

# MODULAZIONE DELLA RISPOSTA FLESSIONE-RILASSAMENTO MEDIANTE LA TERAPIA MANIPOLATIVA SPINALE

## STUDIO DEL GRUPPO DI CONTROLLO

Kim Lalanne, DC, MSc, Danik Lafond, PhD, and Martin Descarreaux, DC, PhD

### ABSTRACT

**Obiettivo:** Questo studio ha valutato gli effetti della manipolazione spinale su parametri spaziali e temporali del **fenomeno di flessione-rilassamento** nei soggetti con **lombalgia cronica**.

**Metodologie:** Ventisette adulti con lombalgia cronica hanno partecipato allo studio svolgendo una serie di 5 movimenti completi di flessione-estensione del tronco. Il **gruppo sperimentale** (13 persone) è stato poi sottoposto ad una manipolazione della zona lombare, mentre il **gruppo di controllo** (14 persone) è stato coricato sul fianco sinistro in una posizione di controllo per 10 secondi. In seguito, tutti i partecipanti hanno svolto una seconda serie di 5 flessioni-estensioni complete del tronco. Sono stati registrati gli angoli di flessione del tronco e del bacino oltre ad una elettromiografia del sacrospinale a livello di L2 ed L5 durante il movimento di estensione. Gli angoli di flessione corrispondenti all'inizio ed alla fine del silenzio mioelettrico, l'elettromiografia normalizzata ed il rapporto di estensione-rilassamento sono stati confrontati con le condizioni sperimentali.

**Risultati:** Rispetto al gruppo di controllo, nel gruppo sperimentale è stata riscontrata una significativa riduzione dell'attività elettromiografica durante la flessione completa del tronco, al livello del muscolo sacrospinale in L2. In nessuno dei due gruppi è stata osservato alcun effetto significativo al livello di L5. Il gruppo sperimentale ha presentato un aumento significativo del rapporto di flessione-rilassamento a livello di L2, mentre il gruppo di controllo non ha mostrato variazioni dopo essere stato coricato sul fianco. Nessuna differenza significativa è stata riscontrata in entrambi i gruppi, per quanto concerne L5. Il **fenomeno di estensione-rilassamento** ad inizio movimento e l'angolo di fine movimento non differiscono tra i due gruppi nelle diverse condizioni sperimentali.

**Conclusioni:** Questo studio dimostra che in un gruppo di pazienti con lombalgia cronica, una manipolazione del tratto lombare può, almeno temporaneamente, modularne le risposte neuromuscolari stabilizzanti. (J Manipulative Physiol Ther 2009;32:203-209)

**Indice dei termini chiave:** Manipolazione; Spinale; Lombalgia; Elettromiografia; Chiropratica.

### La lombalgia è una delle condizioni cliniche più diffuse nei paesi industrializzati.

Negli adulti, la lombalgia detiene un tasso di prevalenza un tantum del 60-85% ed una prevalenza istantanea o puntuale del 15-30%. La lombalgia cronica è anch'essa comune nei pazienti affetti da dolore acuto alla spina lombare, infatti tra il 6% ed il 10% di essi svilupperanno una lombalgia ricorrente o cronica. [1]

a. Private Practice, Département des sciences de l'activité physique, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC, Canada G9A 5H7.

b. Full Time Professor, Département des sciences de l'activité physique, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC, Canada G9A 5H7.

c. Full Time Professor, Département de chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC, Canada G9A 5H7.  
Submit requests for reprints to: Martin Descarreaux, DC, PhD, Full Time Professor, Département de chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières, 3604 Pavillon de chiropratique, Trois-Rivières, QC, Canada G9A 5H7

e-mail: martin.descarreaux@uqtr.ca.

Paper submitted July 10, 2008; in revised form November 21, 2008; accepted December 31, 2008.

0161-4754/\$36.00

Copyright © 2009 by National University of Health Sciences.

doi:10.1016/j.jmpt.2009.02.010

La flessione del tronco è controllata da una contrazione eccentrica del muscolo sacrospinale in combinazione ad una contrazione degli estensori dell'anca e dei tendini del ginocchio al fine di controllare il movimento del bacino. [3]

L'estensione passiva dei legamenti e delle relative capsule posteriori contribuisce anch'essa alla flessione del tronco.

Nell'approccio alla flessione completa del tronco (≈75%-80% del raggio di flessione) nei soggetti sani, l'attività mioelettrica degli erettori spinali è ridotta o silente. Questo comportamento è stato descritto per la prima volta da Floyd e Silver [4], ed è noto come **fenomeno di flessione-rilassamento**. Diversi meccanismi sono stati suggeriti come spiegazione del **fenomeno di flessione-rilassamento** ed uno spostamento della condivisione del carico e della stabilizzazione spinale dalle strutture attive (muscoli erettori spinali) alle strutture legamentose ed articolari passive (sovraspinato, infraspinato ed altri legamenti, dischi intervertebrali, fascia toracolombare) sono stati postulati da numerosi autori. [3,5-7] Il **fenomeno di flessione-rilassamento** lombare è stato riscontrato anche in individui sani; la sua assenza invece è una misura mioelettrica utilizzata per caratterizzare i pazienti con lombalgia cronica. [5,8] Una mancanza di coordinazione neuromuscolare tra tronco e movimenti dell'anca, potrebbe spiegare l'assenza del fenomeno di flessione-rilassamento nei pazienti affetti da lombalgia cronica. [3,5] L'attivazione persistente dei muscoli sacrospinali

in soggetti con lombalgia cronica, potrebbe rappresentare una risposta protettiva di "steccaggio" per incrementare la stabilizzazione lombare, una risposta mioelettrica elevata in risposta al dolore generato oppure una strategia alterata di controllo motorio. [9,10] Altri autori [11,12] hanno evidenziato che l'affaticamento muscolare può aumentare lo spettro temporale di silenzio elettromiografico durante un compito di flessione-estensione degli erettori lombari e che lo sfibramento e la lassezza che può svilupparsi nei tessuti articolari passivi, produce un impatto significativo sulla risposta muscolare. [12,13] Olson et al [12] hanno mostrato che una flessione lombare profonda e ciclica causa una prematura cessazione di attività elettromiografica ed un rallentamento nell'attivazione degli estensori del tronco durante l'estensione. Gli autori associano la persistenza del fenomeno di flessione-rilassamento ad una ridotta stabilità sacrospinale e poi ad un incremento potenziale del rischio di traumi lombari. Il trattamento chiropratico, è uno degli approcci conservativi che possono risolvere il problema della lombalgia cronica. La manipolazione spinale ad alta velocità e bassa ampiezza (thrust) è il trattamento più comune applicato dai chiropratici. [14] Sebbene l'allungamento capsulare della manipolazione spinale non superi l'estensione del raggio di movimento quotidiano, è pur sempre sufficiente a stimolare una risposta neuromuscolare locale dei meccanorecettori capsulari. [15] Alcuni studi hanno evidenziato gli effetti della manipolazione spinale sull'attività elettromiografica superficiale. Krekoukias et al [16], hanno studiato di recente gli effetti di una mobilizzazione posteroanteriore della durata di 2 minuti in L3, durante l'attività del muscolo sacrospinale in individui sani. I risultati hanno mostrato una media del 15,5% di declino dell'attività elettromiografica rispetto alle condizioni base di controllo. Quando vengono effettuate su soggetti asintomatici, le manipolazioni spinali sembrano incrementare l'attività elettromiografica paraspinale nei dintorni del segmento trattato. Questa risposta scaturisce nei primi 50/200 millisecondi che seguono il thrust dinamico. [17,18] Ad ogni modo, DeVocht et al [19], hanno svolto degli approfondimenti sugli effetti delle manipolazioni spinali su pazienti affetti da lombalgia cronica ed hanno evidenziato un calo del 25% di attività elettromiografica paraspinale a riposo, in 24 pazienti su 31 monitorati (calcolato con formula del valore efficace [RMS]). Gli studi precedenti sulla terapia manipolativa spinale in cui il fenomeno di flessione-rilassamento era considerato una variabile dipendente, non avevano un gruppo di controllo e la relazione tra i cambiamenti osservati e le fasi attive della terapia manipolativa spinale non sono mai state stabilite chiaramente. Perciò, l'obiettivo principale di questo esperimento era di valutare gli effetti della manipolazione spinale sui parametri spazio-temporali del

**fenomeno di flessione-rilassamento in**

soggetti affetti da lombalgia cronica, con metodi di laboratorio e con un gruppo di controllo relativo. I pazienti con lombalgia cronica, mostrano un'elevata attività elettromiografica durante le manipolazioni con **fenomeno di flessione-rilassamento** e questo livello di contrazioni potrebbe evidenziare un adattamento da prolungata esposizione al dolore oppure un'eccessiva stabilizzazione spinale. Siccome le manipolazioni spinali sembrano modificare temporaneamente l'attivazione muscolare locale, è stato ipotizzato che queste riducano l'attività elettromiografica durante una condizione di estensione-flessione lombare e che di conseguenza vadano a mutare i parametri del fenomeno di flessione-rilassamento.

## METODOLOGIE.

### Partecipanti

Ventisette adulti affetti da lombalgia cronica (14 uomini, 13 donne) hanno partecipato a questa ricerca, tutti di età compresa tra 18 e 60 anni. I partecipanti dovevano essere affetti da lombalgia persistente o ricorrente da almeno 6 mesi. Le caratteristiche dei soggetti sono riportate nella Tabella 1. Tutti i partecipanti sono stati assegnati casualmente al gruppo sperimentale (n = 13) ed al gruppo di controllo (n = 14). I criteri di esclusione dei partecipanti hanno tenuto conto delle seguenti patologie: spondilolistesi, infiammazione scheletrica assiale o artrite, disturbi neuromuscolari, collaginosi, osteoporosi, chirurgia spinale, traumi e lesioni neuromuscolari degli arti inferiori, tumore maligno, ipertensione, infezioni od ogni condizione non meccanica, radicolopatia, deficit neurologico progressivo, mielopatia, ernia al disco lombare, dolore intenso (per un valore superiore a 7 sulla scala analogica visiva del dolore [VAS]). Ogni partecipante, ha prestato il proprio consenso firmando un'informativa scritta secondo il protocollo approvato dal comitato etico della Université du Québec à Trois-Rivières.

### Protocollo sperimentale

I soggetti partecipanti, sono stati sottoposti ai test durante una sessione di laboratorio della durata approssimativa di 60 minuti. Prima di svolgere le operazioni sperimentali, tutti i partecipanti hanno dovuto completare i seguenti questionari: una versione modificata del questionario di **Oswestry**, un questionario sulle credenze per evitare la paura (**FABQ**), ed il **VAS** per la valutazione visiva della percezione del dolore (Tabella 1). Un punteggio VAS, è stato attribuito anche al completamento della sessione di test in laboratorio per verificare se il trattamento potesse causare dolore. Ai partecipanti è stato quindi chiesto di effettuare un movimento di flessione-estensione del tronco dopo aver ricevuto istruzioni verbali e

**Tabella 1.** Caratteristiche base del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo.

	Experimental group (n = 13)	Control group (n = 14)
Age (y)	36.1 ± 12.3	43.5 ± 10.5
Weight (kg)	77.1 ± 17.4	72.4 ± 16.5
Height (m)	1.73 ± 0.12	1.68 ± 0.10
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	25.6 ± 3.7	25.3 ± 3.8
LBP duration (n)		
1: <1 y	1	2
2: 1-3 y	4	2
3: 3-5 y	3	3
4: 5-10 y	2	4
5: >10 y	3	3
mODI (/100)	19.2 ± 10.1	15.6 ± 8.9
FABQ F1 (/42)	16.1 ± 9.8	11.9 ± 8.5
FABQ F2 (/24)	8.1 ± 4.4	7.6 ± 6.3
VAS before (/100)	26.9 ± 21.8	23.3 ± 21.8
VAS after (/100)	24.9 ± 22.3	30.1 ± 26.9

FABQ F1 sta ad indicare le credenze per evitare la paura, rispetto al lavoro; FABQ F2 indica la credenza per evitare la paura rispetto all'attività fisica; mODI, indice modificato nel questionario di Oswestry.

visive con la dovuta assistenza in movimenti di prova. Da una posizione eretta con le braccia incrociate sul petto, ai partecipanti è stato richiesto di piegarsi in avanti più possibile nell'arco di 5 secondi (fase di flessione). Poi, una volta raggiunta la massima flessione, è stato richiesto di mantenere la posizione per 3 secondi e di tornare infine alla posizione eretta iniziale. La fase di estensione è durata 5 secondi. Velocità e durata dell'esecuzione, sono stati standardizzati grazie all'utilizzo di un metronomo per scandire il ritmo di esecuzione. Ogni partecipante, ha portato a termine 5 cicli di flessione-estensione. In seguito, il gruppo sperimentale (n = 13; 8 uomini e 5 donne) ha ricevuto una manipolazione spinale applicata alla zona lombare intermedia. I soggetti sperimentali sono stati posizionati sul lettino chiropratico, coricati sul fianco sinistro. Il tronco veniva poi lievemente ruotato verso destra, mantenendo le braccia del soggetto incrociate sul petto. L'arto inferiore sinistro veniva portato in estensione, mentre quello destro veniva flesso fino a raggiungere un angolo di 90°. Il chiropratico ha appoggiato i soggetti ad un angolo di 45°, stabilizzando la gamba destra del paziente a metà tra tronco e cosce, con la mano destra. Le dita della mano sinistra invece andavano in contatto con il margine laterale del processo spinoso di L3, per applicare poi un impulso thrust al segmento vertebrale con un vettore, da laterale a mediale. Questo procedimento è chiamato **"trazione spinale"** (Bergman et al [20]), ed è stato selezionato principalmente per ragioni tecniche così da evitare ogni spostamento delle strumentazioni di acquisizione dati. Tutte le manipolazioni spinali, sono state svolte da un chiropratico esperto a cui non è stato comunicato l'obiettivo dell'esperimento né tantomeno le condizioni necessarie per la sua riuscita.

I partecipanti del gruppo di controllo (n = 14; 6 uomini, 8 donne) sono stati posizionati nella posizione coricata sul fianco sinistro, con il ginocchio destro in flessione e con il torso lievemente ruotato, per 10 secondi, senza effettuare alcuna manipolazione. Subito dopo la manipolazione spinale od il mantenimento della posizione di controllo, tutti i partecipanti hanno svolto un secondo blocco di flessione-estensione del tronco.

Il tempo totale trascorso tra la manipolazione/posizione di controllo e l'inizio del secondo blocco di prove movimenti è stato misurato tra i 15 ed i 45 secondi.

### Strumentazione

I dati cinematici sono stati calcolati tramite un sistema di analisi del moto (Optotrak Certus, Northern Digital, Waterloo, ON, Canada). Dei diodi a emissione di luce (LED), sono stati posizionati su ogni partecipante dell'esperimento, nelle seguenti aree anatomiche: (a) malleolo laterale, (b) parte laterale del ginocchio, (c) grande trocantere, (d) a metà della cresta iliaca, (e) parte laterale della decima costola e (f) sull'acromion. I dati cinematici sono stati registrati ad una frequenza di 10 Hz, attraverso un filtro passa-basso costituito a sua volta da un filtro "massimamente piatto" (butterworth), di quarto ordine, a doppio passo con una frequenza di cutoff a 5 Hz. I dati elettromiografici di superficie sono stati raccolti con degli elettrodi a facciata monouso Ag-AgCl, applicati bilateralmente sugli erettori spinali al livello di L2 ed L5. Un elettrodo di scarico è stato posizionato al di sopra dell'acromion sinistro di ogni soggetto. Gli elettrodi sono stati posizionati a puntare le fibre muscolari, secondo le disposizioni del modello Merletti et al (21). L'impedenza dell'epidermide è stata ridotta di 1 radendo la peluria corporea in eccesso, se necessario. È stata ridotta di 2, strofinando leggermente la pelle con un grado molto fine di carta abrasiva (3M Red Dot Trace Prep) per poi detergere la superficie abrasa con un tampone alcolico. L'attività elettromiotica è stata registrata con un sistema di acquisizione biometrica Bortec (Modello AMT-8, rapporto di rigetto in modalità standard di 115 dB a 60 Hz, impedenza dell'input di 10 GΩ) e campionata ad una frequenza di 900 Hz con un convertitore A/D a 12-bit. Poi, i dati elettromiografici sono stati filtrati digitalmente da un filtro passa-banda, zero-lag, Butterworth di quarto ordine con frequenza oscillante tra 10 e 450 Hz. Tutti i dati sono stati collezionati dal software LabView (National Instruments) e processati poi dal software MatLab (Mathworks, Natick, MA).

### Analisi dei dati

Dati elettromiografici rettificati e dati cinematici sono stati tracciati per determinare l'angolo totale del tronco in corrispondenza della cessazione del segnale elettromiografico durante la fase di flessione e poi l'angolo totale del tronco nella

fase iniziale del segnale elettromiografico durante l'estensione.

La fase di cessazione e quella iniziale del segnale elettromiografico sono state quantificate attraverso un'analisi visiva del segnale rettificato. È stato poi calcolato un valore efficace medio (RMS) dei dati precedentemente descritti (normalizzato rispetto al valore calcolato nel primo tentativo della fase di estensione) durante ogni fase di movimento. I dati elettromiografici ottenuti dal lato destro e sinistro sono stati collezionati con una media dei valori di entrambi i livelli (L2 e L5). Le variabili dipendenti individuali, [1] includono quindi una media dell'angolo totale di flessione del tronco in corrispondenza della fase iniziale e finale di silenzio mioelettrico durante il fenomeno di flessione-rilassamento. [2] Una media normalizzata dell'ampiezza di segnale elettromiografico del **fenomeno flessione-rilassamento** durante tutta la fase di flessione del busto; ed infine, [3] la media del rapporto flessione-rilassamento (22), ottenuta dividendo l'attività visibile del **fenomeno di flessione-rilassamento** durante la singola fase di flessione

### Analisi Statistica

I test a campioni indipendenti sono stati usati per valutare le differenze più significative tra le caratteristiche basilari dei gruppi. L'angolo di flessione totale corrispondente ad inizio e cessazione del silenzio elettromiografico, il segnale elettromiografico normalizzato durante la fase di flessione completa nel movimento ed il rapporto flessione-rilassamento sono stati comparati sulla base di condizioni sperimentali differenti con un'analisi 2 x 2 (gruppo x condizione) della varianza a misure ripetute (ANOVA). Quando un'interazione "gruppo x condizione" veniva osservata, una comparazione post-hoc veniva svolta con test di Tukey.

Per tutte le analisi svolte, la rilevanza statistica è stata impostata a  $P \leq 0.05$ .

### Risultati

Le caratteristiche basilari del gruppo di controllo e del gruppo sperimentale che includono età, peso, altezza, indice di massa corporea, punteggio VAS, punteggio Oswestry, punteggio FABQ, sono risultate simili in entrambi i gruppi. (Tabella 1)

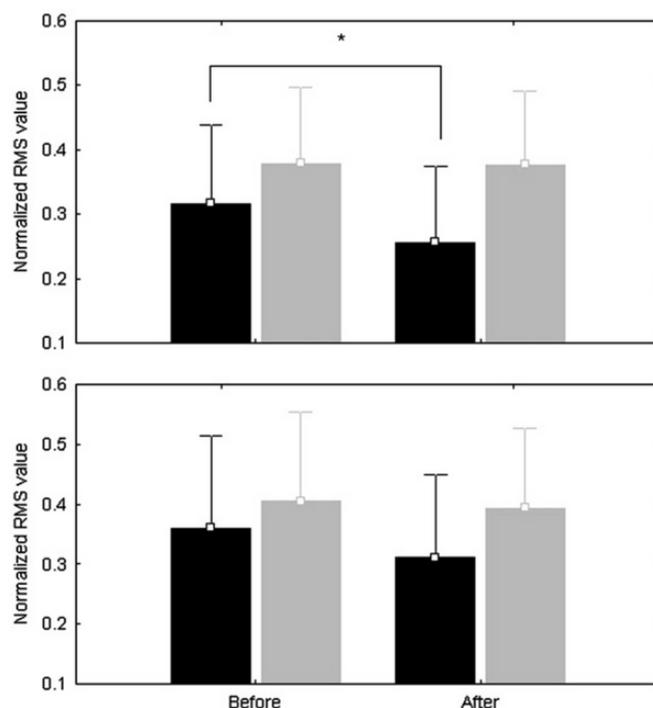
Anche i punteggi VAS, sia prima che dopo la sessione sperimentale risultavano simili.

Le misure ripetute ANOVA non hanno fornito prove di differenze significative tra i due gruppi ( $P > .05$ ), tra le condizioni e tra gli effetti dell'interazione negli angoli d'inizio e cessazione del fenomeno flessione-rilassamento (L2 ed L5).

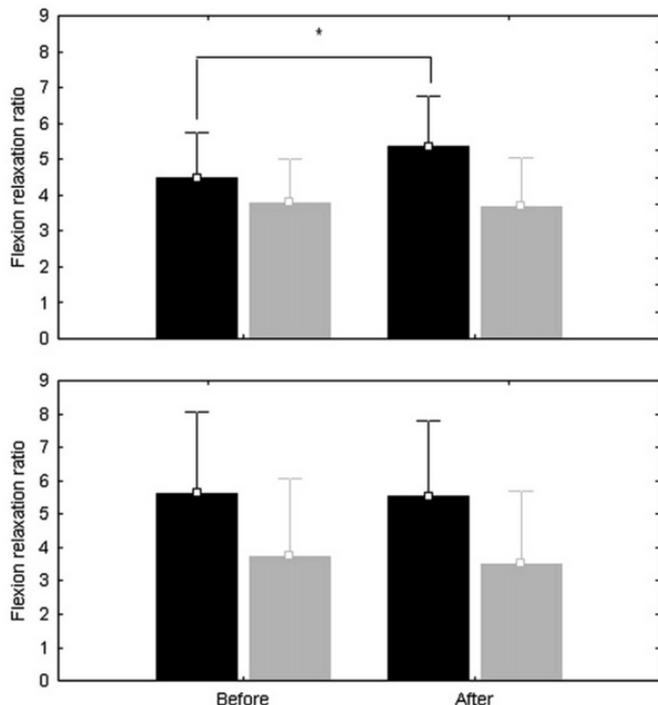
**Tabella 2.** Punteggio medio d'inizio e cessazione degli angoli d'interesse durante il fenomeno flessione-rilassamento su L2 ed L5. Il punteggio è osservato prima (before) e dopo (after) la manipolazione spinale, ed è visionabile sia per il gruppo sperimentale (experimental) che per il gruppo di controllo (control group).

	Experimental group	Control group
<b>L2 onset angles</b>		
Before	-81.3 (6.4)	-69.1 (6.4)
After	-84.0 (6.4)	-65.7 (6.4)
<b>L2 cessation angles</b>		
Before	-92.5 (4.7)	-82.5 (4.5)
After	-94.6 (5.5)	-79.4 (5.2)
<b>L5 onset angles</b>		
Before	-82.5 (4.8)	-73.8 (4.8)
After	-80.0 (6.2)	-69.6 (6.2)
<b>L5 cessation angles</b>		
Before	-93.2 (4.8)	-83.8 (4.6)
After	-93.4 (5.6)	-81.7 (5.4)

Gli angoli sono espressi in GRADI.



**Fig. 1** Normalizzazione del valore efficace a livello di L2 (A) ed L5 (B) per entrambi i gruppi. I valori in oggetto sono visibili prima e dopo la manipolazione spinale per il gruppo sperimentale (nero) e prima e dopo la posizione coricata sul fianco assegnata al gruppo di controllo (grigio).



**Fig. 2** Tasso di riconoscimento falsato significativo a livello di L2 ed L5 per entrambi i gruppi. Il tasso di riconoscimento falsato prima e dopo la manipolazione spinale nel gruppo sperimentale (nero) e dopo la posizione coricata sul fianco del gruppo di controllo (grigio).

I valori medi relativi alla fase iniziale e fase di cessazione sono visibili nella **Tabella 2**. I valori efficaci medi durante la flessione completa sono stati comparati tra gruppi e condizioni sperimentali sia a livello di L2 che L5, le misure ripetute ANOVA hanno fornito così un'interazione "gruppo x condizione" significativa ( $P = .02$ ) a livello di L2. Rispetto al gruppo di controllo, un'analisi post-hoc approfondita ha evidenziato una riduzione significativa (Tukey test;  $P = .008$ ) dei valori elettromiografici a livello di L2 dopo aver effettuato una manipolazione spinale. Nessun effetto significativo ( $P > .05$ ) per nessun gruppo, condizione o interazione, è stato riscontrato a livello di L5. La **Figura 1** illustra il valore efficace medio a livello di L2 ed L5 per entrambi i gruppi. Infine, un'interazione "gruppo x condizione" ( $P = .008$ ) significativa dal punto di vista statistico è stata rilevata anche per il tasso di flessione-rilassamento. Infatti, il gruppo a cui è stata effettuata la manipolazione spinale ha presentato (Tukey test;  $P = .007$ ) un significativo incremento del rapporto flessione-rilassamento post manipolazione. Il gruppo di controllo invece ha mantenuto un rapporto invariato dopo la posizione di controllo coricata sul fianco. La **Figura 2**, illustra il rapporto flessione-rilassamento a livello di L2 ed L5 per entrambi i gruppi.

### Considerazioni

I dati emersi da questo studio evidenziano una riduzione dell'attività elettromiografica durante una flessione massimale del tronco (fase di rilassamento nel **fenomeno flessione-rilassamento**) a livello dell'ereettore spinale di L2, immediatamente dopo una manipolazione spinale effettuata su L3. I dati sono in accordo con i risultati degli studi di DeVocht et al (19), che hanno indagato sugli effetti delle manipolazioni spinali (diversificate ed attivatrici) con valori elettromiografici a riposo per 16 pazienti chiropratici affetti da lombalgia cronica. L'attività elettromiografica è stata rilevata dai due fasci più stretti dell'apparato muscolare paraspinale, valutati mediante palpazione. Una registrazione continua (5-10 minuti) ha evidenziato una diminuzione del 25% di attività elettromiografica a riposo in 24 su 31 siti monitorati dopo il trattamento. I risultati di questo studio sono coerenti con le considerazioni di Leman et al (23), che hanno valutato gli effetti della manipolazione spinale sull'attività elettromiografica relativa al raggio di movimento lombare ed alla superficie paraspinale (livello T9 ed L3) in soggetti affetti da lombalgia generica. Hanno evidenziato così una diminuzione di attività elettromiografica degli erettori spinali in 5 soggetti su 14 durante una flessione completa del tronco e dopo essere stati sottoposti a manipolazione spinale (fenomeno di **flessione-rilassamento**). Sebbene gli autori abbiano osservato la risposta all'evento di flessione-rilassamento, l'obiettivo primario della loro ricerca era quello di determinare l'influenza della manipolazione spinale sulla cinematica del tronco e relativa attività mioelettrica. Per questo, il loro disegno sperimentale potrebbe non essere stato ottimale per identificare variazioni nel fenomeno di **flessione-rilassamento**. Un modello teorico è stato messo a punto da Pickar (18) per determinare la relazione che intercorre tra dolore, manipolazione spinale, biomeccanica segmentale ed il sistema nervoso. Secondo questo modello teorico, il sovraccarico sui tessuti può scaturire da un'alterazione biomeccanica segmentale che potrà tradursi in una modifica delle proprietà di segnalazione dei meccanorecettori paraspinali, in variazioni di elaborazione centrale ed infine in un'attività somatomotoria efferente. La manipolazione spinale, teoricamente, può andare a modificare l'afflusso di segnali sensoriali provenienti dalle strutture paraspinali in modo migliorativo per le funzioni fisiologiche (effetto sull'attività elettromiografica paraspinale). Infatti, i risultati sperimentali pubblicati da Indahl et al (24) suggeriscono che l'azione clinica della terapia manipolativa spinale può essere il risultato dell'azione inibitoria della distensione capsulare durante l'attività dei muscoli paraspinali. Hanno poi studiato la risposta dell'unità motoria dei muscoli paraspinali alla stimolazione elettrica del disco intervertebrale

L3-L4, prima e dopo l'introduzione di soluzione fisiologica salina nelle articolazioni zigapofisarie lombari suine. I dati emersi hanno evidenziato un'immediata e costante riduzione di ampiezza potenziale nell'azione dell'unità motoria nei 30 secondi successivi all'iniezione di soluzione fisiologica. In alcuni animali, è stato osservato anche un declino graduale nell'arco di 30 minuti, oppure una reazione ritardata durante la quale la diminuzione si presenta nei 5 minuti successivi all'iniezione. Questo modello non è stato ancora validato su soggetti umani, ma alcuni suoi meccanismi potrebbero dimostrare efficacemente i nostri risultati. È interessante come le variazioni nell'ampiezza elettromiografica di superficie si siano verificate solo a livello di L2, forse a rappresentare una risposta locale ad uno stimolo meccanico delle articolazioni zigapofisarie. Infatti, Holm et al (25) hanno presentato dei dati che mostrano come la stimolazione delle capsule articolari zigapofisarie induca delle reazioni prevalentemente sullo stesso lato e sullo stesso livello segmentale delle stimolazioni stesse. Inoltre, gli studi di Holm (25) hanno mostrato, su di un modello felino, che la stimolazione meccanica dei legamenti posteriori ha generato una forte attività elettromiografica da L4 ad L5 (punto in cui è stata effettuata la stimolazione) con un'attività simultanea nei tre livelli al di sopra (L1-L2, L2-L3 ed L3-L4) ed in un livello sottostante (L5-L6). Le conclusioni riguardo la risposta segmentale alle manipolazioni spinali, sono limitate perché le rilevazioni effettuate su soggetti in vita per quanto concerne il valore segmentale dell'allungamento capsulare e legamentoso ed i siti di cavitazione non sono stati determinati nei paradigmi sperimentali. In questo studio, la manipolazione spinale modifica l'attività dell'ereettore spinale durante una flessione completa del tronco ma i parametri cinematici del **fenomeno di flessione-rilassamento**, come l'angolo d'inizio e cessazione, non vengono intaccati. Negli individui sani, il ritmo pelvico-lombare ha una considerevole variabilità intersoggettiva (26,27). Inoltre, la discriminazione tra soggetti sani e soggetti affetti da lombalgia cronica o generica, basata sul ritmo pelvico-lombare non è stato provato che possa considerarsi attendibile. Ulteriori esperimenti con marker cinetici aggiuntivi sulle regioni lombari e pelviche potrebbero fornire informazioni interessanti sugli effetti della manipolazione spinale in relazione al ritmo pelvico-lombare ed alla cinematica segmentale. Alcuni altri studi hanno rilevato l'impatto dell'intervento terapeutico del fenomeno di flessione-rilassamento in soggetti affetti da lombalgia. Neblett et al (29) ha valutato l'influenza di un trattamento riabilitativo di 7 settimane sui parametri di svolgimento del fenomeno di flessione-rilassamento. Il programma consisteva in esercizi progressivi supervisionati, combinati a sessioni di consulenza e formazione sulla gestione del dolore e dello stress. Inoltre, i pazienti venivano allenati grazie al biofeedback emesso dall'elettromiografo

a rilassare la schiena durante la flessione del tronco. All'inizio dell'esperimento, il 30% dei soggetti presentava un valore normale di **fenomeno flessione-rilassamento**, mentre il 94% di essi ha ottenuto una risposta normale dopo il trattamento. Ritvanen et al (30), hanno a loro volta esplorato gli effetti della mobilitazione/manipolazione sul fenomeno flessione-rilassamento lombare comparata a quelle della fisioterapia. I soggetti con lombalgia sono stati testati prima ed un mese dopo un intervento terapeutico della durata di 2 settimane (5 trattamenti). I risultati non si sono rivelati decisivi, entrambi i gruppi hanno rivelato una diminuzione del rapporto flessione-rilassamento, causato da un incremento di segnale elettromiografico durante la flessione completa. Gli autori dello studio hanno motivato i risultati specificando che il secondo test sugli stessi pazienti è stato effettuato solo un mese dopo il trattamento quando gli impatti positivi dell'intervento sarebbero potuti normalmente diminuire. Infine, uno studio incentrato su di un programma di esercizi con palla Svizzera (Fitball), della durata di 12 settimane è stato condotto da Marshall e Murphy (31). I risultati evidenziano un progressivo miglioramento nel rapporto flessione-rilassamento durante le prime 8 settimane del programma. A quel punto però, i pazienti hanno raggiunto il picco massimo di miglioramento e nessun'altra variazione è stata rilevata nelle verifiche finali. Inoltre, 3 mesi dopo la conclusione del programma, è stato rilevato un deterioramento del **fenomeno flessione-rilassamento**, consistente in una diminuzione del rapporto flessione-rilassamento. Basandosi sui risultati di questi studi, si potrebbe quindi affermare che l'assenza del fenomeno di flessione-rilassamento nei soggetti affetti da lombalgia cronica, potrebbe rappresentare il normale adattamento persistente al dolore cronico.

### Limitazioni

Siccome il nostro studio ha impiegato strumentazioni per rilievi elettromiografici, non è stato possibile valutare il contributo muscolare profondo nella risposta di flessione-rilassamento e l'effetto stesso della manipolazione spinale sui muscoli dell'area d'interesse. Considerando che un'analisi precedente dell'attività profonda nella muscolatura lombare durante un movimento di flessione-estensione, ha evidenziato l'attivazione del quadrato lombare e degli erettori spinali laterali profondi durante il picco di flessione lombare (32) e tenendo presente che la funzione dei muscoli lombari profondi è vista come fondamentale nella stabilizzazione spinale (33,34), le ricerche future dovrebbero focalizzarsi sull'influenza della manipolazione spinale rispetto al meccanismo di stabilizzazione della muscolatura lombare profonda, sfruttando protocolli di registrazione intramuscolare. Inoltre, in base a considerazioni di tipo tecnico, la quantità di forza generata durante la manipolazione spinale non è stata

misurata. Ma una registrazione sistemica della forza di un thrust o di un intervento a forza controllata, dovrebbero essere considerati nelle sperimentazioni future. Infine, è stato scelto l'impiego di trattamenti manipolativi spinali simili per ogni paziente, indipendentemente dalla loro condizione clinica. L'uso di trattamenti manipolativi spinali differenziati avrebbe potuto conferire risultati diversi, ma se consideriamo la conoscenza attuale della biomeccanica di questi trattamenti (15) ed i loro effetti neurofisiologici (18), crediamo che applicando forze simili con tecniche manipolative spinali differenti, sulla stessa area lombare, non si sarebbero ottenuti dei risultati significativamente divergenti. Secondo Hawk et al (35), l'assenza di un agente attivo unico e definitivo nelle procedure di cure chiropratiche; l'impossibilità di bendare completamente i medici che somministrano i trattamenti e la difficoltà importante nel bendare i pazienti, rappresenta una grande sfida nello sviluppo e nella realizzazione di studi sulle manipolazioni spinali orientate al placebo. Le stesse sfide si presentano anche per gli esperimenti condotti in laboratorio. L'elaborazione di un placebo credibile sarebbe importante, con la prospettiva di osservare i parametri del fenomeno flessione-rilassamento insieme a parametri soggettivi del paziente come dolore ed disabilità percepita.

### **Conclusioni**

La ricerca scientifica di base è essenziale per la professione chiropratica. Negli ultimi decenni, le fondamentali ricerche nel campo della biomeccanica e della neurofisiologia hanno fatto luce sui possibili processi biologici che si celano negli effetti clinici delle terapie manuali e nello specifico, delle manipolazioni spinali. Questo studio svolto su di un gruppo di soggetti affetti da lombalgia, ha dimostrato che la manipolazione spinale può, almeno nel breve periodo, modulare la risposta neuromuscolare stabilizzatrice della spina lombare. Sono necessari ulteriori approfondimenti per accertare gli impatti sul lungo periodo dei trattamenti manipolativi spinali per quanto concerne la risposta neuromuscolare e per valutare la correlazione tra le variazioni neuromuscolari osservate durante la manipolazione spinale e le alterazioni nei punteggi corrispondenti a dolore e disabilità, dopo ripetuti trattamenti.

### **Applicazioni pratiche**

- Il rapporto flessione-rilassamento nell'angolo della fase iniziale ed in quello della fase di cessazione non differisce tra i due gruppi e nelle diverse condizioni
- La manipolazione spinale ha apportato una diminuzione dell'attività elettromiografica a livello di L2, durante la massima flessione del tronco (fase di rilassamento)
- La manipolazione spinale ha incrementato il rapporto estensione-rilassamento a livello di L2
- La manipolazione spinale può modulare temporaneamente la risposta neuromuscolare stabilizzatrice della spina lombare durante estensione e flessione del tronco

### **Riferimenti**

1. Ekman M, Janhagen S, Hunsche E, Jansson L. Burden of illness of chronic low back pain in Sweden: a cross-sectional, retrospective study in primary care setting. *Spine* 2005;30:1777-85.
2. Krismer M, Van Tulder M, The Low Back Pain Group of the Bone and Joint Health Strategies for Europe Project. Strategies for prevention and management of musculoskeletal conditions. Low back pain (non-specific). *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2007;21:77-91.
3. Gutpa A. Analyses of myo-electrical silence of erectors spinae. *J Biomech* 2001;34:491-6.
4. Floyd WF, Silver PH. Function of erectors spinae in flexion of the trunk. *Lancet* 1951;1:133-4.
5. Colloca CJ, Hinrichs RN. The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature. *J Manipul Physiol Ther* 2005;28:623-31.
6. Geisser ME, Haig AJ, Wallbom AS, Wiggert EA. Pain-related fear, lumbar flexion, and dynamic EMG among persons with chronic musculoskeletal low back pain. *Clin J Pain* 2004;20:61-9.
7. Sarti MA, Lison JF, Monfort M, Fuster MA. Response of the flexion-relaxation phenomenon relative to the lumbar motion to load and speed. *Spine* 2001;26:E421-6.
8. Triano JJ, Schultz AB. Correlation of objective measure of trunk motion and muscle function with low-back disability ratings. *Spine* 1987;12:561-5.
9. Lund JP, Donga R, Widmer CG, Stohler CS. The pain-adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Can J Physiol Pharmacol* 1991;69:683-94.
10. Sihvonen T. Flexion relaxation of the hamstring muscles during lumbar-pelvic rhythm. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78:486-90.
11. Descarreaux M, Lafond D, Jeffrey-Gauthier R, Centomo H, Cantin V. Changes in the flexion relaxation response induced by lumbar muscle fatigue. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2008;9:0.

12. Olson MW, Li L, Solomonow M. Flexion-relaxation response to cyclic lumbar flexion. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2004;19:769-76.
13. Olson M, Solomonow M, Li L. Flexion-relaxation response to gravity. *J Biomech* 2006;39:2545-54.
14. Coulter ID, Shekelle PG. Chiropractic in North America: a descriptive analysis. *J Manipulative Physiol Ther* 2005;28:83-9.
15. Ianuzzi A, Khalsa PS. Comparison of human lumbar facet joint capsule strains during simulated high-velocity, low-amplitude spinal manipulation versus physiological motions. *Spine J* 2005;5:277-90.
16. Krekorkias G, Petty NJ, Cheek L. Comparison of surface electromyographic activity of erector spinae before and after the application of central posteroanterior mobilisation on the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol* 2007 [in press].
17. Cramer G, Budgell B, Henderson C, Khalsa P, Pickar JG. Basic science research related to chiropractic spinal adjusting: the state of the art and recommendations revisited. *J Manipulative Physiol Ther* 2006;29:726-61.
18. Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J* 2002;2:357-71.
19. DeVocht JW, Pickar JG, Wilder DG. Spinal manipulation alters electromyographic activity of paraspinal muscles: a descriptive study. *J Manipulative Physiol Ther* 2005;28:465-71.
20. Bergmann TF, Peterson DH, Lawrence DJ. Chiropractic technique. New York: Churchill Livingstone; 1993. p. 803.
21. Merletti R, Lo Conte L, Avignone E, Guglielminotti P. Modeling of surface myoelectric signals—part I: model implementation. *IEEE Trans Biomed Eng* 1999;46:810-20.
22. Watson PJ, Booker CK, Main CJ, Chen AC. Surface electromyography in the identification of chronic low back pain patients: the development of the flexion relaxation ratio. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1997;12:165-71.
23. Lehman CJ, Vernon H, McGill SM. Effects of a mechanical pain stimulus on erector spinae activity before and after a spinal manipulation in patients with back pain: a preliminary investigation. *J Manipulative Physiol Ther* 2001;24:402-6.
24. Indahl A, Kaigle AM, Reikeras O, Holm SH. Interaction between the porcine lumbar intervertebral disc, zygapophysial joints, and paraspinal muscles. *Spine* 1997;22:2834-40.
25. Holm S, Indahl A, Solomonow M. Sensorimotor control of the spine. *J Electromyogr Kinesiol* 2002;12:219-34.
26. Nelson JM, Walmsley RP, Stevenson JM. Relative lumbar and pelvic motion during loaded spinal flexion/extension. *Spine* 1995;20:199-204.
27. Pal P, Milosavljevic S, Sole G, Johnson G. Hip and lumbar continuous motion characteristics during flexion and return in young healthy males. *Eur Spine J* 2007;16:741-7.
28. Lariviere C, Gagnon D, Loisel P. The effect of load on the coordination of the trunk for subjects with and without chronic low back pain during flexion-extension and lateral bending tasks. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2000;15:407-16.
29. Neblett R, Mayer TC, Gatchel RJ, Keeley J, Proctor T, Anagnostis C. Quantifying the lumbar flexion-relaxation phenomenon: theory, normative data, and clinical applications. *Spine* 2003;28:1435-46.
30. Ritvanen T, Zaproudina N, Nissen M, Leinonen V, Hanninen O. Dynamic surface electromyographic responses in chronic low back pain treated by traditional bone setting and conventional physical therapy. *J Manipulative Physiol Ther* 2007;30:31-7.
31. Marshall P, Murphy B. Changes in the flexion relaxation response following an exercise intervention. *Spine* 2006;31:E877-83.
32. Andersson EA, Oddsson LI, Grundstrom H, Nilsson J, Thorstensson A. EMG activities of the quadratus lumborum and erector spinae muscles during flexion-relaxation and other motor tasks. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1996;11:392-400.
33. Hodges PW. Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. *Exp Brain Res* 2001;141:261-6.
34. McGill S, Juker D, Kropf P. Quantitative intramuscular myoelectric activity of quadratus lumborum during a wide variety of tasks. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1996;11:170-2.
35. Hawk C, Long CR, Reiter R, Davis CS, Cambron JA, Evans R. Issues in planning a placebo-controlled trial of manual methods: results of a pilot study. *J Altern Complement Med* 2002;8:21-32.