

Una teoria sul dolore lombare cronico: le lesioni dei legamenti al di sotto del punto di cedimento comportano una disfunzione nel controllo

Articolo originale: Panjabi M.M., A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction, Eur Spine J (2006) 15: 668–676.

-> In sintesi

In questo studio viene presentata una nuova teoria basata sul concetto che le lesioni delle strutture legamentose (legamenti spinali, anelli discali e capsule delle faccette) al di sotto della soglia di lesione possano provocare dolore lombare cronico dovuto a disfunzione del controllo muscolare.

La teoria segue i seguenti passaggi: un singolo trauma, oppure un insieme di micro-traumi, causa lesioni al di sotto del punto di rottura nei legamenti e nei meccanorecettori ivi incapsulati: i meccanorecettori lesionati trasmettono segnali trasduttori alterati, e di conseguenza l'unità di controllo neuromuscolare trasmette un modello di risposta muscolare anch'esso alterato.

La coordinazione dei muscoli e le caratteristiche della forza di ogni muscolo (per esempio l'inizio, l'ampiezza e l'interruzione del movimento), vengono modificate. Ciò dà luogo a tensioni e sforzi anomali nei legamenti, nei meccanorecettori e nei muscoli, e ad un carico eccessivo sulle faccette articolari. Poiché nello stesso tempo si ha un'incompleta guarigione dei legamenti spinali, può presentarsi un'accelerata degenerazione del disco e delle faccette articolari.

Le condizioni anomale possono persistere e, con il passare del tempo, possono provocare dolore lombare cronico attraverso l'infiammazione dei tessuti nervosi. La teoria trova una spiegazione a molte delle osservazioni cliniche e agli studi condotti su pazienti affetti da dolore lombare. Essa può aiutare a capire meglio i pazienti con dolore cronico lombare e cervicale, e a migliorare la gestione clinica di questa condizione.

-> Introduzione

Il dolore lombare è un problema importante con rilevanti costi sociali. Il termine "dolore lombare" nel senso qui usato non include il dolore provocato da infezioni note, tumori, malattie sistemiche, fratture o fratture-lussazioni. Il dolore lombare è complesso; la causa esatta della maggior parte dei dolori rachidei (cervicali e lombari) resta senza spiegazione.

La natura multi-fattoriale del dolore lombare è ben riconosciuta per quanto riguarda le sue cause, la diagnosi, la cronicità, la disabilità e il trattamento. Si è ipotizzato che meccanismi anomali della colonna potessero provocare dolore lombare attraverso i sensori nocicettivi. La via che va dall'anomalo funzionamento alla sensazione nocicettiva può passare attraverso l'infiammazione, i cambiamenti biochimici e nutrizionali, fattori immunologici, mutazioni nella struttura e nella sostanza dei dischi e delle strutture nervose, come nel caso della crescita nervosa interna al disco intervertebrale lesionato. Il funzionamento anomalo della colonna può essere dovuto a cambiamenti degenerativi della stessa e/o a lesione dei legamenti.

Più probabilmente, l'evento iniziale è un certo tipo di trauma che interessa la colonna; può essere un singolo trauma dovuto a un incidente o un micro-trauma causato da un movimento ripetuto per un lungo periodo di tempo. E' anche possibile che i muscoli vertebrali si attivino in maniera scoordinata in risposta alla paura improvvisa di farsi male, un po' come succede quando si valuta male l'altezza di un gradino. Tutti questi eventi possono causare una lesione alla colonna vertebrale. Anche fattori psico-sociali sfavorevoli possono giocare un ruolo importante nel trasformare in disabilità il dolore lombare.

La letteratura sul dolore lombare cronico è molto vasta. Tuttavia, ci sono delle osservazioni comuni importanti da fare: i pazienti affetti da dolore lombare hanno un ritardo nell'eseguire un compito quando è stato loro richiesto o quando la colonna è stata caricata all'improvviso di un peso; inoltre si è evidenziato anche un ritardo nella disattivazione del muscolo dopo che lo stimolo esterno è cessato. Oltre a ciò, questi pazienti mostrano un minore controllo della postura vertebrale e meno equilibrio, specialmente nell'esecuzione di compiti complessi, se confrontati con soggetti senza dolore lombare. I risultati tra i pazienti affetti da dolore cervicale sono simili, sebbene la quantità degli studi condotti sia minore. I pazienti con sindromi associate al colpo di frusta hanno una ridotta mobilità del collo e un controllo muscolare meno efficiente.

Si è tentato di formulare qualche teoria per illustrare le osservazioni cliniche e i risultati di ricerca ottenuti studiando pazienti affetti da dolore lombare. Poiché i sensori nocicettivi sono presenti nella maggior parte dei componenti della colonna vertebrale, queste teorie sono state focalizzate sulle disfunzioni della colonna vertebrale e dei suoi componenti, come la degenerazione spinale, la lesione e l'instabilità clinica, la lesione delle faccette articolari e il contatto dell'estremità della faccetta inferiore sulla lamina oltre ai noduli di Schmorl. Altre teorie si sono basate sui muscoli vertebrali. Le tesi sull'adattamento al dolore e sul ciclo dolore-spasmo-dolore sono state studiate in un recente articolo di revisione. Il ruolo giocato dalla lesione ai meccanorecettori incapsulati nei legamenti della colonna vertebrale non è stato esaminato in nessuno studio.

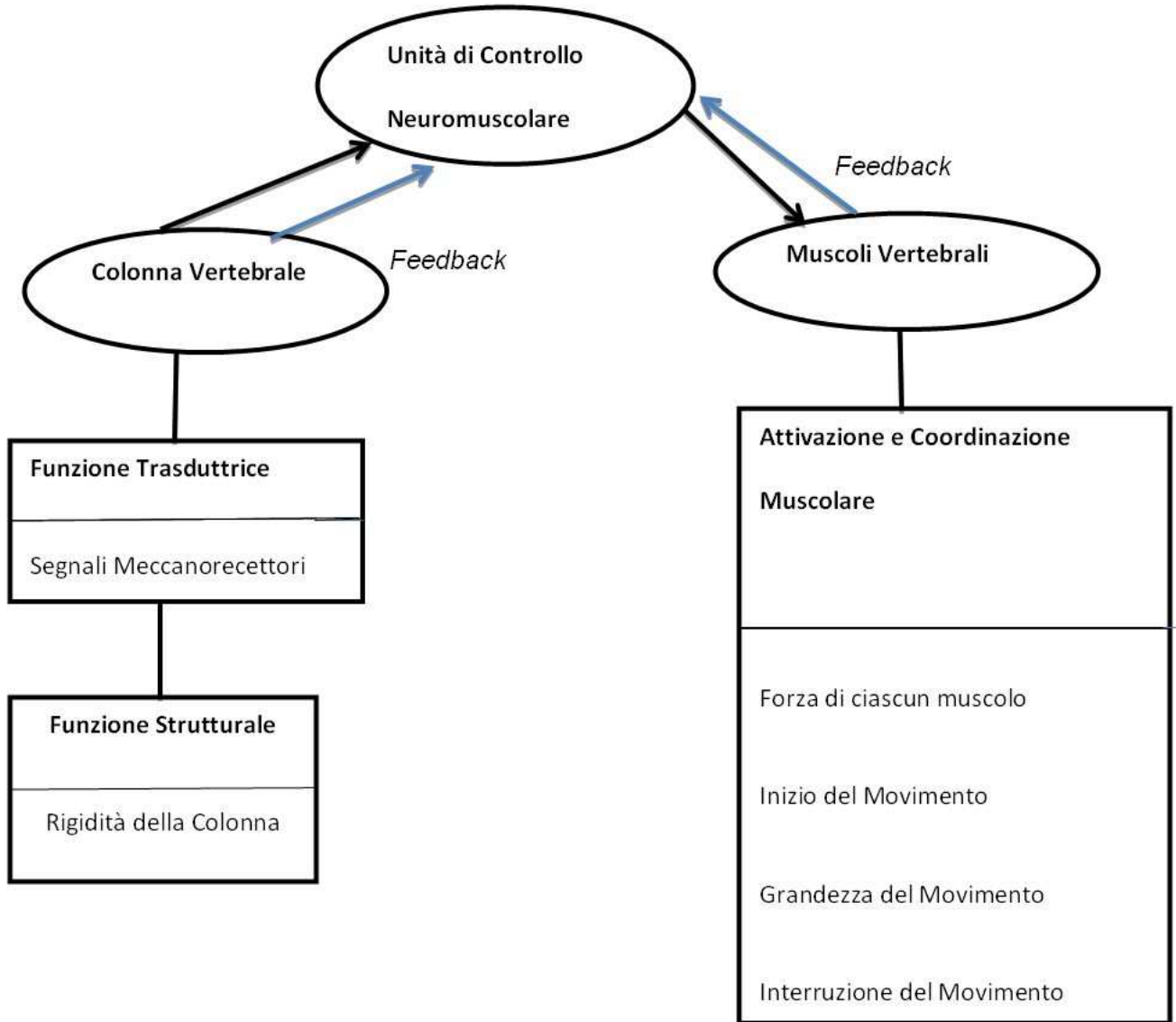
La colonna vertebrale, che è formata da legamenti (legamenti spinali, anelli discali e capsule delle faccette) e vertebre, è uno dei tre sottosistemi all'interno del sistema di stabilizzazione vertebrale. Gli altri due sono i muscoli vertebrali e l'unità di controllo neuromuscolare (Fig.1). La colonna vertebrale ha due funzioni: strutturale e trasduttrice. La funzione strutturale garantisce solidità alla colonna. La funzione trasduttrice fornisce le informazioni necessarie all'unità di controllo neuromuscolare al fine di caratterizzare con precisione la postura della colonna, la sua mobilità, i carichi spinali, ecc. Ciò avviene attraverso gli innumerevoli meccanorecettori presenti nei legamenti vertebrali, nelle capsule delle faccette e negli anelli discali.

Questi trasduttori meccanici forniscono all'unità di controllo neuromuscolare delle informazioni che contribuiscono a creare stabilità nei muscoli vertebrali attraverso il sistema muscolare vertebrale e l'unità di controllo neuromuscolare. Si è ipotizzato che il criterio usato dall'unità neuromuscolare sia la necessità di avere una stabilità generale adeguata da parte della colonna. Se la funzione strutturale viene compromessa, a causa di una lesione o di una degenerazione, allora la stabilità muscolare aumenta per compensare questo difetto. Che succede se la funzione di trasduttore dei legamenti della colonna vertebrale viene compromessa? Questo non è stato studiato.

Esiste una prova ottenuta da studi sugli animali che la stimolazione dei legamenti della colonna (disco, faccette e legamenti) dà luogo all'infiammazione dei muscoli vertebrali. Le relazioni tra meccanorecettori e muscoli che danno luogo all'infiammazione sono regolate da vari fattori, quali affaticamento dei legamenti, postura flessa prolungata e microtraumi ripetuti. Le osservazioni scaturite da studi sugli animali già menzionate, insieme con una possibile disfunzione nella trasduzione in pazienti affetti da dolore lombare, costituiscono la base per una nuova teoria su questo tipo di dolore. Il nostro scopo è quello di descrivere la teoria, di usarla per spiegare i vari importanti studi di ricerca e inoltre di suggerire delle possibili opzioni di trattamento.

Fig. 1 Sistema di stabilizzazione spinale

Esso è costituito da tre sistemi: colonna vertebrale, muscoli vertebrali e unità di controllo neuromuscolare. La colonna vertebrale ha due funzioni: strutturale – per fornire stabilità meccanica interna – e trasduttrice – per emettere segnali che indicano la postura vertebrale, i movimenti, i carichi, ecc., attraverso i meccanorecettori. L’unità di controllo neuromuscolare elabora un modello di risposta muscolare per attivare e coordinare i muscoli vertebrali, con lo scopo di fornire stabilità meccanica muscolare. Esiste un feedback che va dai muscoli vertebrali e dai meccanorecettori all’unità di controllo (Adattato da Panjabi, 1992).



-> La teoria

La teoria consiste nei seguenti passaggi in sequenza:

1. Un singolo trauma o microtraumi ripetuti provocano una lesione sotto il punto di rottura muscolare ai legamenti spinali e un'altra lesione ai meccanorecettori incapsulati nei legamenti.
2. Quando la colonna lesionata esegue un compito o è stimolata da un carico esterno, i segnali trasduttori emessi dai meccanorecettori sono falsati.
3. L'unità di controllo neuromuscolare trova difficoltà nell'interpretare i segnali falsati poiché si verifica una mancanza di corrispondenza tra i segnali che normalmente si aspettano e quelli falsati ricevuti.
4. Il modello di risposta muscolare emesso dall'unità di controllo neuromuscolare è falsato, con conseguenze sulla coordinazione spaziale e temporale e sull'attivazione di ogni muscolo vertebrale.
5. Il modello di risposta muscolare porta a un feedback falsato verso l'unità di controllo attraverso i tendini dei muscoli e i meccanorecettori lesionati, falsando ulteriormente il modello della risposta muscolare.
6. Il modello di risposta muscolare falsato genera un alto grado di tensioni e stiramenti nei componenti vertebrali e ciò porta a un'ulteriore lesione sotto il punto di rottura che interessa i legamenti vertebrali, i meccanorecettori e i muscoli, e a un sovraccarico delle faccette articolari.
7. Le tensioni e gli stiramenti anomali producono l'infiammazione dei tessuti vertebrali, che presentano una grande quantità di sensori nocicettivi e di strutture nervose.
8. Di conseguenza, con il passare del tempo, si può manifestare il dolore lombare cronico. La lesione sotto il punto di rottura del legamento vertebrale viene definita una lesione causata dall'allungamento del tessuto oltre il suo limite fisiologico, ma al di sotto del suo punto di cedimento.

In circostanze normali, per eseguire un compito o per rispondere a uno stimolo esterno, i meccanorecettori emettono un insieme di segnali trasduttori complesso e ben assortito che serve a descrivere la posizione vertebrale, la mobilità e il carico spinale, e così via, ad ogni livello vertebrale. I segnali vengono trasmessi all'unità di controllo neuromuscolare per essere interpretati e tradotti in azione. L'unità di controllo neuromuscolare esamina i segnali e produce un modello normale di risposta muscolare, basato su vari fattori, come la necessità che la colonna sia stabile, il controllo posturale, l'equilibrio, il minimo livello di tensione/deformazione in vari componenti vertebrali, e così via. Questo lavoro viene compiuto attraverso il feedback dai fusi muscolari e gli organi tendinei del Golgi, come anche dai meccanorecettori dei legamenti. Il modello di risposta muscolare include tutte le informazioni necessarie a orchestrare dinamicamente i muscoli: scelta dei singoli muscoli adatti, e attivazione di ogni muscolo in una certa sequenza riguardante la messa in movimento, il livello di attivazione e la fine del movimento. L'intera procedura dinamica è relativamente veloce, non produce lesioni e non causa conseguenze dannose.

La colonna vertebrale lesionata si comporta diversamente. Le lesioni sotto il punto di cedimento dei legamenti alterano e/o danneggiano i meccanorecettori incapsulati. Quando la colonna esegue un compito di routine o risponde a uno stimolo esterno, i meccanorecettori alterati/danneggiati emettono segnali trasduttori alterati, segnali che avrebbero lo scopo di descrivere la posizione vertebrale, la sua mobilità, i carichi spinali, ecc., ad ogni livello delle vertebre. Si verifica, in questo caso, una perdita di completezza spaziale e temporale nei segnali trasduttori ricevuti dagli svariati tipi di meccanorecettori che sono distribuiti abbondantemente lungo la colonna vertebrale. L'unità di controllo neuromuscolare, non interessata dalla lesione in sé, avverte una mancata corrispondenza tra i segnali trasduttori che normalmente si aspetta di ricevere e quelli effettivamente ricevuti, e, di conseguenza, trova difficoltà nella scelta del modello di risposta

muscolare appropriato. Tuttavia, essa deve attivarsi. Quindi, l'unità di controllo neuromuscolare emette un modello di risposta muscolare alterato, che corrisponde al modello più adeguato ai segnali trasduttori alterati che essa sia in grado di elaborare. Il modello di risposta muscolare alterato influenza la scelta dei muscoli vertebrali da attivare, oltre all'attivazione di ciascun muscolo: l'inizio della forza, la sua intensità e la sua interruzione. L'orchestrazione dei vari muscoli vertebrali responsabili della stabilità, della postura e della mobilità spinali viene alterata. Inoltre, anche il feedback verso l'unità di controllo neuromuscolare e i meccanorecettori viene influenzato negativamente, alterando ulteriormente il modello di risposta muscolare. Questo ha diversi effetti dannosi. Maggiori tensioni, stiramenti e lesioni possono svilupparsi nei legamenti spinali e nei meccanorecettori, le faccette articolari possono essere sovraccaricate, e i muscoli vertebrali possono affaticarsi o subire lesioni. Con il passare del tempo, queste tensioni e stiramenti che provocano lesioni possono instaurare un'inflammatione nei tessuti nervosi e accelerare la degenerazione delle faccette articolari. Così, inizia un circolo vizioso che conduce alla disfunzione cronica dell'intero sistema vertebrale che dà luogo al dolore lombare.

->Discussione

Il concetto alla base della teoria sull'instabilità vertebrale era la necessità di avere un'adeguata stabilità spinale fornita da vertebre e legamenti della colonna vertebrale e incrementata dai muscoli spinali sotto il controllo neuromuscolare. Nella presente teoria, l'attenzione è posta invece sull'alterazione dei meccanorecettori a causa della lesione ai legamenti che provoca la trasmissione di segnali trasduttori alterati e modelli di risposta muscolare inadeguati; inoltre, tutto ciò porta a una disfunzione sistemica generale. Quello che segue è un tentativo, elaborato usando la nuova teoria, di spiegare alcuni degli studi riguardanti i pazienti affetti da dolore lombare e cervicale, e di suggerire delle opzioni di trattamento.

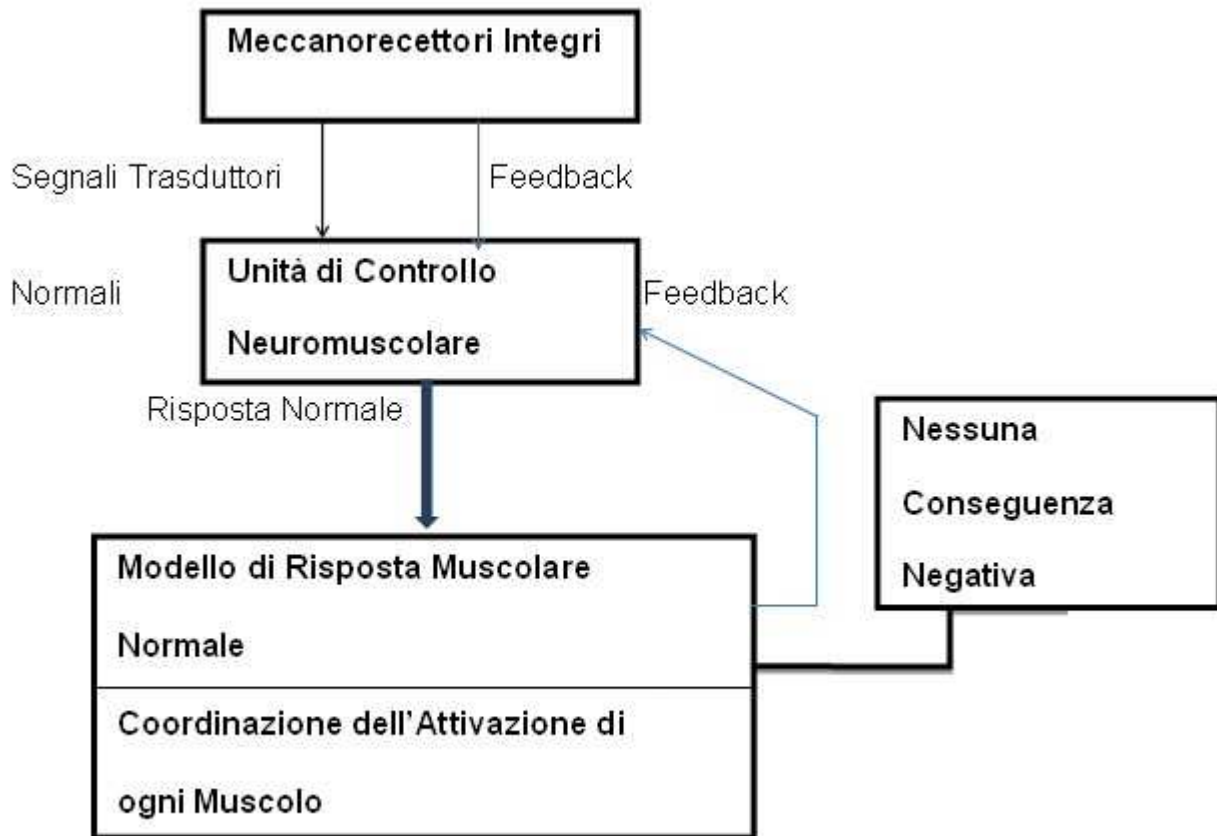
Un ritardo nella risposta muscolare viene comunemente osservato nei pazienti con dolore lombare. Quando questi pazienti sono stati stimolati da un improvviso carico esterno, si è notato un ritardo nell'inizio del movimento muscolare, e quando il carico è stato rimosso si è notato un ritardo nella sua interruzione. Allo stesso modo, è stata ritardata la risposta anticipatoria del trasverso addominale e queste osservazioni si possono spiegare con la nostra teoria. Un individuo con un sistema spinale integro, quando viene stimolato da un cambiamento improvviso del carico o della postura vertebrali, produrrà un modello di risposta muscolare rapido e normale, adeguato allo stimolo (Fig. 2).

Invece, quando l'unità di controllo neuromuscolare riceve dei segnali trasduttori alterati, potrà essere necessario un tempo più lungo per la scelta di un modello di risposta muscolare che si adatti più strettamente ai segnali trasduttori falsati, tenendo conto di una gran quantità di fattori come la stabilità vertebrale, l'equilibrio posturale, il sovraccarico dei tessuti, e così via. Ulteriori fattori, come l'affaticamento dei muscoli, la complessità del compito, la distrazione mentale, e così via, possono diminuire ancora l'efficienza dell'unità di controllo neuromuscolare causando un ritardo nella risposta muscolare.

L'equilibrio e il controllo posturale insufficienti nei pazienti affetti da dolore lombare comportano un processo a tre livelli: emissione di segnali trasduttori dai meccanorecettori; selezione di un modello di risposta muscolare adeguato da parte dell'unità di controllo neuromuscolare basato sui segnali dei meccanorecettori; in ultimo, feedback dai meccanorecettori, dai fusi muscolari e dagli organi tendinei di Golgi. Dunque, le lesioni sotto il punto di cedimento dei legamenti alterano i tre livelli influenzando i meccanorecettori e così si evidenzia uno scarso equilibrio e un insufficiente controllo posturale.

Fig. 2 Circostanze normali.

I meccanorecettori integri trasmettono segnali trasduttori all'unità di controllo neuromuscolare, che li valuta ed elabora un modello di risposta muscolare allo scopo di coordinare l'attivazione di ciascun muscolo vertebrale. Esiste un feedback che parte dai fusi muscolari, dagli organi tendinei di Golgi presenti nei muscoli e dai meccanorecettori dei legamenti, e che arriva fino all'unità di controllo neuromuscolare. In circostanze normali non ci sono conseguenze negative.



Si è constatato in maniera considerevole un errore di riposizionamento sia in pazienti affetti da dolore lombare che da colpo di frusta. L'errore si verifica quando, partendo da una posizione iniziale, viene chiesto al paziente prima di piegare o ruotare la colonna fino a una certa posizione, poi di tornare a quella iniziale. Se ci basiamo sulla nostra teoria, ci si deve aspettare che il modello di risposta muscolare elaborato per riportare il tronco o la testa alla posizione iniziale si serva dei segnali trasduttori dei meccanorecettori, nel processo a tre livelli già descritto. Con la lesione del legamento nei pazienti affetti da dolore lombare, le informazioni falsate dei meccanorecettori e il modello di risposta muscolare alterato causeranno entrambi l'errore di riposizionamento. Tra i pazienti affetti dal colpo di frusta, in molti studi si è notata una diminuzione della mobilità del collo. Ci si riferisce a studi sul movimento attivo in cui il soggetto è stato spinto a eseguire un'azione. Tuttavia, quando il soggetto era rilassato e il movimento è stato eseguito passivamente dall'esaminatore, si è scoperto che la mobilità tra i pazienti con colpo di frusta era aumentata rispetto al gruppo di controllo. Come si possono spiegare questi risultati contrastanti? Negli studi sul movimento attivo, il modello di risposta muscolare alterato (elaborato a causa dei segnali dei meccanorecettori alterati) determina maggiori contrazioni muscolari sulla colonna cervicale. Tali contrazioni irrigidiscono la colonna e riducono la mobilità. Negli studi sul movimento passivo in stato di rilassamento, si è stati attenti a diminuire l'influenza della difesa muscolare, del dolore e della mancanza di motivazione rilassando i muscoli del collo e delle spalle mediante l'applicazione di vapori refrigeranti e quindi lasciando che l'esaminatore muovesse la testa del paziente fino alla massima flessione. Così, quando le forze muscolari anomale sono state minimizzate nell'esame

passivo, la lesione interna della colonna vertebrale si è rivelata come la causa dell'aumento della mobilità.

Lo spasmo muscolare viene comunemente riscontrato sia nei pazienti affetti da dolore lombare che in quelli affetti da colpo di frusta. La coordinazione muscolare può essere considerata come l'attivazione armonicamente organizzata dei vari muscoli vertebrali allo scopo di stabilizzare la colonna e di eseguire un determinato compito. L'organizzazione armonica consiste nell'attivazione dei singoli muscoli in relazione all'inizio del movimento, alla grandezza della forza generata e all'interruzione del movimento stesso. Con la lesione dei legamenti, i meccanorecettori trasmettono segnali trasduttori alterati e perciò si verifica una mancata corrispondenza tra i segnali trasduttori previsti e quelli, alterati, effettivamente ricevuti. L'unità di controllo neuromuscolare avverte la mancata corrispondenza e può attivare contemporaneamente sia i muscoli agonisti che quelli antagonisti che sono sotto la sua direzione; questo per stabilizzare temporaneamente la colonna vertebrale e minimizzare i movimenti intervertebrali, i segnali trasduttori alterati e il dolore. Se la situazione non migliora con il tempo, allora l'azione muscolare diventa cronica. Tale attivazione contemporanea di muscoli agonisti e antagonisti è stata riscontrata proprio nei pazienti affetti da dolore lombare.

Le lesioni sotto il punto di cedimento dei legamenti sono lesioni incomplete, che possono variare dalla lacerazione di poche fibre alla quasi completa rottura di un legamento. Cosa importante, un'articolazione complessa, come l'unità vertebrale funzionale, comprende molte strutture legamentose. Questo insieme di strutture legamentose può subire una vasta gamma di lesioni, con un diverso grado di gravità per ciascuna struttura, a seconda della grandezza e della caratteristica del trauma. Anche la densità dei meccanorecettori incapsulati nelle varie strutture legamentose può variare. Il risultato di tutte queste numerose variazioni può causare un largo spettro di modelli di risposta alterati in seguito a eventi portatori di lesioni apparentemente simili. Inoltre, ogni paziente affetto da dolore lombare è unico, per esempio per quanto riguarda l'anatomia, le proprietà meccaniche dei legamenti e la risposta muscolare al trauma, aggiungendo così ulteriore variabilità al modello di risposta muscolare.

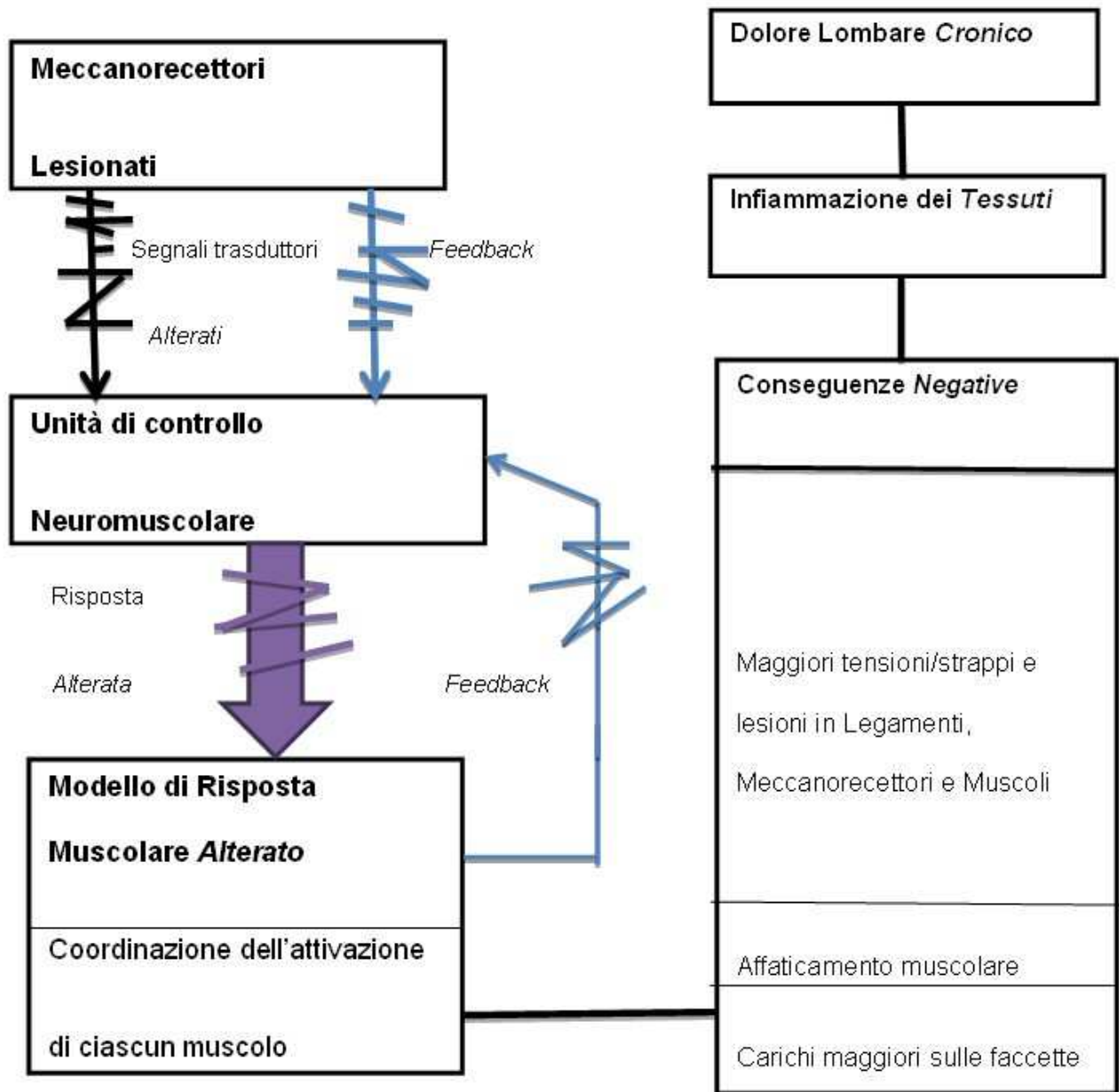
Esistono dei limiti a questa teoria. Il dolore lombare è un complesso problema multifattoriale, e una singola teoria non può spiegare tutti quanti i risultati clinici e di ricerca, e possono anche esserci delle spiegazioni alternative, come la mancanza di stabilità e/o il dolore. È noto che il dolore rappresenta un'esperienza soggettiva. Oltre ad influenzare il sistema muscolare attraverso i segnali alterati dei meccanorecettori, la lesione dei legamenti può anche provocare atrofia e debolezza a causa della mancanza d'uso del muscolo, danneggiando così la funzione del sistema vertebrale.

Dato che i muscoli partecipano al ciclo del feedback via meccanorecettori sotto forma di fusi muscolari e di organi tendinei del Golgi (Fig. 3), la loro alterazione potrebbe ulteriormente danneggiare il modello di risposta muscolare. Comunque, un muscolo lesionato può guarire relativamente in fretta grazie all'abbondante flusso sanguigno e, perciò, non può essere la causa principale del dolore lombare cronico. Al contrario, le lesioni dei legamenti guariscono male e, perciò, con il passare del tempo, possono causare la degenerazione dei tessuti. Così, le lesioni dei legamenti possono più probabilmente essere la causa principale del dolore lombare cronico. I segnali trasduttori alterati possono non solo essere il risultato della lesione dei legamenti, ma anche del loro affaticamento e dello stiramento dello scorrimento viscoelastico, però, con un adeguato riposo, tale effetto è spesso reversibile e, dunque, non sempre è causa di dolore lombare cronico.

E' noto che ci possono essere altri studi la cui spiegazione potrebbe, o non potrebbe, adattarsi alla nuova teoria. In generale, è estremamente difficile, se non impossibile, convalidare pienamente teorie e modelli. Essi possono solo tentare di spiegare i risultati disponibili e possono essere usati per prevedere delle conseguenze in situazioni specifiche.

Figura 3. Lesioni sotto il punto di cedimento dei legamenti.

I meccanorecettori lesionati trasmettono segnali trasduttori alterati all'unità di controllo neuromuscolare, che riscontra una mancanza di corrispondenza spaziale e temporale tra i segnali trasduttori previsti e quelli effettivamente arrivati e, di conseguenza, si ha una disfunzione nel sistema muscolare e viene elaborato un modello di risposta muscolare alterato. Tutto ciò produce conseguenze negative: maggiori tensioni, strappi, e persino lesioni, nei muscoli, nei legamenti e nei meccanorecettori. Si possono anche verificare affaticamento muscolare e un carico eccessivo sulle faccette. Queste condizioni anomale causano infiammazione ai nervi e ai legamenti e, con il passare del tempo, dolore lombare cronico.



Il sistema può adattarsi alla lesione sotto il punto di cedimento dei meccanorecettori? Una lesione minore viene probabilmente guarita o compensata senza conseguenze a lungo termine. Una leggera lesione sotto il punto di cedimento, d'altra parte, può essere compensata con successo, nel breve termine, modificando temporaneamente il modello di risposta del muscolo interessato. Tuttavia, può essere difficile mantenerlo nel tempo, poiché è probabile che causi un carico eccessivo sui tessuti e un affaticamento muscolare. Di tanto in tanto si possono verificare degli errori nel modello di risposta muscolare modificato. Potrebbe essere questo il meccanismo degli episodi ricorrenti di

dolore lombare che capitano a molti pazienti? D'altra parte, se il modello di risposta muscolare alterato diventa permanente, allora esso può causare una postura anomala, un modello di mobilità intervertebrale falsato, un'andatura alterata e, in generale, un sistema meno in grado di eseguire le funzioni vertebrali della vita di ogni giorno.

Si possono formulare delle ipotesi per quanto riguarda le opzioni di trattamento basate sulla nostra teoria. I dati in entrata trasmessi dai trasduttori alterati non potranno mai tornare normali, anche se i legamenti, in cui sono incapsulati i meccanorecettori, dovessero guarire o cicatrizzarsi con il passare del tempo. Dopo aver interrotto il flusso di lesione, infiammazione e dolore con un opportuno trattamento farmacologico, il paziente dovrebbe essere incoraggiato ad addestrare l'unità di controllo neuromuscolare in modo tale che essa possa elaborare un modello di risposta muscolare alterato adatto sia ai segnali trasduttori alterati che alle attività quotidiane.

Il criterio per il modello di risposta muscolare alterato può essere la riduzione delle tensioni e degli stiramenti dei legamenti, del carico sulle faccette articolari e (la riduzione) delle forze muscolari, accorgimento che può ridurre il dolore lombare. Si dovrebbe stabilire un insieme di esercizi per questo scopo. Gli esercizi possono essere ripetuti e diversificati. Si può sviluppare, con il tempo, un miglioramento dell'efficienza dell'unità di controllo neuromuscolare e contemporaneamente un sollievo nel dolore lombare. Molti studi clinici si sono basati su queste idee e su altre simili. Gli esercizi di riabilitazione che comportano il controllo dei muscoli hanno evidenziato risultati promettenti sia nei pazienti affetti da dolore lombare cronico che in quelli affetti da dolore cervicale cronico, in confronto alle terapie tradizionali.

E' necessaria una maggiore ricerca in questo campo. Spero che la presentazione di questa teoria possa stimolare un dibattito tra clinici e ricercatori della biomeccanica allo scopo di valutare l'utilità della teoria per una comprensione migliore del dolore lombare, per lo sviluppo di un metodo di diagnosi più preciso e per l'elaborazione di trattamenti più efficienti per i pazienti affetti da questo tipo di patologia.

->Conclusioni

E' stata descritta una nuova teoria sul dolore lombare basata sulla disfunzione del sistema muscolare a causa delle lesioni dei legamenti. Le lesioni al di sotto del punto di cedimento che interessano i legamenti e i meccanorecettori incapsulati emettono segnali meccanorecettori alterati. Di conseguenza, l'unità di controllo neuromuscolare elabora un modello di risposta neuromuscolare alterato, che provoca un carico eccessivo ed eventualmente delle lesioni alle strutture vertebrali, insieme a ulteriori lesioni ai meccanorecettori. Questa teoria dà una spiegazione a molti studi conosciuti e importanti e a diversi risultati clinici riscontrati in pazienti affetti da dolore lombare e colpo di frusta.

Nei pazienti con dolore lombare, essa spiega i sintomi del ritardo nella risposta muscolare, dello scarso equilibrio, dell'inefficiente controllo della postura, del maggior errore nel riposizionamento del busto, dello spasmo muscolare e della maggiore variabilità nell'esecuzione di un esercizio. Nei pazienti affetti da colpo di frusta, si spiegano sia la diminuzione della mobilità durante l'esame attivo, sia il suo aumento durante l'esame passivo-rilassato.

La teoria ipotizza che la disfunzione del sistema muscolare nel corso del tempo possa condurre al dolore cronico, attraverso la lesione aggiuntiva dei meccanorecettori e all'infiammazione del tessuto nervoso.