsa per lo sviluppo di autoefficacia identificata da Pekmezi (2009) è invece l'esperienza vicaria, ovvero l'osservazione della *performance* degli altri. Se il compito fisico viene eseguito da una persona simile all'osservatore, quest'ultimo è più incentivato a provarci. Il contesto riveste quindi una fondamentale importanza, specialmente se è un contesto di simili, per via dell'esperienza vicaria e della persuasione sociale da parte dell'allenatore e dei pari, la quale rappresenta la terza risorsa per lo sviluppo di autoefficacia. Invece, l'ultima risorsa risulta essere il fare esperienza degli stati fisiologici ed affettivi indotti dall'esercizio quando questo viene positivamente percepito come un elemento che rientra nella sfera delle proprie capacità (Pekmezi et al., 2009).

Ovviamente gli elementi psicologici visti precedentemente non fanno parte di una "ricetta" per la salute, si tratta di un sistema complesso dove ciò che viene trattato non può essere preso e considerato singolarmente, né si può pensare che abbia un solo effetto o una sola ripercussione. Vale anche per quanto riguarda il fattore dell'autoefficacia, al quale non sono legate solo le abitudini e le nuove esperienze che una persona decide di fare, ma anche altri elementi che possono influenzare il corpo e il modo con cui si muove in termini di stabilità e ampiezza dei movimenti (La Touche et al., 2019).

3.3. La chinesiologya e LBP

“Come un sarto, essere chinesiologyo significa osservare, misurare, comprendere e studiare ogni dettaglio del corpo umano, dalle forme del corpo ai movimenti che esegue, per produrre il miglior "abito" basato sulle linee di ogni persona” (Musumeci, 2021). All’interno di questo articolo, Musumeci parla di abito per intendere un piano di allenamento personalizzato appositamente sulle variabili della persona che ha davanti. A partire da quest’ultima decade, la figura professionale del chinesiologyo sembra stia acquisendo diversi riconoscimenti dal mondo scientifico, soprattutto per via degli effetti preventivi e terapeutici che l’attività fisica costituisce rispetto a numerose condizioni croniche (Pendersen & Saltin, 2015). Chi è però il chinesiologyo? Secondo la Gazzetta Ufficiale del 2 novembre 2022 il chinesiologyo è la figura professionale in possesso della laurea triennale in Scienze delle attività motorie e sportive (classe L-22). L’attività professionale del chinesiologyo di base, ovvero di colui che non ha conseguito poi una laurea magistrale specializzante, ha come oggetto: a) la conduzione, gestione e valutazione di attività motorie individuali e di gruppo a carattere compensativo, educativo, ludicoricreativo e sportivo finalizzate al mantenimento ed al recupero delle migliori condizioni di benessere fisico nelle varie fasce di età attraverso la promozione di stili di vita attivi; b) la conduzione, gestione e valutazione di attività per il miglioramento della qualità della vita mediante l’esercizio fisico, nonché di personal training e di preparazione atletica non agonistica (GU L 256 I del 2.11.2022, pag. 1).

Bisogna tenere in considerazione che, secondo le evidenze, l’esercizio fisico come terapia può essere in alcuni casi efficace tanto quanto o più della terapia medica e/o farmacologica (Pendersen & Saltin, 2015). L’attività fisica può essere una terapia efficace non solo nel caso di malattie psichiatriche, neurologiche, metaboliche, cardiovascolari e polmonari, ma anche nel caso di disordini muscolo-scheletrici (Pendersen & Saltin, 2015).

All’interno dei disordini muscolo-scheletrici il LBP risulta come quello più frequente, specialmente quello non-specifico (Vos et al., 2020). Per questa ragione la letteratura scientifica relativa è molto ricca, anche se è ancora in corso il dibattito

sulle migliori strategie da adottare in caso di LBP cronico non-specifico, ovvero quel tipo di LBP persistente la cui causa non è stata definita. Precedentemente sono stati comunque evidenziati numerosi benefici psicologici che l'attività fisica può portare. Si tratta di fattori che devono essere tenuti in considerazione per via dei compensi comportamentali, che una persona che soffre di LBP cronico, adotta nel tempo (Wiggins, 2022; San Román-Mata et al., 2020; Smith & Osborn, 2007). Inoltre, è stato affermato come l'associare alla pratica fisica una educazione neuroscientifica del dolore porti risultati significativi alle persone che si cimentano in termini di intensità del dolore e di disabilità associata al dolore cronico (Marris et al., 2021). Secondo uno studio di Owen et al. (2019) in cui è stata condotta una network meta-analisi per esaminare l'efficacia di specifiche modalità di allenamento all'esercizio fisico. Ne risulta che quattro tipi di allenamento risultano essere i più efficaci per il LBP cronico non-specifico: Pilates, stabilizzazione/controllo motorio, contro resistenza e aerobico (Owen et al., 2019). La definizione che gli autori dell'articolo davano a questi allenamenti è la seguente:

- l'allenamento Pilates è un tipo di allenamento che segue i principi tradizionali del Pilates come la concentrazione, il controllo, la precisione, la fluidità e il respiro;
- l'allenamento di stabilizzazione/controllo motorio è un allenamento che lavora in maniera specifica sui muscoli del tronco in modo da migliorare il controllo e la coordinazione della colonna vertebrale e della pelvi;
- l'allenamento contro resistenza è un tipo di allenamento che punta a migliorare i valori di forza, potenza, resistenza e dimensione dei muscoli scheletrici;
- l'allenamento aerobico punta a migliorare l'efficienza e la capacità del sistema cardiorespiratorio, attraverso attività come ciclismo e *jogging* (Owen et al., 2019).

Ognuno di essi ha una efficacia diversa in base all'obiettivo che si cerca di raggiungere attraverso l'attività fisica. I migliori tipi di allenamento per ridurre l'intensità del dolore secondo l'articolo erano Pilates e stabilizzazione/controllo motorio e aerobico, mentre per migliorare la salute mentale gli allenamenti più efficaci risultavano essere l'allenamento aerobico e contro resistenza. Per migliorare la funzionalità fisica della persona, invece, i più efficaci erano l'allenamento contro resistenza e di stabilizzazione/controllo motorio.

L'area del recupero della funzionalità fisica rientra tra le competenze del chinesiologo, che però non può e non deve separare le sfere di benessere fisico, psicologico e sociale ma cercare, invece, di adottare un approccio sistematico pur concentrandosi sulla sfera fisica.

Rimanendo nell'ambito del miglioramento della funzionalità fisica è stato affermato come gli allenamenti contro resistenza e di stabilizzazione/controllo motorio siano quelli più efficaci per l'obiettivo (Owen et al., 2019). Una generalizzazione che si adotta in letteratura scientifica per semplificare la differenza tra questi due tipi di allenamento è solitamente riferirsi all'allenamento contro resistenza come una metodica che fa uso di carichi elevati, al contrario dell'allenamento di stabilizzazione/controllo motorio, che non li prevede. Lo studio di Aasa et al. (2015) ha cercato di comparare queste due metodiche in maniera simile in soggetti che soffrivano di LBP cronico non-specifico, comparando un gruppo che si allena con esercizi di controllo motorio a basso carico con un gruppo che si allena con esercizi di sollevamento ad alto carico. Al termine dello studio entrambi i gruppi avevano migliorato i parametri legati all'intensità del dolore, ma anche relativi alla forza, al controllo e alla resistenza muscolare. Tuttavia, il gruppo che si è allenato tramite esercizi di controllo motorio ha riportato ulteriori miglioramenti significativi in termini di controllo, di resistenza muscolare e, più in generale, di quantità di attività giornaliera svolta all'infuori dello studio.

È stato quindi evidenziato come diversi tipi di attività fisica possono contribuire a migliorare la qualità di vita di una persona che soffre di LBP non-specifico. Si tratta di informazioni che non devono essere prese singolarmente, ma nel complesso, rispettando una visione biopsicosociale dell'individuo che deve essere tenuta in considerazione in base a tutte le età in modo da “poter produrre il miglior “abito” sulle linee di ogni persona” (Musumeci, 2021).

4. Discussione e conclusione

La lombalgia o *low back pain* (LBP) è tra i sintomi più sofferti a livello globale, nel 2018 la WHO lo ha aggiunto all'interno della lista delle malattie non-trasmissibili più impattanti dal punto di vista economico-sociale (AlEissa et al., 2021). Si stima che sia una delle cause principali che porta allo sviluppo di una disabilità (Hartvigsen et al., 2018).

Non si tratta di un 'problema' recente, ci sono stati ritrovamenti archeologici che confermano la presenza di questa sintomatologia anche attorno al 1700 a.C. (Allan & Waddell, 1989). Da allora, numerose ricerche hanno cercato di comprendere il LBP alla ricerca di una possibile cura per questo tipo di dolore cronico. Tuttavia, il LBP continua ancora a non ricevere sufficiente attenzione, in particolare quando si va a considerare il benessere generale della persona.

Oggi possiamo dire che il LBP è definito come un dolore posteriore che può andare dal margine dell'ultima costola della gabbia toracica fino al solco gluteo. La tipologia più frequente è quella dove non è possibile determinare una eziologia specifica del sintomo che viene quindi classificato come non-specifico. Una persona che soffre di LBP è più probabile che ne soffra ripetutamente rendendo difficile diagnosticare se si tratta di un sintomo che è diventato cronico o meno, per questo si osserva maggiormente il *pattern* che questa sintomatologia segue nel tempo (Kongsted et al., 2016).

Sebbene non valga per tutti, il LBP cronico non-specifico sembra scatenare delle variazioni o compensi nella persona, che possono o meno cambiare la struttura biologica dei tessuti dell'organismo. Si parla di tessuti come muscoli, fascia e nervi, dove, se la struttura cambia, inevitabilmente cambia anche la funzione, alterando il passaggio del segnale nervoso, tramite un ridotto apporto di sostanze nutritive e una regolazione discendente del SNC, e i movimenti dei soggetti affetti.

Ancora non è possibile dare una spiegazione del perché non tutte le persone che soffrono di LBP non-specifico non necessariamente presentino compensi strutturali o meno. Nonostante questo, è stato appurato che esistono diversi livelli di controllo all'interno del SNC dove i segnali nocicettivi possono venire modulati. Alcuni di

questi livelli sono rappresentati da strutture come il talamo, l'amigdala e la corteccia somatosensoriale che fungono da sistemi che elaborano e trasformano le informazioni prima di farle arrivare al sistema limbico, cioè un tipo di organizzazione encefalica fondamentale per le reazioni emotive, le risposte comportamentali e i processi di memoria di una persona (Brodal, 2017; Ossipov et al., 2010).

Può essere affermato come da un punto di vista fisiologico la ricerca scientifica abbia permesso di comprendere alcuni dei meccanismi del LBP, ma quando si va a considerare il benessere di una persona bisogna considerare che essa è il risultato dell'interazione con diversi sistemi complessi. Bisogna quindi uscire da una modalità di ragionamento settoriale dell'organismo e considerarlo in maniera più sistemica.

Il modello biopsicosociale riveste un ruolo di importanza nella comprensione di come il LBP possa influenzare il benessere di una persona e viceversa (Pincus et al., 2013). All'interno di questo modello quindi si considerano anche gli aspetti psicosociali della persona e possono anche aiutare a capire come il LBP possa dare il via ad una spirale comportamentale negativa. Si parla in questo caso di un altro modello detto modello del *fear-avoidance* (Vlaeyen et al., 2016). Quest'ultimo spiega come davanti ad un dolore, come quello del LBP, una persona possa avere due tipi di reazione: i) non sviluppa paure o stati di ansia in relazione al dolore, non sviluppa nessuna complicanza aggiuntiva e ha più alte probabilità di "guarire" dal dolore; ii) il dolore causa nella persona un'elevata paura ed ansia nei confronti della sofferenza portando ad una ipervigilanza del sintomo ed a una catastrofizzazione del dolore.

Questa ultima risposta provoca paura nei confronti dell'attività ritenuta responsabile, genera quindi kinesiofobia che è associabile a stati di disabilità, a bassi livelli di autoefficacia, ma soprattutto ad un rischio più elevato di incorrere in ulteriore dolore e in traumi fisici che finiranno per rafforzare poi questa spirale generando così un circolo vizioso.

Questa dinamica comportamentale attraverso la quale il LBP può agire è sempre più presa in considerazione, ma nonostante questo sembrano esserci delle lacune nella ricerca e nello studio scientifico, in particolare in relazione a come il LBP non-

specifico possa impattare anche i ragazzi e gli adolescenti. Tutt'ora la ricerca scientifica non sembra valutare realmente l'impatto che questo può avere sul rapporto con il proprio corpo e con l'attività fisica nel caso di LBP in adolescenti. Bisogna ricordare che il benessere di questi ultimi sottostà ad un modello biopsicosociale con all'interno dei fattori aggiuntivi legati alle influenze della crescita e del rapporto con i tutori, come genitori ed allenatori, e con i propri pari (Wall et al., 2020).

Sono state quindi evidenziate alcune delle peculiarità del LBP che permettono meglio di comprendere sotto diversi punti di vista i rischi di questa sintomatologia. Il chinesiologo, all'interno di queste dinamiche, non punta a "guarire" una persona dal LBP, ma a ristabilire e migliorare la funzionalità del proprio corpo, che può venir meno specialmente nei casi di LBP cronico. Quindi, attraverso una corretta personalizzazione dell'attività fisica, i benefici che questa può promuovere hanno le potenzialità di migliorare il rapporto con il proprio corpo e promuovere inoltre ulteriori benefici comportamentali come resilienza ed autoefficacia.

Vengono suggerite diverse metodologie di allenamento, associate ad una educazione neuroscientifica del dolore, in base agli obiettivi da raggiungere; particolarmente nel caso in cui si voglia migliorare la funzionalità fisica, l'allenamento contro resistenza e di controllo motorio sembrano essere le metodologie più indicate. Entrambe sembrano promuovere riduzione del dolore da LBP, controllo e resistenza muscolare e l'allenamento sul controllo motorio sembra promuovere ulteriori miglioramenti di controllo e resistenza muscolare, oltre ad un aumento dell'attività fisica giornaliera con modifiche dello stile di vita.

Questo elaborato cerca quindi di comprendere la complessità alla base di un sintomo ormai così comune come il LBP non-specifico e le sue conseguenze potenziali sul benessere della persona. Sono stati presi in considerazione diversi aspetti, da quelli biologici-tissutali a quelli psicologici-comportamentali, evidenziando la necessità di considerare la persona come un complesso di interazioni tra diversi sistemi: biologico, psicologico e sociale. Si tratta di informazioni che devono essere tenute in considerazione per garantire al chinesiologo di costruire un programma di allenamento adatto alla persona che ha di fronte.

Un'ultima considerazione legata più specificatamente al mondo dello sport: sebbene molte ricerche abbiano indagato il LBP non-specifico, manca ancora attenzione riguardo all'impatto che questa condizione può avere sull'identità dell'atleta. All'interno della più recente ricerca scientifica, come per esempio nel congresso FEPSAC 2022, questo tema ha iniziato ad essere sviluppato. Sarebbe quindi interessante approfondire ulteriormente il tema per comprendere meglio come il *fear-avoidance* da LBP non-specifico possa influenzare *burn-out* e *drop-out* di un'atleta agonista.

5. Bibliografia

- Aasa, B., Berglund, L., Michaelson, P., & Aasa, U. (2015). Individualized Low-Load Motor Control Exercises and Education Versus a High-Load Lifting Exercise and Education to Improve Activity, Pain Intensity, and Physical Performance in Patients With Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45(2), 77–85. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5021>
- Afridi, B., Khan, H., Akkol, E. K., & Aschner, M. (2021). Pain Perception and Management: Where do We Stand? *Current Molecular Pharmacology*, 14(5), 678–688. <https://doi.org/10.2174/1874467213666200611142438>
- AlEissa, S. I., Tamai, K., Konbaz, F., Alturkistany, A., Blatter, T. R., Chhabra, H. S., Costanzo, G., Dohring, E. J., Kandziora, F., Kothe, R., Misaggi, B., Muehlbauer, E. J., Pereira, P., Rajasekaran, S., Sullivan, W. J., Truumees, E., Alqahtani, Y., Alsobayel, H. I., Franke, J., ... Nordin, M. (2021). SPINE20 A global advocacy group promoting evidence-based spine care of value. *European Spine Journal*, 30(8), 2091–2101. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06890-5>
- Allan, D. B., & Waddell, G. (1989). An historical perspective on low back pain and disability. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 60(sup234), 1–23. <https://doi.org/10.3109/17453678909153916>
- Allen, H. N., Bobnar, H. J., & Kolber, B. J. (2021). Left and right hemispheric lateralization of the amygdala in pain. *Progress in Neurobiology*, 196, 101891. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2020.101891>
- AlMohiza, M. A., Reddy, R. S., Asiri, F., Alshahrani, A., Tedla, J. S., Dixit, S., Gular, K., & Kakaraparthi, V. N. (2023). The Mediation Effect of Pain on the Relationship between Kinesiophobia and Lumbar Joint Position Sense in Chronic Low Back Pain Individuals: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 5193. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065193>
- Andersson, G. B. (1999). Epidemiological features of chronic low-back pain. *The Lancet*, 354(9178), 581–585. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)01312-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)01312-4)
- Apkarian, A. V. (2019). Definitions of nociception, pain, and chronic pain with implications regarding science and society. *Neuroscience Letters*, 702, 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.11.039>
- Ashmore, R. D., & Rutgers University (A c. Di). (1997). *Self and identity: Fundamental issues*. Oxford Univ. Press.
- Asmundson, G. J., Noel, M., Petter, M., & Parkerson, H. A. (2012). Pediatric Fear-Avoidance Model of Chronic Pain: Foundation, Application and Future Directions. *Pain Research and Management*, 17(6), 397–405. <https://doi.org/10.1155/2012/908061>
- Atkinson, R.C., & Hilgard, E.R. (2006). *Introduzione alla Psicologia*. Piccin.
- Bagheri, R., Takamjani, I. E., Dadgoo, M., Sarrafzadeh, J., Ahmadi, A., Pourahmadi, M. R., & Jafarpisheh, A.-S. (2017). A protocol for clinical trial study of the effect of core stabilization exercises on spine kinematics during gait with and without load in patients

with non-specific chronic low back pain. *Chiropractic & Manual Therapies*, 25(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s12998-017-0162-y>

Bernier Carney, K. M., Guite, J. W., Young, E. E., & Starkweather, A. R. (2021). Investigating key predictors of persistent low back pain: A focus on psychological stress. *Applied Nursing Research*, 58, 151406. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2021.151406>

Brewer, B. W. (1993). *Athletic identity: Hercules' muscles or Achilles heel?* (Vol. 24). International Journal of Sport Psychology.

Brinjikji, W., Luetmer, P. H., Comstock, B., Bresnahan, B. W., Chen, L. E., Deyo, R. A., Halabi, S., Turner, J. A., Avins, A. L., James, K., Wald, J. T., Kallmes, D. F., & Jarvik, J. G. (2015). Systematic Literature Review of Imaging Features of Spinal Degeneration in Asymptomatic Populations. *American Journal of Neuroradiology*, 36(4), 811–816. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4173>

Brodal, P. (2017). A neurobiologist's attempt to understand persistent pain. *Scandinavian Journal of Pain*, 15(1), 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2017.03.001>

Brox, J. I. (2014). Current evidence on catastrophizing and fear avoidance beliefs in low back pain patients. *The Spine Journal*, 14(11), 2679–2681. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2014.08.454>

Buchbinder, R., van Tulder, M., Öberg, B., Costa, L. M., Woolf, A., Schoene, M., Croft, P., Buchbinder, R., Hartvigsen, J., Cherkin, D., Foster, N. E., Maher, C. G., Underwood, M., van Tulder, M., Anema, J. R., Chou, R., Cohen, S. P., Menezes Costa, L., Croft, P., ... Woolf, A. (2018). Low back pain: A call for action. *The Lancet*, 391(10137), 2384–2388. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30488-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30488-4)

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

Campbell, P., Foster, N. E., Thomas, E., & Dunn, K. M. (2013). Prognostic Indicators of Low Back Pain in Primary Care: Five-Year Prospective Study. *The Journal of Pain*, 14(8), 873–883. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.03.013>

Cashin, A. G., Booth, J., McAuley, J. H., Jones, M. D., Hübscher, M., Traeger, A. C., Fried, K., & Moseley, G. L. (2022). Making exercise count: Considerations for the role of exercise in back pain treatment. *Musculoskeletal Care*, 20(2), 259–270. <https://doi.org/10.1002/msc.1597>

Chan, D. M., & Zoellick, M. R. B. (2011). *World Report on Disability*.

Chan, S.-T., Fung, P.-K., Ng, N.-Y., Ngan, T.-L., Chong, M.-Y., Tang, C.-N., He, J.-F., & Zheng, Y.-P. (2012). Dynamic changes of elasticity, cross-sectional area, and fat infiltration of multifidus at different postures in men with chronic low back pain. *The Spine Journal*, 12(5), 381–388. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2011.12.004>

- Chen, Q., & Heinricher, M. M. (2022). Shifting the Balance: How Top-Down and Bottom-Up Input Modulate Pain via the Rostral Ventromedial Medulla. *Frontiers in Pain Research*, 3, 932476. <https://doi.org/10.3389/fpain.2022.932476>
- Chenot, J.-F., Greitemann, B., Kladny, B., Petzke, F., Pfingsten, M., & Schorr, S. G. (2017). Non-Specific Low Back Pain. *Deutsches Ärzteblatt International*. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0883>
- Coggon, D., Ntani, G., Palmer, K. T., Felli, V. E., Harari, R., Barrero, L. H., Felknor, S. A., Gimeno, D., Cattrell, A., Vargas-Prada, S., Bonzini, M., Solidaki, E., Merisalu, E., Habib, R. R., Sadeghian, F., Masood Kadir, M., Warnakulasuriya, S. S. P., Matsudaira, K., Nyantumbu, B., ... Gray, A. (2013). Patterns of multisite pain and associations with risk factors. *Pain*, 154(9), 1769–1777. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.05.039>
- Costanzo, G., Misaggi, B., Ricciardi, L., AlEissa, S. I., Tamai, K., Alhelal, F., Alqahtani, Y., Alsobayel, H. I., Arand, M., Balsano, M., Blattert, T. R., Brayda-Bruno, M., Busari, J. O., Campello, M., Chhabra, H. S., Tamburrelli, F. C., Côté, P., Darwono, B., Kandziora, F., ... Nordin, M. (2022). SPINE20 recommendations 2021: Spine care for people's health and prosperity. *European Spine Journal*, 31(6), 1333–1342. <https://doi.org/10.1007/s00586-022-07194-y>
- Crofford, L. J. (2015). Psychological aspects of chronic musculoskeletal pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 29(1), 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.027>
- Crombez, G., Eccleston, C., Van Damme, S., Vlaeyen, J. W. S., & Karoly, P. (2012). Fear-Avoidance Model of Chronic Pain: The Next Generation. *The Clinical Journal of Pain*, 28(6), 475–483. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e3182385392>
- de Moraes Vieira, É. B., de Góes Salvetti, M., Damiani, L. P., & de Mattos Pimenta, C. A. (2014). Self-Efficacy and Fear Avoidance Beliefs in Chronic Low Back Pain Patients: Coexistence and Associated Factors. *Pain Management Nursing*, 15(3), 593–602. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2013.04.004>
- de Oliveira, N. T. B., Ricci, N. A., dos Santos Franco, Y. R., Salvador, E. M. E. S., Almeida, I. C. B., & Cabral, C. M. N. (2019). Effectiveness of the Pilates method versus aerobic exercises in the treatment of older adults with chronic low back pain: A randomized controlled trial protocol. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 250. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2642-9>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7>
- DePalma, M. G. (2020). Red flags of low back pain. *Journal of the American Academy of Physician Assistants*, 33(8), 8–11. <https://doi.org/10.1097/01.JAA.0000684112.91641.4c>
- Dionne, C. E., Dunn, K. M., Croft, P. R., Nachemson, A. L., Buchbinder, R., Walker, B. F., Wyatt, M., Cassidy, J. D., Rossignol, M., Leboeuf-Yde, C., Hartvigsen, J., Leino-Arjas, P., Latza, U., Reis, S., Gil del Real, M. T., Kovacs, F. M., Öberg, B., Cedraschi, C., Bouter, L. M., ... Von Korf, M. (2008). A Consensus Approach Toward the Standardization of Back Pain Definitions for Use in Prevalence Studies: *Spine*, 33(1), 95–103. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31815e7f94>

- Dorien, G. (2016). Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-Specific Low Back Pain. *Pain Physician*, 7;19(7;9), E985–E1000. <https://doi.org/10.36076/ppj/2016.19.E985>
- Engers, P. B., Rombaldi, A. J., Portella, E. G., & da Silva, M. C. (2016). The effects of the Pilates method in the elderly: A systematic review. *Revista Brasileira de Reumatologia (English Edition)*, 56(4), 352–365. <https://doi.org/10.1016/j.rbre.2016.05.005>
- Felce, D., & Perry, J. (1995). Quality of life: Its definition and measurement. *Research in Developmental Disabilities*, 16(1), 51–74. [https://doi.org/10.1016/0891-4222\(94\)00028-8](https://doi.org/10.1016/0891-4222(94)00028-8)
- Fenton, B. W., Shih, E., & Zolton, J. (2015). The neurobiology of pain perception in normal and persistent pain. *Pain Management*, 5(4), 297–317. <https://doi.org/10.2217/pmt.15.27>
- Fernandez, M., Colodro-Conde, L., Hartvigsen, J., Ferreira, M. L., Refshauge, K. M., Pinheiro, M. B., Ordoñana, J. R., & Ferreira, P. H. (2017). Chronic low back pain and the risk of depression or anxiety symptoms: Insights from a longitudinal twin study. *The Spine Journal*, 17(7), 905–912. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.02.009>
- Fillingim, R. B. (2017). Individual differences in pain: Understanding the mosaic that makes pain personal. *Pain*, 158(1), S11–S18. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000775>
- Fitts, R. H., McDonald, K. S., & Schluter, J. M. (1991). The determinants of skeletal muscle force and power: Their adaptability with changes in activity pattern. *Journal of Biomechanics*, 24, 111–122. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(91\)90382-W](https://doi.org/10.1016/0021-9290(91)90382-W)
- Foster, N. E., Anema, J. R., Cherkin, D., Chou, R., Cohen, S. P., Gross, D. P., Ferreira, P. H., Fritz, J. M., Koes, B. W., Peul, W., Turner, J. A., Maher, C. G., Buchbinder, R., Hartvigsen, J., Cherkin, D., Foster, N. E., Maher, C. G., Underwood, M., van Tulder, M., ... Woolf, A. (2018). Prevention and treatment of low back pain: Evidence, challenges, and promising directions. *The Lancet*, 391(10137), 2368–2383. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30489-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30489-6)
- Galbusera, F., & Bassani, T. (2019). The Spine: A Strong, Stable, and Flexible Structure with Biomimetics Potential. *Biomimetics*, 4(3), 60. <https://doi.org/10.3390/biomimetics4030060>
- Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. n. 256 del 2 novembre 2022, Serie Generale, p. 1. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2022/11/02/256/sg/pdf>
- Gliedt, J. A., Schneider, M. J., Evans, M. W., King, J., & Eubanks, J. E. (2017). The biopsychosocial model and chiropractic: A commentary with recommendations for the chiropractic profession. *Chiropractic & Manual Therapies*, 25(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s12998-017-0147-x>
- Gobbo, S., Bullo, V., Bergamo, M., Duregon, F., Vendramin, B., Battista, F., Roma, E., Bocalini, D. S., Rica, R. L., Alberton, C. L., Cruz-Diaz, D., Priolo, G., Pancheri, V., Maso, S., Neunhaeuserer, D., Ermolao, A., & Bergamin, M. (2019). Physical Exercise Is Confirmed to Reduce Low Back Pain Symptoms in Office Workers: A Systematic Review of the Evidence to Improve Best Practices in the Workplace. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(3), 43. <https://doi.org/10.3390/jfmk4030043>

- Gong, Y., Wang, Y., Wu, W., Li, L., Li, Y., Song, J., Jiang, L., Hu, S., Yang, J., & Wang, A. (2023). The Relationship Between Pain Intensity and Pain-Related Activity Patterns in Older Adults with Chronic Musculoskeletal Pain: Mediating Roles of Pain Resilience and Pain Catastrophizing. *Journal of Pain Research, Volume 16*, 797–807. <https://doi.org/10.2147/JPR.S393359>
- Harrison, L. E., Pate, J. W., Richardson, P. A., Ickmans, K., Wicksell, R. K., & Simons, L. E. (2019). Best-Evidence for the Rehabilitation of Chronic Pain Part 1: Pediatric Pain. *Journal of Clinical Medicine, 8*(9), 1267. <https://doi.org/10.3390/jcm8091267>
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., Karppinen, J., Pransky, G., Sieper, J., Smeets, R. J., Underwood, M., Buchbinder, R., Hartvigsen, J., Cherkin, D., Foster, N. E., Maher, C. G., Underwood, M., van Tulder, M., ... Woolf, A. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet, 391*(10137), 2356–2367. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30480-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X)
- Hartvigsen, J., Natvig, B., & Ferreira, M. (2013). Is it all about a pain in the back? *Best Practice & Research Clinical Rheumatology, 27*(5), 613–623. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2013.09.008>
- Hasler, C. (2013). Back pain during growth. *Swiss Medical Weekly, 143*(13), 13714. <https://doi.org/10.4414/smw.2013.13714>
- Hawker, G. A. (2019). Osteoarthritis is a serious disease. *Clinical and Experimental Rheumatology, 120*(5), 3–6.
- Hayden, J., van Tulder, M. W., Malmivaara, A., & Koes, B. W. (2005). Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2011*(2). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000335.pub2>
- Heidari, E., Arjmand, N., & Kahrizi, S. (2022). Comparisons of lumbar spine loads and kinematics in healthy and non-specific low back pain individuals during unstable lifting activities. *Journal of Biomechanics, 144*, 111344. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2022.111344>
- Heneweer, H., Vanhees, L., & Picavet, S. J. H. (2009). Physical activity and low back pain: A U-shaped relation? *Pain, 143*(1), 21–25. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.12.033>
- Hnatešen, D., Pavić, R., Radoš, I., Dimitrijević, I., Budrovac, D., Čebohin, M., & Gusar, I. (2022). Quality of Life and Mental Distress in Patients with Chronic Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(17), 10657. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710657>
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient Muscular Stabilization of the Lumbar Spine Associated With Low Back Pain: A Motor Control Evaluation of Transversus Abdominis. *Spine, 21*(22), 2640–2650. <https://doi.org/10.1097/00007632-199611150-00014>
- Hodges, P. W., & Smeets, R. J. (2015). Interaction Between Pain, Movement, and Physical Activity: Short-term Benefits, Long-term Consequences, and Targets for

Treatment. *The Clinical Journal of Pain*, 31(2), 97–107.

<https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000098>

Hodges, P. W., & Tucker, K. (2011). Moving differently in pain: A new theory to explain the adaptation to pain. *Pain*, 152(3), S90–S98. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.10.020>

Huzmeli, İ., Katayifçi, N., Aslan, Y. Z., & Alçi, M. Ü. (2022). What is the Role of Kinesiophobia and Catastrophizing in Physiotherapists with Low Back Pain during Manual Handling of Patients? *Revista Română de Kinetoterapie*, 28(49), 4–14.

Iannetti, G. D., & Mouraux, A. (2010). From the neuromatrix to the pain matrix (and back). *Experimental Brain Research*, 205(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2340-1>

Ikemoto, T., Miki, K., Matsubara, T., & Wakao, N. (2019). Psychological Treatment Strategy for Chronic Low Back Pain. *Spine Surgery and Related Research*, 3(3), 199–206. <https://doi.org/10.22603/ssrr.2018-0050>

Ilahi, S., T. Masi, A., White, A., Devos, A., Henderson, J., & Nair, K. (2020). Quantified biomechanical properties of lower lumbar myofascia in younger adults with chronic idiopathic low back pain and matched healthy controls. *Clinical Biomechanics*, 73, 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.12.026>

Ishak, N. A., Zahari, Z., & Justine, M. (2017). Kinesiophobia, Pain, Muscle Functions, and Functional Performances among Older Persons with Low Back Pain. *Pain Research and Treatment*, 2017, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2017/3489617>

Jeffries, L. J., Milanese, S. F., & Grimmer-Somers, K. A. (2007). Epidemiology of Adolescent Spinal Pain: A Systematic Overview of the Research Literature. *Spine*, 32(23), 2630–2637. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318158d70b>

Kamper, S. J., Yamato, T. P., & Williams, C. M. (2016). The prevalence, risk factors, prognosis and treatment for back pain in children and adolescents: An overview of systematic reviews. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 30(6), 1021–1036. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2017.04.003>

Kandakurti, P. K., Arulsingh, W., & S Patil, S. (2022). Influence of kinesiophobia on pain intensity, disability, muscle endurance, and position sense in patients with chronic low back pain—A case-control study. *Trials*, 23(1), 469. <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06406-6>

Khalid, S., & Tubbs, R. S. (2017). Neuroanatomy and Neuropsychology of Pain. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.1754>

Khan, A. N., Jacobsen, H. E., Khan, J., Filippi, C. G., Levine, M., Lehman, R. A., Riew, K. D., Lenke, L. G., & Chahine, N. O. (2017). Inflammatory biomarkers of low back pain and disc degeneration: A review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1410(1), 68–84. <https://doi.org/10.1111/nyas.13551>

Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The Role of Core Stability in Athletic Function: *Sports Medicine*, 36(3), 189–198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>

- Kim, K.-S., An, J., Kim, J.-O., Lee, M.-Y., & Lee, B.-H. (2022). Effects of Pain Neuroscience Education Combined with Lumbar Stabilization Exercise on Strength and Pain in Patients with Chronic Low Back Pain: Randomized Controlled Trial. *Journal of Personalized Medicine*, 12(2), 303. <https://doi.org/10.3390/jpm12020303>
- Knapik, A., Saulicz, E., & Gnat, R. (2011). Kinesiophobia—Introducing a New Diagnostic Tool. *Journal of Human Kinetics*, 28(2011), 25–31. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0019-8>
- Koes, B. W., van Tulder, M. W., & Thomas, S. (2006). Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ*, 332(7555), 1430–1434. <https://doi.org/10.1136/bmj.332.7555.1430>
- Kongsted, A., Kent, P., Axen, I., Downie, A. S., & Dunn, K. M. (2016). What have we learned from ten years of trajectory research in low back pain? *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1), 220, s12891-016-1071–1072. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1071-2>
- Kregel, J., Meeus, M., Malfliet, A., Dolphens, M., Danneels, L., Nijs, J., & Cagnie, B. (2015). Structural and functional brain abnormalities in chronic low back pain: A systematic review☆. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 45(2), 229–237. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2015.05.002>
- Laird, R. A., Gilbert, J., Kent, P., & Keating, J. L. (2014). Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15(1), 229. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-229>
- Lederman, E. (2010). The myth of core stability. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 14(1), 84–98. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2009.08.001>
- Lee, K., Kang, S., & Kim, I. (2017). Relationships Among Stress, Burnout, Athletic Identity, and Athlete Satisfaction in Students at Korea's Physical Education High Schools: Validating Differences Between Pathways According to Ego Resilience. *Psychological Reports*, 120(4), 585–608. <https://doi.org/10.1177/0033294117698465>
- Leeuw, M., Goossens, M. E. J. B., Linton, S. J., Crombez, G., Boersma, K., & Vlaeyen, J. W. S. (2007). The Fear-Avoidance Model of Musculoskeletal Pain: Current State of Scientific Evidence. *Journal of Behavioral Medicine*, 30(1), 77–94. <https://doi.org/10.1007/s10865-006-9085-0>
- Lemeunier, N., Leboeuf-Yde, C., & Gagey, O. (2012). The natural course of low back pain: A systematic critical literature review. *Chiropractic & Manual Therapies*, 20(1), 33. <https://doi.org/10.1186/2045-709X-20-33>
- Loeser, J. D., & Treede, R.-D. (2008). The Kyoto protocol of IASP Basic Pain Terminology. *Pain*, 137(3), 473–477. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.04.025>
- Logan, D. E., Simons, L. E., Stein, M. J., & Chastain, L. (2008). School Impairment in Adolescents With Chronic Pain. *The Journal of Pain*, 9(5), 407–416. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2007.12.003>
- Long, Z., Liu, G., Xiao, Z., & Gao, P. (2021). Improvement of Emotional Response to Negative Stimulations With Moderate-Intensity Physical Exercise. *Frontiers in Psychology*, 12, 656598. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.656598>

- Lundberg, M., Grimby-Ekman, A., Verbunt, J., & Simmonds, M. J. (2011). Pain-Related Fear: A Critical Review of the Related Measures. *Pain Research and Treatment*, 2011, 1–26. <https://doi.org/10.1155/2011/494196>
- Lunde, C. E., & Sieberg, C. B. (2020). Walking the Tightrope: A Proposed Model of Chronic Pain and Stress. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 270. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00270>
- Luque-Suarez, A., Martinez-Calderon, J., & Falla, D. (2019). Role of kinesiophobia on pain, disability and quality of life in people suffering from chronic musculoskeletal pain: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 53(9), 554–559. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098673>
- Macedo, L. G., Latimer, J., Maher, C. G., Hodges, P. W., McAuley, J. H., Nicholas, M. K., Tonkin, L., Stanton, C. J., Stanton, T. R., & Stafford, R. (2012). Effect of Motor Control Exercises Versus Graded Activity in Patients With Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*, 92(3), 363–377. <https://doi.org/10.2522/ptj.20110290>
- Macías-Toronjo, I., Rojas-Ocaña, M. J., Sánchez-Ramos, J. L., & García-Navarro, E. B. (2020). Pain catastrophizing, kinesiophobia and fear-avoidance in non-specific work-related low-back pain as predictors of sickness absence. *PLOS ONE*, 15(12), e0242994. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242994>
- Maher, C., Underwood, M., & Buchbinder, R. (2017). Non-specific low back pain. *The Lancet*, 389(10070), 736–747. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30970-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30970-9)
- Majeed, M. H., Ali, A. A., & Sudak, D. M. (2018). Mindfulness-based interventions for chronic pain: Evidence and applications. *Asian Journal of Psychiatry*, 32, 79–83. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2017.11.025>
- Malfliet, A., Kregel, J., Meeus, M., Roussel, N., Danneels, L., Cagnie, B., Dolphens, M., & Nijs, J. (2018). Blended-Learning Pain Neuroscience Education for People With Chronic Spinal Pain: Randomized Controlled Multicenter Trial. *Physical Therapy*, 98(5), 357–368. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx092>
- Marcela González-Gross y Agustín Meléndez, -. (2013). Sedentarismo, vida activa y deporte: Impacto sobre la salud y prevención de la obesidad. *NUTRICION HOSPITALARIA*, 5, 89–98. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.sup5.6923>
- Marcus, B. H., Selby, V. C., Niaura, R. S., & Rossi, J. S. (1992). Self-Efficacy and the Stages of Exercise Behavior Change. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(1), 60–66. <https://doi.org/10.1080/02701367.1992.10607557>
- Marris, D., Theophanous, K., Cabezon, P., Dunlap, Z., & Donaldson, M. (2021). The impact of combining pain education strategies with physical therapy interventions for patients with chronic pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Physiotherapy Theory and Practice*, 37(4), 461–472. <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1633714>
- Mazloum, V., Sahebozamani, M., Barati, A., Nakhaee, N., & Rabiei, P. (2018). The effects of selective Pilates versus extension-based exercises on rehabilitation of low back

- pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(4), 999–1003.
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.09.012>
- McEwen, B. S., & Gianaros, P. J. (2011). Stress- and Allostasis-Induced Brain Plasticity. *Annual Review of Medicine*, 62(1), 431–445. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-052209-100430>
- Meier, M. L., Vrana, A., & Schweinhardt, P. (2019). Low Back Pain: The Potential Contribution of Supraspinal Motor Control and Proprioception. *The Neuroscientist*, 25(6), 583–596. <https://doi.org/10.1177/1073858418809074>
- Melzack, R. (2001). Pain and the Neuromatrix in the Brain. *Journal of Dental Education*, 65(12), 1378–1382. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2001.65.12.tb03497.x>
- Melzack, R. (2005). Evolution of the Neuromatrix Theory of Pain. The Prithvi Raj Lecture: Presented at the Third World Congress of World Institute of Pain, Barcelona 2004. *Pain Practice*, 5(2), 85–94. <https://doi.org/10.1111/j.1533-2500.2005.05203.x>
- Meucci, R. D., Fassa, A. G., & Faria, N. M. X. (2015). Prevalence of chronic low back pain: Systematic review. *Revista de Saúde Pública*, 49(0). <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005874>
- Moreno Catalá, M., Schroll, A., Laube, G., & Arampatzis, A. (2018). Muscle Strength and Neuromuscular Control in Low-Back Pain: Elite Athletes Versus General Population. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 436. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00436>
- Moseley, G. L. (2003). A pain neuromatrix approach to patients with chronic pain. *Manual Therapy*, 8(3), 130–140. [https://doi.org/10.1016/S1356-689X\(03\)00051-1](https://doi.org/10.1016/S1356-689X(03)00051-1)
- Murillo, C., Vo, T.-T., Vansteelandt, S., Harrison, L. E., Cagnie, B., Coppieters, I., Chys, M., Timmers, I., & Meeus, M. (2022). How do psychologically based interventions for chronic musculoskeletal pain work? A systematic review and meta-analysis of specific moderators and mediators of treatment. *Clinical Psychology Review*, 94, 102160. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2022.102160>
- Musumeci, G. (2021). The Kinesiologist Like a Tailor: The Art of Making a Tailor-Made Physical Activity Plan. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(3), 76. <https://doi.org/10.3390/jfkm6030076>
- Ng, S. K., Urquhart, D. M., Fitzgerald, P. B., Cicuttini, F. M., Hussain, S. M., & Fitzgibbon, B. M. (2018). The Relationship Between Structural and Functional Brain Changes and Altered Emotion and Cognition in Chronic Low Back Pain Brain Changes: A Systematic Review of MRI and fMRI Studies. *The Clinical Journal of Pain*, 34(3), 237–261. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000534>
- Nicolson, P. J. A., Bennell, K. L., Dobson, F. L., Van Ginckel, A., Holden, M. A., & Hinman, R. S. (2017). Interventions to increase adherence to therapeutic exercise in older adults with low back pain and/or hip/knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(10), 791–799. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096458>
- O'Brien, D., Bassett, D. S., & McNair, P. P. (2013). The effect of action and coping plans on exercise adherence in people with lower limb osteoarthritis: A feasibility study. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, 41(2), 49–57.

- Omori, S., Iose, S., Otsuru, N., Nishihara, M., Kuwabara, S., Inui, K., & Kakigi, R. (2013). Somatotopic representation of pain in the primary somatosensory cortex (S1) in humans. *Clinical Neurophysiology*, *124*(7), 1422–1430.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.01.006>
- Ossipov, M. H., Dussor, G. O., & Porreca, F. (2010). Central modulation of pain. *Journal of Clinical Investigation*, *120*(11), 3779–3787. <https://doi.org/10.1172/JCI43766>
- Ossipov, M. H., Morimura, K., & Porreca, F. (2014). Descending pain modulation and chronification of pain. *Current Opinion in Supportive & Palliative Care*, *8*(2), 143–151.
<https://doi.org/10.1097/SPC.0000000000000055>
- O’Sullivan, P., Smith, A., Beales, D., & Straker, L. (2017). Understanding Adolescent Low Back Pain From a Multidimensional Perspective: Implications for Management. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *47*(10), 741–751.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7376>
- Owen, P. J., Miller, C. T., Mundell, N. L., Verswijveren, S. J. J. M., Tagliaferri, S. D., Brisby, H., Bowe, S. J., & Belavy, D. L. (2020). Which specific modes of exercise training are most effective for treating low back pain? Network meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *54*(21), 1279–1287. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100886>
- Oxland, T. R. (2016). Fundamental biomechanics of the spine—What we have learned in the past 25 years and future directions. *Journal of Biomechanics*, *49*(6), 817–832.
<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.10.035>
- Paris-Alemany, A. (2019). How Does Self-Efficacy Influence Pain Perception, Postural Stability and Range of Motion in Individuals with Chronic Low Back Pain? *Pain Physician*, *22*(1), E1–E13.
- Pate, J. W., Joslin, R., Hurtubise, K., & Anderson, D. B. (2022). Assessing a child or adolescent with low back pain is different to assessing an adult with low back pain. *Journal of Paediatrics and Child Health*, *58*(4), 566–571.
<https://doi.org/10.1111/jpc.15933>
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine—Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *25*, 1–72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>
- Pekmezi, D., Jennings, E., & Marcus, B. H. (2009). EVALUATING AND ENHANCING SELF-EFFICACY FOR PHYSICAL ACTIVITY. *ACSM’S Health & Fitness Journal*, *13*(2), 16–21. <https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e3181996571>
- Perkins, D. F., Jacobs, J. E., Barber, B. L., & Eccles, J. S. (2004). Childhood and Adolescent Sports Participation as Predictors of Participation in Sports and Physical Fitness Activities During Young Adulthood. *Youth & Society*, *35*(4), 495–520.
<https://doi.org/10.1177/0044118X03261619>
- Petlichkoff, L. M. (1992). Youth Sport Participation and Withdrawal: Is It Simply a Matter of FUN? *Pediatric Exercise Science*, *4*(2), 105–110.
<https://doi.org/10.1123/pes.4.2.105>

- Pincus, T., Kent, P., Bronfort, G., Loisel, P., Pransky, G., & Hartvigsen, J. (2013). Twenty-Five Years With the Biopsychosocial Model of Low Back Pain—Is It Time to Celebrate? A Report From the Twelfth International Forum for Primary Care Research on Low Back Pain: *Spine*, 38(24), 2118–2123.
<https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182a8c5d6>
- Pincus, T., & McCracken, L. M. (2013). Psychological factors and treatment opportunities in low back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 27(5), 625–635. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2013.09.010>
- Quartana, P. J., Campbell, C. M., & Edwards, R. R. (2009). Pain catastrophizing: A critical review. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 9(5), 745–758.
<https://doi.org/10.1586/ern.09.34>
- Rabey, M., Beales, D., Slater, H., & O’Sullivan, P. (2015). Multidimensional pain profiles in four cases of chronic non-specific axial low back pain: An examination of the limitations of contemporary classification systems. *Manual Therapy*, 20(1), 138–147.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2014.07.015>
- Radovanovic, D., Peikert, K., Lindström, M., & Domellöf, F. P. (2015). Sympathetic innervation of human muscle spindles. *Journal of Anatomy*, 226(6), 542–548.
<https://doi.org/10.1111/joa.12309>
- Rainville, J., Smeets, R. J. E. M., Bendix, T., Tveito, T. H., Poiraudéau, S., & Indahl, A. J. (2011). Fear-avoidance beliefs and pain avoidance in low back pain—Translating research into clinical practice. *The Spine Journal*, 11(9), 895–903.
<https://doi.org/10.1016/j.spinee.2011.08.006>
- Richardson, P. A., Harrison, L. E., Heathcote, L. C., Rush, G., Shear, D., Lalloo, C., Hood, K., Wicksell, R. K., Stinson, J., & Simons, L. E. (2020). mHealth for pediatric chronic pain: State of the art and future directions. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 20(11), 1177–1187. <https://doi.org/10.1080/14737175.2020.1819792>
- Russo, M., Deckers, K., Eldabe, S., Kiesel, K., Gilligan, C., Veceli, J., & Crosby, P. (2018). Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 21(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/ner.12738>
- Saito, H., Watanabe, Y., Kutsuna, T., Futohashi, T., Kusumoto, Y., Chiba, H., Kubo, M., & Takasaki, H. (2021). Spinal movement variability associated with low back pain: A scoping review. *PLOS ONE*, 16(5), e0252141.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252141>
- Salveti, M. D. G., Pimenta, C. A. D. M., Braga, P. E., & Corrêa, C. F. (2012). Incapacidade relacionada à dor lombar crônica: Prevalência e fatores associados. *Revista Da Escola de Enfermagem Da USP*, 46(spe), 16–23. <https://doi.org/10.1590/S0080-62342012000700003>
- San Román-Mata, S., Puertas-Molero, P., Ubago-Jiménez, J. L., & González-Valero, G. (2020). Benefits of Physical Activity and Its Associations with Resilience, Emotional Intelligence, and Psychological Distress in University Students from Southern Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4474.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17124474>

- Schabrun, S. M., Elgueta-Cancino, E. L., & Hodges, P. W. (2017). Smudging of the Motor Cortex Is Related to the Severity of Low Back Pain. *Spine*, *42*(15), 1172–1178. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000938>
- Seid, A., & Demirdel, E. (2023). Correlation between Pain, Functional Status, Kinesiophobia and Quality of Life in Patients with Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Ann Chron Dise*, *4*(1), 1007.
- Simons, L. E., Harrison, L. E., O'Brien, S. F., Heirich, M. S., Loecher, N., Boothroyd, D. B., Vlaeyen, J. W. S., Wicksell, R. K., Schofield, D., Hood, K. K., Orendurff, M., Chan, S., & Lyons, S. (2019). Graded exposure treatment for adolescents with chronic pain (GET Living): Protocol for a randomized controlled trial enhanced with single case experimental design. *Contemporary Clinical Trials Communications*, *16*, 100448. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2019.100448>
- Sions, J. M., Elliott, J. M., Pohlig, R. T., & Hicks, G. E. (2017). Trunk Muscle Characteristics of the Multifidi, Erector Spinae, Psoas, and Quadratus Lumborum in Older Adults With and Without Chronic Low Back Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *47*(3), 173–179. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7002>
- Smith, J. A., & Osborn, M. (2007). Pain as an assault on the self: An interpretative phenomenological analysis of the psychological impact of chronic benign low back pain. *Psychology & Health*, *22*(5), 517–534. <https://doi.org/10.1080/14768320600941756>
- Smith, P. J., & Merwin, R. M. (2021). The Role of Exercise in Management of Mental Health Disorders: An Integrative Review. *Annual Review of Medicine*, *72*(1), 45–62. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-060619-022943>
- Sneddon, L. U. (2018). Comparative Physiology of Nociception and Pain. *Physiology*, *33*(1), 63–73. <https://doi.org/10.1152/physiol.00022.2017>
- Spitzer, W. O. (1987). State of science 1986: Quality of life and functional status as target variables for research. *Journal of Chronic Diseases*, *40*(6), 465–471. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(87\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90002-6)
- Stenner, B. J., Buckley, J. D., & Mosewich, A. D. (2020). Reasons why older adults play sport: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, *9*(6), 530–541. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.11.003>
- Talmage, H., Wilmarth, H., & Guffey, J. S. (2020). Pain Neuroscience Education for Physical Therapy Students. *Journal of Allied Health*, *49*(1), e63–e68.
- Thapa, T., Graven-Nielsen, T., Chipchase, L. S., & Schabrun, S. M. (2018). Disruption of cortical synaptic homeostasis in individuals with chronic low back pain. *Clinical Neurophysiology*, *129*(5), 1090–1096. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2018.01.060>
- Tikac, G., Unal, A., & Altug, F. (2022). Regular exercise improves the levels of self-efficacy, self-esteem and body awareness of young adults. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *62*(1). <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12143-7>
- Tsao, H., Tucker, K. J., & Hodges, P. W. (2011). Changes in excitability of corticomotor inputs to the trunk muscles during experimentally-induced acute low back pain. *Neuroscience*, *181*, 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.02.033>

- Ustun, T. B., Kostanjsek, N., Chatterji, S., Rehm, J., & World Health Organization. (2010). *Measuring health and disability: Manual for WHO Disability Assessment Schedule (WHODAS 2.0)* / edited by T.B. Üstün, N. Kostanjsek, S. Chatterji, J.Rehm. 88.
- van Dieën, J. H., Flor, H., & Hodges, P. W. (2017). Low-Back Pain Patients Learn to Adapt Motor Behavior With Adverse Secondary Consequences. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 45(4), 223–229. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000121>
- van Dieën, J. H., Reeves, N. P., Kawchuk, G., van Dillen, L. R., & Hodges, P. W. (2019). Motor Control Changes in Low Back Pain: Divergence in Presentations and Mechanisms. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(6), 370–379. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.7917>
- Varallo, G., Scarpina, F., Giusti, E. M., Cattivelli, R., Guerrini Usubini, A., Capodaglio, P., & Castelnovo, G. (2021). Does Kinesiophobia Mediate the Relationship between Pain Intensity and Disability in Individuals with Chronic Low-Back Pain and Obesity? *Brain Sciences*, 11(6), 684. <https://doi.org/10.3390/brainsci11060684>
- Verbunt, J. A., Seelen, H. A., Vlaeyen, J. W., Heijden, G. J., Heuts, P. H., Pons, K., & Knottnerus, J. A. (2003). Disuse and deconditioning in chronic low back pain: Concepts and hypotheses on contributing mechanisms. *European Journal of Pain*, 7(1), 9–21. [https://doi.org/10.1016/S1090-3801\(02\)00071-X](https://doi.org/10.1016/S1090-3801(02)00071-X)
- Vlaeyen, J. W. S., Crombez, G., & Linton, S. J. (2016). The fear-avoidance model of pain. *Pain*, 157(8), 1588–1589. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000574>
- Vlaeyen, J. W. S., Kole-Snijders, A. M. J., Boeren, R. G. B., & van Eek, H. (1995). Fear of movement/(re)injury in chronic low back pain and its relation to behavioral performance. *Pain*, 62(3), 363–372. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(94\)00279-N](https://doi.org/10.1016/0304-3959(94)00279-N)
- Vlaeyen, J. W. S., & Linton, S. J. (2012). Fear-avoidance model of chronic musculoskeletal pain: 12 years on. *Pain*, 153(6), 1144–1147. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.12.009>
- Vos, T., Allen, C., Arora, M., Barber, R. M., Bhutta, Z. A., Brown, A., Carter, A., Casey, D. C., Charlson, F. J., Chen, A. Z., Coggeshall, M., Cornaby, L., Dandona, L., Dicker, D. J., Dilegge, T., Erskine, H. E., Ferrari, A. J., Fitzmaurice, C., Fleming, T., ... Murray, C. J. L. (2016). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*, 388(10053), 1545–1602. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31678-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31678-6)
- Vos, T., Lim, S. S., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi, M., Abbasifard, M., Abbasi-Kangevari, M., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Abdollahi, M., Abdollahpour, I., Abolhassani, H., Aboyans, V., Abrams, E. M., Abreu, L. G., Abrigo, M. R. M., Abu-Raddad, L. J., Abushouk, A. I., ... Murray, C. J. L. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1204–1222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)
- Waddell, G. (1996). Low Back Pain: A Twentieth Century Health Care Enigma: *Spine*, 21(24), 2820–2825. <https://doi.org/10.1097/00007632-199612150-00002>

Wall, J. (2023). *Exploring low back pain in adolescent athletes*. Trinity College Dublin. School of Medicine.

Weiskrantz, L. (1999). *Consciousness Lost and Found: A Neuropsychological Exploration*. Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198524588.001.0001>

WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. (2020). World Health Organization.

Wideman, T. H., Asmundson, G. G. J., Smeets, R. J. E. M., Zautra, A. J., Simmonds, M. J., Sullivan, M. J. L., Haythornthwaite, J. A., & Edwards, R. R. (2013). Rethinking the fear avoidance model: Toward a multidimensional framework of pain-related disability. *Pain*, 154(11), 2262–2265. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.06.005>

Wieland, L. S., Skoetz, N., Pilkington, K., Vempati, R., D'Adamo, C. R., & Berman, B. M. (2017). Yoga treatment for chronic non-specific low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010671.pub2>

Wiggins, A. (2022). The Relationship between Pain Resilience and Back Pain Severity for Participants with Chronic Low Back Pain. *The Journal of Pain*, 23(5), 1. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2022.03.002>

Wilke, J., Schleip, R., Klingler, W., & Stecco, C. (2017). The Lumbodorsal Fascia as a Potential Source of Low Back Pain: A Narrative Review. *BioMed Research International*, 2017, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2017/5349620>

Wilson, F., Ardern, C. L., Hartvigsen, J., Dane, K., Trompeter, K., Trease, L., Vinther, A., Gissane, C., McDonnell, S.-J., Caneiro, J., Newlands, C., Wilkie, K., Mockler, D., & Thornton, J. S. (2021). Prevalence and risk factors for back pain in sports: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 55(11), 601–607. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102537>

Woolf, C. J. (2010). What is this thing called pain? *Journal of Clinical Investigation*, 120(11), 3742–3744. <https://doi.org/10.1172/JCI45178>

World Health Organization. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. 56.

World Health Organization (A c. Di). (2015). *World report on ageing and health*. World Health Organization.

Yamato, T. P., Maher, C. G., Saragiotto, B. T., Hancock, M. J., Ostelo, R. W., Cabral, C. M., Menezes Costa, L. C., & Costa, L. O. (2015). Pilates for low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(7). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010265.pub2>