

# LE MANIPOLAZIONI VERTEBRALI HVLA E L'AUMENTO DELLA PRESTAZIONE ATLETICA. UNA REVISIONE DELLA LETTERATURA

A.M. CICCARELLI (PT)<sup>1</sup>, A. ANDREANI (PT)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laureato in Fisioterapia, Master in Fisioterapia Sportiva presso l'Università di Pisa

<sup>2</sup> Laureato in Fisioterapia, OMPT, specializzato in Terapia Manipolativa Ortopedica, libero professionista, docente presso il "Master in Fisioterapia Sportiva", Università di Pisa; collaboratore alla didattica presso il "Master in Terapia Manuale applicato alla Fisioterapia", Università di Roma "Tor Vergata"

## RIASSUNTO

**Assunto:** Sostenuto dal progresso scientifico, lo Sport è divenuto un contesto professionistico inter-disciplinare e multi-specialistico. La Fisioterapia ne ha contribuito allo sviluppo sia in ambito clinico-terapeutico sia prestazionale.

**Scopo:** La presente revisione della letteratura intende esaminare l'efficacia della manipolazione vertebrale HVLA nell'aumentare la prestazione atletica.

**Metodi:** La ricerca è stata eseguita interrogando il database PubMed, includendo studi clinici controllati randomizzati con 1) atleti 2) intervento manipolativo HVLA contrapposto a controllo 3) *outcome* supportati da prove di efficacia 4) accertato rigore metodologico.

**Risultati:** Cinque studi clinici controllati randomizzati hanno soddisfatto i criteri di inclusione. Benché diversificati, essi ricomprendono *outcome* nei quali è possibile indentificare distinti indici di significatività.

**Conclusioni:** Sulla base dei ritrovamenti della revisione c'è evidenza a supporto dell'uso della manipolazione vertebrale HVLA a fini prestazionali, i cui caratteri qualitativi e quantitativi della somministrazione necessitano di ulteriore indagine.

**Parole chiave:** Manipolazione vertebrale · Impulso HVLA · Sport · Performance atletica

## ABSTRACT

**Background Context:** Advancing science, sports has become a multi-disciplinary professional context. Physiotherapy has contributed to it from a clinical, therapeutic and performance-related standpoint.

**Purpose:** The aim of this review is to examine the efficacy of spinal HVLA thrusts in increasing the athletic performance.

**Methods:** A research of the current literature was conducted using PubMed. Studies were included if each involved 1) sports subjects 2) who received spinal HVLA thrusts attending an experimental protocol against a control group 3) providing performance outcomes supported in terms of efficiency 4) responding to strict methodological criteria.

**Results:** Five randomized control clinical trials have met the criteria for inclusion in the review. Although diversified, they include outcomes in which it is possible to identify distinct indices of significance.

**Conclusions:** Based to the findings set out in this review there is evidence to support the use of spinal HVLA thrusts to improve athletic performance. However, qualitative and quantitative administration characteristics need to be further investigated.

**Key words:** Spinal Manipulation · Sports · HVLA Thrust · Athletic Performance

## INTRODUZIONE

La manipolazione articolare è una tecnica manuale antichissima<sup>1, 2</sup> evolutasi nelle forme e nei principi<sup>3-6</sup> preservando intatta l'essenza terapeutica del suo proposito.

Essa si definisce come «un *thrust* passivo, ad alta velocità e piccola ampiezza, applicato ad un complesso articolare entro i suoi limiti anatomici con l'intento di ristabilirne la mobilità ottimale, la funzione e/o ridurre il dolore»<sup>7</sup>. È caratterizzata da un impulso in grado di produrre un relativo movimento articolare che esita in una cavitazione, la quale rappresenta un elemento distintivo<sup>8</sup> e tradizionalmente indicativo<sup>9</sup> della manipolazione HVLA. In particolare, la manipolazione spinale viene ad essere definita come «l'applicazione di un rapido movimento all'indirizzo dei segmenti vertebrali che produce la separazione delle superfici articolari, un temporaneo input sensoriale afferente e la riduzione della percezione del dolore. La separazione delle superfici articolari si concretizza, comunemente, in una cavitazione articolare che a sua volta si manifesta con un suono chiaramente udibile»<sup>10</sup>.

Gli effetti finora attribuiti alle manipolazioni HVLA sono riconducibili a tre macro-aree:

1. Effetti biomeccanici:
  - modificazione dello spazio intra-articolare (*joint gapping*)<sup>11-19</sup>
  - incremento dell'escursione articolare<sup>11, 20-23</sup>.
2. Effetti neurofisiologici e biochimici:
  - diminuzione dell'ipertonicità muscolare<sup>24, 25</sup>
  - attenuazione del segnale elettromiografico<sup>26, 27</sup>
  - riduzione del dolore<sup>22-24, 28</sup> ed inibizione loco-regionale<sup>29</sup>
  - riduzione della secrezione di citochine pro-infiammatorie<sup>30</sup>
  - cambiamento della composizione cellulare<sup>31, 32</sup>.
3. Effetti psicobiologici:
  - interazioni nell'elaborazione cognitiva ed emotiva, cosciente ed inconscia, mediata dal clinico:
    - valori e cultura soggettivi del paziente<sup>33</sup>
    - aspettativa negativa del trattamento (nocebo)<sup>34, 35</sup>
    - aspettativa positiva del trattamento (placebo)<sup>34, 36</sup>.

L'utilizzo delle manipolazioni spinali HVLA è ampiamente documentato in letteratura scientifica dalle fonti di più accertato rigore metodologico. Linee guida cliniche nazionali ed internazionali si esprimono in direzione dell'uso della terapia manipolativa a livello lombare<sup>37-42</sup>. Revisioni sistematiche, meta-analisi e revisioni sistematiche di linee guida raccomandano il trattamento manipolativo sia di lombalgia acuta e cronica<sup>43</sup>, sia di dolore cervicale e suoi disordini associati per le fasi acute e croniche<sup>44, 45</sup>. Considerazioni circa la sicurezza della pratica manipolativa in questi distretti sono state ampiamente smentite dalla ricerca scientifica, tanto in base all'indagine statistica<sup>46</sup> quanto in base a quella sperimentale, sia in relazione all'entità della forze prodotte e alla meccanica dei tessuti<sup>48-53</sup> sia in relazione alla meccanica del flusso ematico locale<sup>47, 54, 56</sup> e sistemico<sup>47, 55</sup>.

La manipolazione HVLA è una tecnica adottata in diversi ambiti di pratica. All'anno 2000, in ben il 40% degli studi scientifici controllati randomizzati le manipolazioni articolari sono state erogate da fisioterapisti, il 33% da medici, il 18% da chiropratici e il 10% da osteopati<sup>57</sup>.

Essa è una tecnica sicura ed in grado di elicitare risposte adattive neurofisiologiche ad ampio spettro, dai noti risultati in ambito terapeutico. Il presente studio intende indagarne gli effetti in ambito atletico ricercando la sussistenza di correlazioni esistenti tra le manipolazioni vertebrali HVLA e l'incremento prestazionale sportivo.

## METODI

### Design dello studio

La presente revisione è ispirata al protocollo delle linee guida "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses" (PRISMA) elaborate per la valutazione degli interventi sanitari e fruite mediante il "Gruppo di Intervento in Medicina Basata sulle Evidenze" (GIMBE). Lo *statement* proposto originariamente da Moher et al. include una *checklist* di 27 *item* e un diagramma di flusso in quattro fasi, atti ad assistere la composizione della revisione<sup>58</sup>.

## Criteri di eleggibilità

L'inclusione degli studi scientifici è stata subordinata a specifici criteri di Popolazione, Intervento, Controllo e Outcome così definiti, secondo un modello P.I.C.O. standardizzato<sup>59</sup>:

- *Popolazione*: atleti professionisti e dilettanti di tutte le età, sani e non sintomatici
- *Intervento*: *thrust* ad alta velocità e piccola ampiezza (HVLA) in sede vertebrale, chiaramente distinti da altri interventi
- *Controllo*: qualunque altro trattamento escluse le manipolazioni HVLA
- *Outcome*: misure di prestazione sportiva.

Sono stati presi in esame solo studi clinici controllati randomizzati, redatti in lingua inglese, aventi un livello di rigore metodologico minimo corrispondente al valore di "≥ 5" nel punteggio dei criteri di *rating* della "PEDro scale"<sup>60</sup>.

## Fonti di informazione

Ai fini di indagine è stata adottata una strategia di ricerca a mezzo computer attraverso il database PubMed, la cui ultima navigazione è avvenuta in data 15/07/2017.

## Ricerca

La stringa di ricerca utilizzata è in calce alla revisione (appendice 1). Non sono state applicate preferenze alla ricerca dei risultati fuorché alla lingua di redazione dello studio: inglese.

## Selezione degli studi

La selezione degli studi è stata eseguita in base a:

1. titolo ricercato
2. abstract relativo
3. testo intero, reperito.

## Criteri di esclusione

Sono stati esclusi dalla selezione:

1. studi non ancora pubblicati
2. studi dal design e dal *rating* non rispondenti ai criteri di eleggibilità.

## Processo di raccolta dati

I dati sono stati estratti da ogni articolo e sono state verificate le informazioni relative a metodi e misure di *outcome*. Le informazioni estratte sono state:

1. design
2. *setting* e popolazione
3. descrizione della tecnica manipolativa del gruppo sperimentale
4. descrizione del trattamento del gruppo di controllo
5. misure di *outcome*.

Le informazioni estratte relative alla misura di *outcome* sono state:

1. medie dei gruppi ai *baseline values* e ad ogni punto di *follow-up* o differenza media e intervalli di confidenza al 95%
2. valori di significatività statistica tra i gruppi.

## Rischio di bias nei singoli studi

Il testo intero degli articoli è stato valutato e contrassegnato con un punteggio mediante "PEDro scale"<sup>60</sup>: un supporto per valutare la validità interna e il grado di interpretabilità dei risultati del reporting statistico, in cui un *rating* elevato è indicativo di maggior rigore.

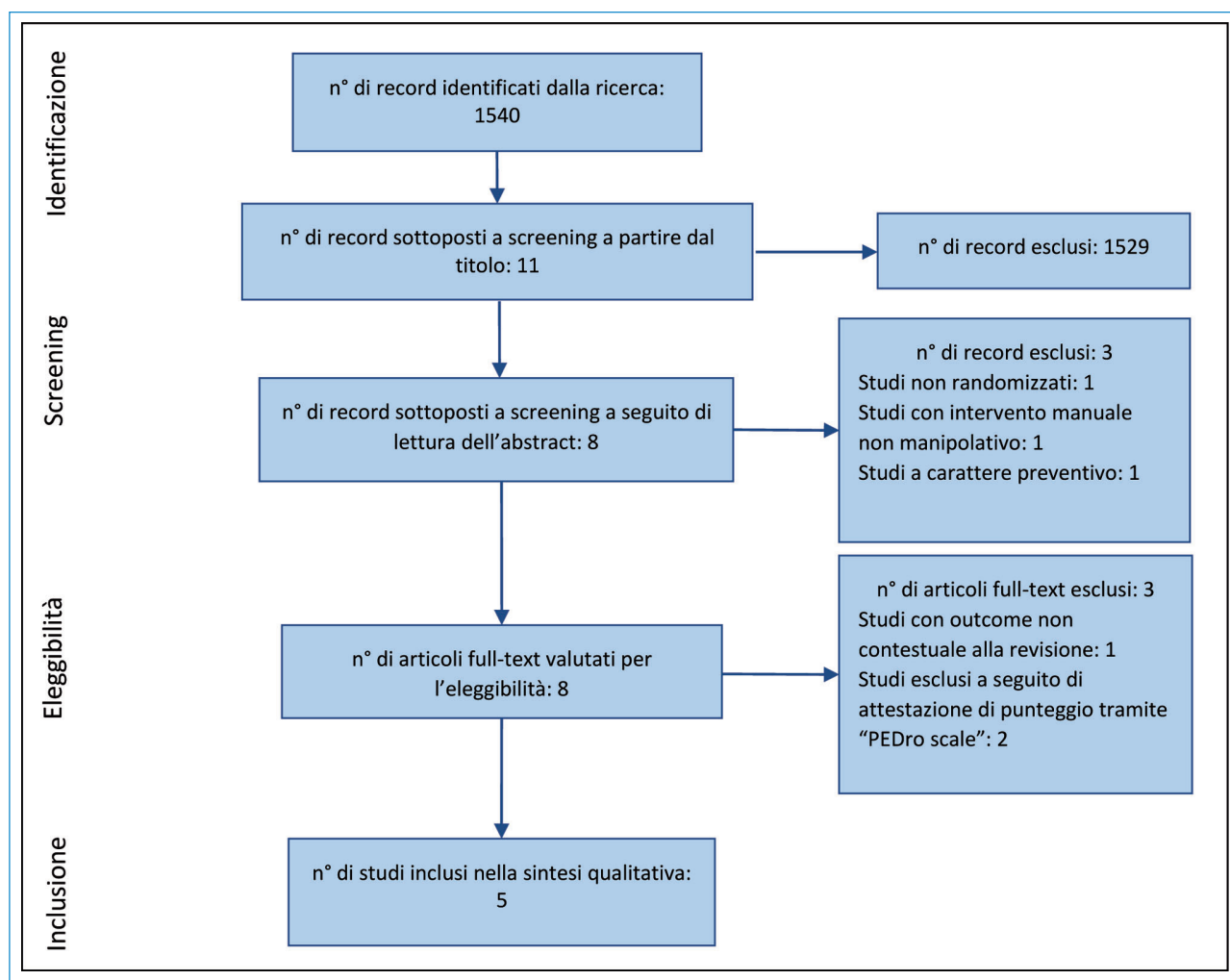
## RISULTATI

### Selezione degli studi

La ricerca è esitata in 1540 voci, ognuna revisionata per l'inclusione. Dopo lo screening sono stati analizzati 8 studi a testo intero e 5 di questi sono stati ritenuti eleggibili<sup>61-65</sup>. Gli studi non ricompresi nella selezione finale sono stati esclusi con le seguenti motivazioni: *outcome* di sola allusione prestazionale non suffragati da prove atletiche ( $n=1$ ), *rating score* della "PEDro scale" inferiore a 5 ( $n=2$ ). Il diagramma di flusso, in figura 1, descrive i metodi utilizzati per addivenire al numero finale degli studi inclusi. La natura eterogenea di questi sotto il profilo della popolazione inclusa, della scelta degli *outcome*, della variabilità della lunghezza degli studi, dei relativi tempi di acquisizione e della disponibilità dei dati, hanno orientato il progetto verso una revisione di ordine narrativo.

### Caratteristiche degli studi

I cinque studi in questione sono stati pubblicati tra il 2008 e il 2013. Ulteriori dettagli sono disponibili in tabella 1.



**Fig. 1** - Diagramma di flusso della revisione.

### Rischio di *bias* negli studi

Il rischio di *bias* nei singoli studi è stato stabilito usando la "PEDro scale", coi seguenti risultati: due studi hanno raggiunto il punteggio di 5/10<sup>62, 63</sup>, uno il punteggio di 6/10<sup>65</sup>, un quarto quello di 7/10<sup>64</sup> e un ultimo il punteggio di 8/10<sup>61</sup>. Nessuno studio ha soddisfatto il criterio 6 dovuto all'impossibilità di determinare il cieco dei clinici verso i trattamenti compiuti. I dettagli sono disponibili in figura 2.

### Risultati dei singoli studi

I risultati dei singoli gruppi degli studi<sup>61-65</sup> sono disponibili in tabella 2. Ciascun Autore ha riportato gli *outcome* che ha ritenuto validi a rappre-

sentare la performance sportiva dei partecipanti, differenziandoli in una fase pre e post trattamento, ciascuno con un differente livello di dettaglio. I risultati delle variazioni inter-gruppi figurano come media e deviazioni standard, intervalli di confidenza al 95% e valori di significatività statistica, ognuno presente in tabella 3 e 4. Di ciascuno studio è riportato il trattamento elettivo rilevato in base all'analisi statistica dei risultati, i cui canoni di significatività sono riassunti in tabella 5. Almeno tre articoli<sup>61, 62, 64</sup> si sono pronunciati in favore dell'utilizzo della manipolazione spinale ai fini di un significativo incremento della prestazione atletica.



**Tab. 1** - Caratteristiche individuali degli studi.

Autore (anno)	Popolazione	Criteri di Inclusione	Criteri di Esclusione	Intervento (INT)	Controllo (CNT)	Outcomes
Botelho et al. (2012)	18 (judoka – nazionali); 0 dropouts.	Età: 15–30;  Pratica≥4 gg/sett;  Mai ricevuto cure chiropratiche;  Nessuna conoscenza di dette procedure;  Nessun cambiamento di routine fisiche o medicinali.	Anomalie vertebrali, fratture acute, infezioni in atto, cancro, ematomi, segni di deficit neurologico progressivo, malformazione di Chiari 1, dislocazioni vertebrali, segni di irritazione meningea, segni di instabilità articolare.	HVLA  3 sessioni ( 1/sett); n=27.  55 alla C-spine: C1–C2 (n= 27) 49.09%, C3–C4 (n= 4) 7.27%, C5–C6 (n= 14) 25.45%, C6–C7 (n= 7) 12.72%, C7–T1 (n= 3) 5.45%.	Sham HVLA  3 sessioni ( 1/sett); n=27.  3–5 drop su Thuli Table (Thuli Tables Inc, Dodgeville, WI).	Grip Strength (d e s), con dinamometro idraulico (in piedi, gomito Ad, Fl 90° Ir 45°).  N=3 pre e post intervento separate da 20 sec.  Media dei 3 valori.
Legenda: n (%)						
Costa et al. (2009)	43 (golfisti – club privato); 0 dropouts.	Maschi;  Età: 18–55;  Handicap:0–15;  Pratica=4h/sett.	Nessuno	HVLA + stretching statico.  4 sessioni ( 1/sett).	Stretching statico.  4 sessioni ( 1/sett).  Protocollo standard (20 sec per 11 posiz.).	Lanci full– swing, con metro da 100m.  N=3 pre e post intervento.  Media dei 3 valori.
Legenda: media ± SD						

(Segue)

**Tab. 1 -** Caratteristiche individuali degli studi. (Segue)

Autore (anno)	Popolazione	Criteri di Inclusione	Criteri di Esclusione	Intervento (INT)	Controllo (CNT)	Outcomes																					
Humphries et al. (2013)	24 (cestisti – associazioni locali); 0 dropouts.	Età: 14–55;  No CI riportate a manipolazione cervicale o attività fisica;  Consenso firmato;  Non affiliati al campus;  5/10 dalla lunetta.	CI per manipolazione cervicale;  Ricevuto manipolazione 2 gg. prima;  Refertate instabilità spinali, alterazione delle sensazioni periferiche, manifesta debolezza muscolare;  Infortunio ad arto superiore;  Dolore quot. >3 su NRS tra 0–10.	HVLA  1 sessione.  1 a C5–C6, unilaterale (verso s).	Sham HVLA  1 sessione.  Activator adjusting instrument (A.M.I., Phoenix, AZ).  0 forza, collo ruotato a d.	1) Grip Strength (mano dominante, ovvero d), con dinamometro idraulico (gomito Ad FI 90°);  2) 20 tiri liberi.																					
	<table><tr><td></td><td>INT Base</td><td>CNT Base</td></tr><tr><td>N</td><td>12</td><td>12</td></tr><tr><td>Età</td><td>26.3 ± 8.5</td><td>26.3 ± 10.0</td></tr><tr><td>Altezza (m)</td><td>1.81 ± 0.06</td><td>1.81 ± 0.07</td></tr><tr><td>Tiri liberi #</td><td>5.8 ± 1.1</td><td>6.1 ± 1.1</td></tr></table> Legenda: media ± SD		INT Base	CNT Base	N	12	12	Età	26.3 ± 8.5	26.3 ± 10.0	Altezza (m)	1.81 ± 0.06	1.81 ± 0.07	Tiri liberi #	5.8 ± 1.1	6.1 ± 1.1											
	INT Base	CNT Base																									
N	12	12																									
Età	26.3 ± 8.5	26.3 ± 10.0																									
Altezza (m)	1.81 ± 0.06	1.81 ± 0.07																									
Tiri liberi #	5.8 ± 1.1	6.1 ± 1.1																									
Sandell et al. (2008)	17 (podisti su media distanza – associazioni locali); 0 dropouts.	Maschi;  Età: 16–22;  Sani;  Corsa 800m in 2min;  Corsa 1500m in 4.00–4.10min.	CI generali al trattamento manuale;  Infortuni MSK gravi in atto;  Trattamento manuale nelle precedenti 4 sett.	HVLA + protocollo stretching  3 sessioni (1/sett).  SIJ (n=2 tentativi cad. per applicazione) ed anca (nd.).	Protocollo stretching  Hip flexor stretch a. e p.  2–3vv/g per 3 sett.	1) Ext anca, con Thomas test modificato*  2) Corsa a 30m, con fotocelle a 30 e 60m.  N=2 separate da 8–10min.  Miglior tempo.																					
	<table><tr><td></td><td>INT Base</td><td>CNT Base</td></tr><tr><td>N</td><td>8</td><td>9</td></tr><tr><td>Est. Anca Dx (cm)</td><td>–1.3 ± 4.2</td><td>–0.8 ± 5.8</td></tr><tr><td>Est. Anca Sn (cm)</td><td>–1.9 ± 5.5</td><td>–0.7 ± 5.2</td></tr></table> <table><tr><td></td><td>INT Base</td><td>CNT Base</td></tr><tr><td>N</td><td>8</td><td>9</td></tr><tr><td>Tempo corsa 30m (s)</td><td>3.55 ± 0.18</td><td>3.43 ± 0.19</td></tr></table> Legenda: media ± SD		INT Base	CNT Base	N	8	9	Est. Anca Dx (cm)	–1.3 ± 4.2	–0.8 ± 5.8	Est. Anca Sn (cm)	–1.9 ± 5.5	–0.7 ± 5.2		INT Base	CNT Base	N	8	9	Tempo corsa 30m (s)	3.55 ± 0.18	3.43 ± 0.19					
	INT Base	CNT Base																									
N	8	9																									
Est. Anca Dx (cm)	–1.3 ± 4.2	–0.8 ± 5.8																									
Est. Anca Sn (cm)	–1.9 ± 5.5	–0.7 ± 5.2																									
	INT Base	CNT Base																									
N	8	9																									
Tempo corsa 30m (s)	3.55 ± 0.18	3.43 ± 0.19																									

(Segue)

**Tab. 1 -** Caratteristiche individuali degli studi. (Segue)

Autore (anno)	Popolazione	Criteri di Inclusione	Criteri di Esclusione	Intervento (A)	Controllo (B)	Outcomes																								
Ward et al. (2012)	21 (atleti universitari); 1 dropout.	Età:20-35;  No CI riportate alla manipolazione toracolumbare o alla attività fisica;  Consenso firmato.	Chirurgia e fratture subite in anno u.s.;  Uso di farmaci cardiovascolari, tabagismo, BPCO, patologie neurologiche o ventilatorie, gravidanza, artrite reumatoide, trisomia 21, uso di Viagra o Cialis, anemia, epatopatie;  Dolore quoti. >3 su VAS tra 0-10.	HVLA  1 sessione  (1/sett x gruppo in crossing-over).  1 a D12-L1.	Nessun trattamento  (1/sett x gruppo in crossing-over).	Esercizio cardiovascolare progressivo al treadmill.  1) FC Max, con frequenzimetro;  2) Concentrazione ematica di lattato, con tester;  3) Sforzo percepito, con RPE Scale.  Protocollo corsa ad intensità crescente: 5mph con aumento di 0.5mph ogni 3 min fino alla soglia di 8mmol/L di lattato.  4 stage di misurazione: 5, 6, 7, 8 mph.																								
	<table><tr><td></td><td>AB Base</td><td>BA Base</td></tr><tr><td>N</td><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>Sesso M, F</td><td>5, 5</td><td>5, 5</td></tr><tr><td>Età</td><td>27.0 ± 3.9</td><td>27.9 ± 3.6</td></tr><tr><td>Altezza (m)</td><td>1.69 ± 0.08</td><td>1.67 ± 0.10</td></tr><tr><td>Peso (kg)</td><td>68.6 ± 7.9</td><td>74.1 ± 14.4</td></tr><tr><td>BMI (kg/m²)</td><td>24.0 ± 3.1</td><td>26.4 ± 3.1</td></tr><tr><td>FC Max</td><td>193.0 ± 3.9</td><td>192.1 ± 3.6</td></tr></table>		AB Base	BA Base	N	10	10	Sesso M, F	5, 5	5, 5	Età	27.0 ± 3.9	27.9 ± 3.6	Altezza (m)	1.69 ± 0.08	1.67 ± 0.10	Peso (kg)	68.6 ± 7.9	74.1 ± 14.4	BMI (kg/m²)	24.0 ± 3.1	26.4 ± 3.1	FC Max	193.0 ± 3.9	192.1 ± 3.6					
	AB Base	BA Base																												
N	10	10																												
Sesso M, F	5, 5	5, 5																												
Età	27.0 ± 3.9	27.9 ± 3.6																												
Altezza (m)	1.69 ± 0.08	1.67 ± 0.10																												
Peso (kg)	68.6 ± 7.9	74.1 ± 14.4																												
BMI (kg/m²)	24.0 ± 3.1	26.4 ± 3.1																												
FC Max	193.0 ± 3.9	192.1 ± 3.6																												

Legenda: media ± SD

Legenda: media ± SD

Kg=chilogrammo-forza. m=metro. #=valore numerico medio. cm=centimetro. s=secondo. mph=miglia orarie. bpm=battiti al minuto. mmol/l=millimoli per litro di sangue (concentrazione ematica). D=Arto destro. S=arto sinistro. \*Valori preceduti dal segno meno sono rappresentativi di angoli negativi (<0°) (il condilo laterale del femore è al di sotto dell'asse frontale di movimento della articolazione coxo-femorale); valori numerici positivi sono rappresentativi di angoli positivi (>0°) (il condilo laterale del femore è al di sopra dell'asse frontale di movimento della articolazione coxo-femorale).

Autore, anno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Totale
Botelho et al., 2012	X	X		X	X		X	X	X	X	X	8/10
Costa et al., 2009	X	X		X				X		X	X	5/10
Humphries et al., 2013	X	X		X				X		X	X	5/10
Sandell et al., 2008	X	X	X	X			X	X		X	X	7/10
Ward et al., 2012	X	X		X			X	X		X	X	6/10

Criteri. 1: Criteri di eleggibilità specificati; 2: Randomizzazione dei soggetti in gruppi; 3: Assegnazione nascosta; 4: Comparabilità baseline dei gruppi; 5: Cieco di tutti i soggetti; 6: Cieco di tutti i clinici coinvolti nella somministrazione del trattamento; 7: Cieco dei valutatori; 8: Adeguato follow-up (non inferiore all'85%); 9: Manifesta "intenzione al trattamento"; 10: Risultati di comparazione tra i gruppi, per almeno un obiettivo; 11: Provviste misure puntiformi e di variabilità per almeno un obiettivo. Note: il criterio 1 (validità esterna) non ha contribuito al totale, in riferimento alle raccomandazioni degli Autori<sup>57</sup>. X: Criterio "n" soddisfatto.

**Fig. 2 -** PEDro scale per il rating degli studi.

**Tab. 2** - Risultati dei singoli studi.

Autore (anno)	Misura di Outcome	Momento di misurazione	Media (SD) del gruppo di INT	Media (SD) del gruppo di CNT	P value
<b>Botelho et al. (2012)</b>	Media dei valori di forza (kg)	<i>PRE</i>			
		1 D	37.3 (±10.0)	39.0 (±12.3)	
		1 S	35.3 (±8.20)	37.6 (±12.6)	
		2 D	39.3 (±12.8)	40.7 (±14.9)	
		2 S	39.1 (±11.8)	39.6 (±11.8)	
		3 D	40.2 (±11.6)	40.2 (±14.3)	
		3 S	39.9 (±11.6)	40.3 (±12.3)	
		<i>POST</i>			
		1 D	39.8 (±10.4)	39.8 (±12.5)	
		1 S	39.7 (±11.3)	38.0 (±11.6)	
		2 D	41.6 (±11.6)	40.9 (±14.7)	
		2 S	41.3 (±11.2)	39.2 (±12.3)	
		3 D	41.2 (±11.6)	41.2 (±13.6)	
		3 S	41.2 (±11.9)	39.2 (±11.8)	
<b>Costa et al. (2009)</b>	Media delle lunghezze (m)	<i>PRE</i>			
		1	219.4 (±40.2)	205.4 (±25.4)	
		2	226.8 (±27.7)	210.2 (±24.7)	
		3	231.1 (±26.0)	208.6 (±25.1)	
		4	228.1 (±25.4)	211.8 (±21.2)	
		<i>POST</i>			
		1	228.2 (±23.0)	204.4 (±23.9)	
		2	229.4 (±31.3)	201.8 (±27.6)	
		3	235.4 (±25.1)	208.5 (±25.4)	
		4	236.3 (±23.8)	212.2 (±22.9)	
<b>Humphries et al. (2013)</b>	Media dei 20 tentativi (#) Media dei valori di forza (kg)	<i>Baseline</i>			
		Tiri liberi	10.6 (±2.8)	12.3 (±3.8)	.237
		Test forza	43.8 (±9.4)	42.2 (±11.2)	.696
		<i>Stage finale</i>			
		Tiri liberi	12.0 (±2.9)	11.3 (±3.2)	.553
<b>Sandell et al. (2008)</b>	Media dei gradi (cm)	<i>Baseline</i>			
		D	-1.3 (±4.2)	-0.8 (±5.8)	.73
		S	-1.9 (±5.5)	-0.7 (±5.2)	.73
		<i>Stage finale</i>			
	Picco di tempo (s)	D	-4.3 (±3.5)	0.0 (±5.4)	
		S	-4.5 (±3.7)	-0.3 (±4.8)	
		<i>Baseline</i>			
		Miglior tempo	3.55 (±0.18)	3.43 (±0.20)	
<b>Ward et al. (2012)</b>	Media dei valori della Scala di Borg (6-20)	<i>Baseline</i>			
		4 mmol/l	5.4	5.5	
		8 mmol/l	7.0	7.1	
		Media delle FC (bpm)	158	178.9	
		4 mmol/l	155.1	183.7	
		8 mmol/l	155.1	183.7	
		5 mph – 20p (10 AB – 10 BA)	9.6 (±1.9)	9.9 (±1.7)	.437
		6 mph – 20p (10 AB – 10 BA)	12.3 (±2.1)	12.4 (±2.4)	.716
		7 mph – 13p (7 AB – 6 BA)	13.5 (±2.1)	13.4 (±2.3)	.834
		8 mph – 8p (3 AB – 5 BA)	14.9 (±2.7)	15.9 (±2.9)	.088

I risultati sono riportati come media e deviazione standard. Essi sono relativi ai risultati dei singoli gruppi in un determinato istante di misurazione, e associati a indici di significatività statistica laddove dichiarati dagli Autori. Kg=chilogrammo-forza. m=metro. #=valore numerico medio. cm=centimetro. s=secondo. mph =miglia orarie. bpm=battiti al minuto. mmol/l=millimoli per litro di sangue (concentrazione ematica). p=partecipanti. D=Arto destro. S=arto sinistro.



**Tab. 3** - Risultati delle variazioni nei singoli studi.

Autore (anno)	Misura di Outcome	Momento di misurazione	Differenza media {anche %} oppure media (SD) e IC 95% INT   CNT	Trattamento di elezione	P value
<b>Botelho et al. (2012)</b>	Media dei valori di forza (kg) <i>HVLA vs Sham HVLA</i>	1 D 1 S 2 D 2 S 3 D 3 S 1x2 D 1x2 S 1x3 D 1x3 S	{6.95}   {2.28} {12.61}   {1.18} {5.85}   {0.55} {5.50}   {-0.93} {2.39}   {2.39} {3.16}   {-2.75} {11.53}   {4.94} {17.03}   {4.34} {10.53}   {5.70} {16.82}   {4.34}	HVLA	.0025
<b>Costa et al. (2009)</b>	Media delle lunghezze (m) <i>HVLA vs Stretching</i>	Sessione 1 2 3 4		HVLA	0.380 0.233 0.245 0.021
<b>Humphries et al. (2013)</b>	Media dei 20 tentativi (#) Media dei valori di forza (kg) <i>HVLA vs Sham HVLA</i>	Stage finale Tiri liberi  Test forza	1.4 ( $\pm 0.02$ ) da -2.9 a +0.05 -1.0 ( $\pm 0.057$ ) da -1.2 a +3.2 -0.5 ( $\pm 1.67$ ) da -2.3 a +3.3 0.7 ( $\pm 1.65$ ) da -4.5 a +3.2	Nessuno	0.058 0.339 0.699 0.710
<b>Sandell et al. (2008)</b>	Media dei gradi (cm) Picco di tempo (s) <i>HVLA + Standard stretching vs Standard stretching</i>	Stage finale Lato destro  Lato sinistro  Tempo corsa	-3.0 ( $\pm 2.4$ ) da -5.0 a -1.0 0.8 ( $\pm 1.2$ ) da -0.1 a +1.7 -2.6 ( $\pm 2.7$ ) da -4.9 a -0.4 0.3 ( $\pm 1.0$ ) da -0.4 a +1.1  -0.065 ( $\pm 0.084$ ) da -0.135 a +0.005 -0.003 ( $\pm 0.032$ ) da -0.028 a +0.022	HVLA	<.01  <.05  .057 .734
<b>Ward et al. (2012)</b>	Media delle velocità (mph) Media delle FC (bpm) Media dei valori della Scala di Borg (n) <i>HVLA vs nessun trattamento</i>	4 mmol/l 8 mmol/l  4 mmol/l 8 mmol/l  5 mph 6 mph 7 mph 8 mph	0.1 da -0.27 a +0.46 0.1 da -0.36 a +0.57  2.9 da -8.81 a +2.91 4.8 da -4.18 a +13.88  Nd da -0.49 a +1.09 Nd da -0.47 a +0.67 Nd da -0.54 a +0.44 Nd da -0.07 a +0.87	Nessuno	.591 .642  .305 .275  .437 .716 .834 .088

I risultati sono riportati come media, anche percentile, deviazioni standard ed intervalli di confidenza al 95%. Essi sono relativi ai cambiamenti tra gruppi in un determinato istante di misurazione, secondo i dati dichiarati nei singoli studi. Kg=chilogrammo-forza. m=metro. #=valore numerico medio. cm=centimetro. s=secondo. mph =miglia orarie. bpm=battiti al minuto. mmol/l=millimoli per litro di sangue (concentrazione ematica). D=Arto destro. S=arto sinistro. Nd: valore non dichiarato dagli Autori.

**Tab. 4** - Ulteriori risultati delle variazioni dei singoli studi.

Autori (anno)	Misurazioni	Media INT	Media CNT	P value INT	P value CNT	P value Delta PRE	P value Delta POST	Cohen d
<b>Botelho et al. (2012)</b>	<i>PRE - POST</i>							
	1 D	37.26 - 39.85	38.96 - 39.85	.002	.111			
	1 S	35.25 - 39.70	37.55 - 38.00	.013	.720			
	2 D	39.26 - 41.55	40.66 - 40.88	.070	.822			
	2 S	39.18 - 41.26	39.55 - 39.18	.079	.694			
	3 D	40.22 - 41.18	40.22 - 41.18	.468	.344			
	3 S	39.92 - 41.18	40.29 - 39.19	.058	.051			
	1x2 D	37.26 - 41.55	38.96 - 40.88	.007	.304			
	1x2 S	37.25 - 41.26	37.55 - 39.18	.002	.146			
	1x3 D	37.26 - 41.18	38.96 - 41.18	.047	.091			
	1x3 S	37.25 - 41.18	37.55 - 39.18	.005	.070			
	2 D vs S			.6777				
<b>Costa et al. (2009)</b>	<i>Sessione</i>							
	1 x 2					0.112	0.868	
	1 x 3					0.082	0.103	
	1 x 4					0.089	0.015	
	2 x 3					0.591	0.034	
	2 x 4					0.584	0.014	
	3 x 4					1.000	0.351	
<b>Sandell et al. (2008)</b>	<i>Effect size: Variazioni di velocità di corsa*</i>							1.06

*I risultati sono riportati come media o valori di significatività (variazioni intra-gruppo). Le variazioni inter-gruppo (Delta) sono specificate come tali, in base a quanto fornito dagli Autori. D=Arto destro. S=arto sinistro.*

*\*Relativa analisi post hoc tra risultati di significatività e variabilità, rileva un potere del 60%.*

## Rischio di *bias* tra gli studi

Potenziali *bias* di aspettativa sono imputabili all'assenza del cieco da parte degli operatori e di un adeguato cieco dei partecipanti in almeno 4 studi<sup>62-65</sup>. In particolare, nello studio di Ward et al.<sup>65</sup> la popolazione è costituita integralmente da studenti di chiropratica la cui aspettativa ha potuto alterare i risultati in direzione dell'intervento. Inoltre, non è ipotizzabile un vero gruppo di controllo del placebo per almeno 4 dei 5 studi<sup>62-65</sup>; contrariamente allo studio di Botelho et al.<sup>61</sup>, in essi non vengono dichiarate le condizioni di partenza dei partecipanti verso la pratica manipolativa. Altresì, nonostante le misure cautelari predisposte in Botelho et al.<sup>61</sup> verso il *bias* del placebo, non è chiaro quale affidabilità abbiano in un con-

testo di cameratismo come quello tra partecipanti della medesima squadra, condizione in grado di influire potenzialmente sui risultati.

## DISCUSSIONE

### Sintesi delle evidenze

Cinque studi clinici controllati randomizzati<sup>61-65</sup> sono stati riportati allo scopo di determinare l'efficacia della manipolazione vertebrale HVLA nell'incrementare la prestazione atletica. Sono emersi protocolli sperimentali vari e originali di ciascuno studio, a dimostrazione implicita della novità del campo di lavoro e dell'acerbità dei riferimenti bibliografici. Tale variabilità intrin-



**Tab. 5** - Dettaglio sulla scelta degli strumenti per l'analisi statistica delle variazioni.

<b>Autori (anno)</b>	<b>Analisi statistica per le variazioni</b>	<b>Livello di significatività statistica (<math>\alpha</math>)</b>
<b>Botelho et al. (2012)</b>	Fisher exact test* Paired-sample <i>t</i> test Paired-sample <i>t</i> test con correzione Welch	$\leq 5\%^{**}$
<b>Costa et al. (2009)</b>	Student <i>t</i> test* Mann-Whitney <i>U</i> test* One-way ANOVA	$= 5\%$
<b>Humphries et al. (2013)</b>	Paired-sample <i>t</i> test	$\leq .05$
<b>Sandell et al. (2008)</b>	Mann-Whitney <i>U</i> test Wilcoxon sign-rank test	$< .05^{**}$
<b>Ward et al. (2012)</b>	Paired-sample <i>t</i> test con correzione Bonferroni	$\leq .00625$

\* Utilizzati per l'analisi delle differenze ai baseline values.

\*\*Adottato in termini generici o non altrimenti specificati dagli Autori.

seca, unita all'impostazione pionieristica e ad una attuale mancanza di consenso al criterio di indagine, si evidenzia attraverso dei risultati ottenuti a partire da strategie differenti nel recepirli. Ciononostante, i protocolli di analisi e i sistemi di misurazione si sono dimostrati simili nell'impostazione, condizione favorevole ad inferire i risultati. Quattro studi su cinque<sup>61, 63-65</sup> hanno riportato una media (classica o percentile) delle differenze, corredata di intervallo di confidenza al 95% o altrimenti già espressa in valori di significatività<sup>62</sup>. Tre dei cinque studi<sup>61, 62, 64</sup> hanno riscontrato, con sufficiente rigore e contro un gruppo di controllo, effetti positivi a favore dell'uso della manipolazione HVLA allo scopo di aumentare la performance atletica. I miglioramenti sono stati associati ad una crescita progressiva nell'arco della sperimentazione, con una significativa e netta distinzione tra i valori iniziali e finali del trattamento (tabelle 3 e 4). Una differenza sostanziale tra gli studi che hanno dimostrato una significatività statistica<sup>61, 62, 64</sup> dei reperimenti e i due che hanno riportato la non-significatività dei propri risultati<sup>63, 65</sup> è rappresentata dalla durata della somministrazione. Negli studi di Botelho et al.<sup>61</sup> e Sandell et al.<sup>64</sup> gli Autori hanno

intrapreso un protocollo di sperimentazione dalla durata di tre settimane e in quello di Costa et al.<sup>62</sup> uno studio di quattro. In contrapposizione a questi, gli studi di Humphries et al.<sup>63</sup> e Ward et al.<sup>65</sup> hanno avuto una durata rispettiva di due settimane e di una. Inoltre, dato il desing sovrapposizionale dello studio di Humphries et al.<sup>63</sup> ciascun gruppo ha sperimentato la condizione di intervento una sola volta: una quantità equivalente a quello di Ward et al.<sup>65</sup>. Fermo restando la quantità di sessioni a settimana, costante in tutti gli studi (sommazione spaziale), si evidenzia quanto quelli della durata superiore alle tre settimane abbiano prodotto risultati netti di significatività rispetto a quelli in cui l'intervento non sia stato condotto oltre le due. La dichiarata vocazione degli ultimi due studi<sup>63, 65</sup> di indagare l'effetto della manipolazione nell'immediato termine risponde, negli ovvi limiti, all'interrogativo sull'efficacia del singolo evento manipolativo in rapporto al quesito. È ipotizzabile che una relazione di successo risieda nella sommazione temporale degli stimoli che si concretizzi in una presa in carico più lunga e peraltro coerente, in termini di posologia e durata, con le raccomandazioni cliniche degli attuali pro-

tocolli terapeutici di esercizio e terapia manuale, la cui durata a medio-lungo termine ed il cui impatto attengono a solidi effetti neurofisiologici e non ad un singolo evento che pretenda di migliorare o correggere relazioni biomeccaniche, non meglio note.

Un'ulteriore differenza tra gli studi che hanno dimostrato rilevanza statistica e quelli dimostratisi non rilevanti ai fini del quesito è rappresentata dal livello e dal numero di applicazioni eseguite. Mentre Botelho, Costa, Sandell e i loro colleghi di studio<sup>61, 62, 64</sup> parlano di multiple applicazioni e segmenti dichiarandone il numero totale per livello rachideo (Botelho et al.<sup>61</sup>) o il numero di tentativi effettuati (Sandell et al.<sup>64</sup>), i clinici nordamericani dello stato del Texas (Humphries et al.<sup>63</sup> e Ward et al.<sup>65</sup>) hanno dichiarato di aver eseguito manipolazione a un solo segmento, laddove persino in un'unica direzione (Humphries et al.<sup>63</sup>). Trascendendo i motivi che hanno indotto i clinici dei suddetti cinque studi<sup>61-65</sup> a soffermarsi su un segmento piuttosto che un altro, risulta incontrovertibile che gli Autori dei primi tre studi<sup>61, 62, 64</sup> abbiano eseguito una media superiore ad almeno 2 applicazioni a segmento per singolo soggetto, il doppio rispetto ai secondi<sup>63, 65</sup>. I risultati di significatività statistica dei primi tre studi<sup>61, 62, 64</sup>, con un particolare riferimento allo studio di Botelho et al.<sup>61</sup> per il maggior rigore, l'utilizzo dichiarato di multipli segmenti e la marcata variazione statisticamente significativa tra i gruppi, sostengono l'idea che il beneficio del trattamento manipolativo sia riposto nel coinvolgimento di multiple strutture nell'atto dell'applicazione della tecnica. Una tesi, questa, che va nella direzione del principio clinico terapeutico secondo cui il coinvolgimento multiplice di segmenti vertebrali adiacenti, indotto da multiple cavitazioni ed elicitando multipli suoni, rappresenti una scelta di elezione del clinico per perseguire gli effetti biomeccanici e neurofisiologici ad essi attribuiti<sup>21-31</sup> oltre che per rispettare la preferenza del paziente, sia in riferimento alla propria cultura sia alla propria ordinaria consapevolezza<sup>9</sup>. Inoltre, è venuto recentemente ad essere dimostrato che alcuni elementi distintivi della manipolazione<sup>8-10</sup> – cavitazione e *popping sound* – sussistano indipendentemente in quantità e modi non predefiniti, e come possano essere compresenti in configurazioni non direttamente e reciprocamente causali, condizione che rende imprevedibile per il clinico assumere di poterne

determinare l'origine o realistico riuscire a colpire selettivamente un bersaglio isolato, in termini assoluti<sup>66, 67</sup>. Alla luce di quanto già noto, non sembra pertanto casuale che i due articoli a non aver rilevato significatività statistica per i propri risultati siano stati gli unici studi in cui gli Autori abbiano espressamente dichiarato di non ricercare alcun suono udibile nell'esecuzione di una tecnica HVLA, peraltro concepita all'isolazione intenzionale di un bersaglio.

Tali considerazioni sono identificative di due precisi studi che hanno ricercato gli stessi *outcome* con la medesima strumentazione: Botelho et al.<sup>61</sup> e Humphries et al.<sup>63</sup> misuratisi in direzione della forza massimale della stretta di mano, con approcci sperimentali opposti e forieri di esiti ben distinti (tabella 3).

Tutti gli interventi riportati negli studi inclusi nella revisione sono stati eseguiti da chiropratici, una condizione unificante sul piano del confronto. Gli interventi manipolativi rispondono ai dettami delle tecniche chiropratiche di Bergmann e Peterson<sup>68</sup>: dei *thrust* HVLA, privi di noti elementi ritenuti distintivi<sup>8-10</sup>, concepiti per “aggiustare” segmenti “sbilanciati” nell'atto di indurre un “ripristino articolare”. Fermo restando l'autoreferenzialità propria e il rilievo puramente aneddotico di una tale caratterizzazione, si solleva l'interrogativo sulle premesse deontologiche di una simile scelta clinica. In Sandell et al.<sup>64</sup> più volte gli Autori palesano l'inappropriatezza etica e terapeutica della chiropratica per soggetti asintomatici e clinicamente sani, avanzando la convinzione che «sarebbe esecrabile trattare soggetti sani mediante manipolazioni HVLA per fini ergogenici in assenza di “restrizioni articolari” [...] poiché ciò potrebbe indurre lesioni iatrogene»<sup>64</sup>. Pur essendo l'attendibilità di simili sentenze esigua e preconcepita giacché in palese contraddizione delle evidenze scientifiche<sup>46-56</sup>, essa ben compendia l'identità pseudoscientifica della comune base ideologica chiropratica in grado di influenzare, da un lato, le scelte dei clinici sulla selezione del livello e del numero di applicazioni, e convenientemente insufficiente, dall'altro, a dissuaderne l'impiego. Da ciò è possibile spiegare l'atteggiamento degli Autori<sup>61-65</sup> nell'aver ricercato, arbitrariamente e con metodiche proprie scarsamente valide e riproducibili, delle “restrizioni” in soggetti sani e non sintomatici, del resto non obietivate. Appare evidente che sulla base di queste ultime si giustifichino la

presa in carico dei soggetti da parte dell'operatore e la sussistenza del trattamento sperimentale, evidenziando tutti i limiti e i conflitti, morali e sanitari, che esso comporta tanto in relazione alla pratica professionale quanto all'indagine scientifica nel preciso ambito di lavoro. Spiegazione di questo retaggio dogmatico e artefatto procedurale è forse da ricercare nelle parole degli Autori in Botelho et al.<sup>61</sup> che, esordendo nello studio, identificano la chiropratica nel novero delle tecniche terapeutiche alternative.

In base a quanto noto, la presente è la prima revisione che si propone di indagare l'efficacia della manipolazione HVLA ai fini dell'incremento prestazionale sportivo. Malgrado l'eterogeneità degli studi attualmente esistenti, i risultati indicano che la manipolazione spinale HVLA è un trattamento valido nell'indurre un incremento prestazionale atletico in condizioni di somministrazione che comprendano erogazioni su molteplici distretti rachidei a medio-lungo termine, specie se in unione a protocolli di allungamento standardizzati. La relazione che unisce le manipolazioni vertebrali HVLA alla performance atletica è ai suoi esordi e necessita di ulteriori approfondimenti da parte dei professionisti della sanità.

## Limiti

La presente revisione ha i limiti di aver condotto una ricerca su articoli di sola lingua Inglese e di non aver prodotto una meta-analisi statistica.

## CONCLUSIONI

La manipolazione vertebrale HVLA è un intervento sicuro in grado di migliorare la performance atletica se somministrata secondo precise modalità di erogazione. Sono necessari ulteriori studi con un più ampio bacino di partecipanti per definirne i migliori modelli di applicazione della tecnica e la somministrazione più efficace atte a migliorare le prestazioni atletiche.

## APPENDICE 1. STRINGA DI RICERCA

### Database: PubMed

#1 Termine MeSH "manipulation, spinal", percorso intero.

#2 Termine MeSH "manipulation, orthopedic", percorso intero.

#3 Termine MeSH "manipulation, osteopathic", percorso intero.

#4 Termine MeSH "manipulation, chiropractic", percorso intero.

#5 manip\*

#6 mobiliz\*

#7 mobilis\*

#8 "thrust"

#9 "grade 5"

#10 "high velocity"

#11 osteopath\*

#12 chiropr\*

#13 [OR #1 - #12]

#14 Termine MeSH "sports"

#15 sports performance

#16 exercise performance

#17 athlet\*

#18 play\*

#19 [OR #14 - #19]

#20 Tipo di pubblicazione "Clinical Trial"

#21 Tipo di pubblicazione "Randomized Controlled Trial"

#22 Tipo di pubblicazione "Controlled Clinical Trial"

#23 random\*

#24 clinical trial

#25 controlled trial

#26 [OR #20 - #25]

#27 [#13 AND #19 AND #26]

Preferenze: pubblicazioni in lingua Inglese.

## BIBLIOGRAFIA

1. Pettman E., *A History of Manipulative Therapy*, J Man Manip Ther 2007.
2. Mintken P.E. et al., *A Model for Standardizing Manipulation Terminology in Physical Therapy Practice*, J Man Manip Ther 2008.
3. Hood, W.P., *On Bone-Setting, (So Called), and Its Relation to the Treatment of Joints Crippled by Injury, Rheumatism, Inflammation*, MacMillan & Co., London and New York 1871.
4. Mennell J., *The science and art of joint manipulation*, in *The Spinal Column*, vol. II., Blakiston Co., Philadelphia 1952.
5. Olson K., *Manual Physical Therapy of the Spine*, Saunders Elsevier, St. Louis, MO 2009.
6. Stanley V.P., *Past Present and Future of Joint Manipulation*, University of St. Augustine 2012.
7. International Federation of Orthopaedic Manual Physical Therapists, *Glossary of terminology. Supplement to the Standards Document*, IFOMPT, Auckland, New Zealand 2010.
8. Evans D.W., Lucas N., *What is 'manipulation'? A reappraisal*, Man Ther 2010.
9. Sandoz R., *The significance of the manipulation crack and of other articular noises*, Ann of Swiss Chiro Assoc 1969.
10. McCarthy C.J. et al., *Spinal manipulation*, in Jull G., Moore A., Falla D., Lewis J., McCarthy C., Sterling M. (Eds.) *Grieve's modern musculoskeletal Physiotherapy*, 4<sup>th</sup> ed., Elsevier, London 2015.
11. Sandoz R., *Some physical mechanisms and effects of spinal adjustments*, Ann Swiss Chiro Assoc 1976.
12. Unsworth A. et al., *A bioengineering study of cavitation in the metacarpophalangeal joint*, Ann Rheum Dis 1971.
13. Kawchuk G.N. et al., *Real-Time Visualization of Joint Cavitation*, PLoS ONE 2015.

14. Brodeur R., *The audible release associated with joint manipulation*, J Manipulative Physiol Ther 1995.
15. Méal G.M., Scott R.A., *Analysis of the joint crack by simultaneous recordings of the sound and tension*, J Manipulative Physiol Ther 1986.
16. Conway P.J. et al., *Forces required to cause cavitation during spinal manipulation of the thoracic spine*, Clin Biomech 1993.
17. Cramer G.D. et al., *Effects of side posture positioning and side posture adjusting on the lumbar zygapophysial joints as evaluated by magnetic resonance imaging: a before and after study with randomization*, J Manipulative Physiol Ther 2000.
18. Cramer G.D. et al., *Evaluating the relationship among cavitation, z joint gapping, and spinal manipulation: an exploratory case series*, J Manipulative Physiol Ther 2011.
19. Cramer G.D. et al., *Quantification of cavitation and gapping of lumbar zygapophysial joints during spinal manipulative therapy*, J Manipulative Physiol Ther 2012.
20. Lehman G.J., McGill S.M., *The influence of a chiropractic manipulation on lumbar kinematics and electromyography during simple and complex tasks: a case study*, J Manipulative Physiol Ther 1999.
21. Sung Y.B. et al., *Effects of thoracic mobilization and manipulation on function and mental state in chronic lower back pain*, J Phys Ther Sci 2014.
22. Dunning J.R. et al., *Upper cervical and upper thoracic thrust manipulation versus nonthrust mobilization in patients with mechanical neck pain: a multicenter randomized clinical trial*, J Orthop Sports Phys Ther 2012.
23. Dunning J.R. et al., *Upper cervical and upper thoracic manipulation versus mobilization and exercise in patients with cervicogenic headaches: a multi-center randomized clinical trial*, BMC Musc Dis 2016.
24. Bronfort G. et al., *Efficacy of spinal manipulation and mobilization for low back pain and neck pain: a systematic review and best evidence synthesis*, Spine J 2004.
25. Lehman G.J. et al., *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.
26. Dunning J.R., Rushton A., *The effects of cervical high-velocity low-amplitude thrust manipulation on resting electromyographic activity of the biceps brachii muscle*, Man Ther 2009.
27. Clark C.B. et al., *Neurophysiologic effects of spinal manipulation in patients with chronic low back pain*, BMC Musc Dis 2011.
28. Martínez-Segura R. et al., *Immediate effects on neck pain and active range of motion after a single cervical high-velocity low-amplitude manipulation in subjects presenting with mechanical neck pain: a randomized controlled trial*, J Manipulative Physiol Ther 2006.
29. Bialosky J.E. et al., *The relationship of the audible pop to hypoalgesia associated with high velocity, low amplitude thrust manipulation: A secondary analysis of an experimental study in pain free participants*, J Manipulative Physiol Ther 2010.
30. Teodorczyk-Injeyan J.A. et al., *Spinal manipulative therapy reduces inflammatory cytokines but not substance P production in normal subjects*, J Manipulative Physiol Ther 2006.
31. Brennan P.C. et al., *Enhanced phagocytic cell respiratory burst induced by spinal manipulation: potential role of substance P*, J Manipulative Physiol Ther 1991.
32. Reggars J.W., *The therapeutic benefit of the audible release associated with spinal manipulative therapy. A critical review of the literature*, Australas Chiropr Osteopathy 1998.
33. Bishop M.D. et al., *Patient expectations of benefit from interventions for neck pain and resulting influence on outcomes*, J Orthop Sports Phys Ther 2013.
34. Bialosky J.E., et al., *The influence of expectation on spinal manipulation induced hypoalgesia: an experimental study in normal subjects*, BMC Musc Dis 2008.
35. George S.Z., Robinson M.E., *Dynamic nature of the placebo response*, J Orthop Sports Phys Ther 2010.
36. Koshi E.B., Short C.A., *Placebo theory and its implications for research and clinical practice: a review of the recent literature*, Pain Pract 2007.
37. Bigos S. et al., *Acute low back problems in adults. Clinical practice guideline No. 14*. AHCPR publication No. 95-0642. Rockville, MD: Agency for Health Care Policy and Research, Public Health Service, U.S. Department of health and Human Services; 1994.
38. AAC and the National Health Committee, *New Zealand Acute Low Back Pain Guide*, Wellington, New Zealand 1997.
39. Danish Institute for Health Technology Assessment, *Low back pain. Frequency, management and prevention from an HTA perspective*, Copenhagen, Denmark 1999.
40. Royal College of General Practitioners, *Clinical Guidelines for the Management of Acute Low Back Pain*, London, RCGP, 1996 and 1999.
41. National Institute for Health and Clinical Excellence, *Low back pain. Early management of persistent non-specific low back pain*, NICE clinical guideline 88 Developed by the National Collaborating Centre for Primary Care 2009.
42. van Tulder M. et al., *European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care*, Eur Spine J 2006.
43. Wong J.J. et al., *Clinical practice guidelines for the noninvasive management of low back pain: A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration*, Eur J Pain 2017.
44. Côté P. et al., *Management of neck pain and associated disorders: A clinical practice guideline from the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration*, Eur Spine J 2016.
45. Gross A.R. et al., *A Cochrane review of manipulation and mobilization for mechanical neck disorders*, Spine (Phila Pa 1976) 2004.
46. Haldeman S., Rubinstein S.M., *Cauda equina syndrome in patients undergoing manipulation of the lumbar spine*, Spine (Phila Pa 1976) 1992.
47. Thomas L.C., *Cervical arterial dissection: An overview and implications for manipulative therapy practice*, Man Ther 2016.
48. Symons B.P. et al., *Internal forces sustained by the vertebral artery during spinal manipulative therapy*, J Manipulative Physiol Ther 2002.
49. Austin N. et al., *Microstructural damage in arterial tissue exposed to repeated tensile strains*, J Manipulative Physiol Ther 2010.
50. Herzog W. et al., *Vertebral artery strains during high-speed, low amplitude cervical spinal manipulation*, J Electromyogr Kinesiol 2012.
51. Piper S.L. et al., *Quantifying strain in the vertebral artery with simultaneous motion analysis of the head and neck: A preliminary investigation*, Clin Biomech 2014.

52. Mitchell J., *Doppler insonation of vertebral artery blood flow changes associated with cervical spine rotation: Implications for manual therapists*, Physiother Theory Pract 2007.
53. Buzzatti L. et al., *Atlanto-axial facet displacement during rotational high-velocity low-amplitude thrust: An in vitro 3D kinematic analysis*, Man Ther 2015.
54. Quesnele J.J. et al., *Changes in vertebral artery blood flow following various head positions and cervical spine manipulation*, J Manipulative Physiol Ther 2014.
55. Thomas L.C. et al., *Effect of Selected Manual Therapy Interventions for Mechanical Neck Pain on Vertebral and Internal Carotid Arterial Blood Flow and Cerebral Inflow*, Phys Ther 2013.
56. Chung C.L.R. et al., *The association between cervical spine manipulation and carotid artery dissection: A systematic review of the literature*, J Manipulative Physiol Ther 2015.
57. Johnson D., Rogers M., *Spinal Manipulation*, Phys Ther 2000.
58. Moher D. et al., *Preferred reporting items for systematic reviews and metaanalyses: the PRISMA statement*, Br Med J 2009.
59. Cooke A. et al., *Beyond PICO: the SPIDER tool for qualitative evidence synthesis*, Qual Health Res 2012.
60. Maher C.G. et al., *Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials*, Phys Ther 2003.
61. Botelho M.B., Andrade B.B., *Effect of cervical spine manipulative therapy on judo athletes' grip strength*, J Manipulative Physiol Ther 2012.
62. Costa S.M.V. et al., *Effect of spinal manipulative therapy with stretching compared with stretching alone on full-swing performance of golf players: a randomized pilot trial*, J Chiropr Med 2009.
63. Humphries K.M. et al., *Immediate effects of lower cervical spine manipulation on handgrip strength and free-throw accuracy of asymptomatic basketball players: a pilot study*, J Chiropr Med 2013.
64. Sandell J., et al., *Effect of chiropractic treatment on hip extension ability and running velocity among young male running athletes*, J Chiropr Med 2008.
65. Ward J.S. et al., *Thoracolumbar spinal manipulation and the immediate impact on exercise performance*, J Chiropr Med 2012.
66. Dunning J. et al., *Bilateral and multiple cavitation sounds during upper cervical thrust manipulation*, BMC Musc Dis 2013.
67. Dunning J. et al., *Cavitation sounds during cervicothoracic spinal manipulation*, Int J Sports Phys Ther 2017.
68. Bergmann T.F., Peterson D.H., *Chiropractic technique: principles and procedures*, 3<sup>rd</sup> ed., Elsevier, St. Louis 2011.

#### **CORRISPONDENZA:**

Antimo Mirko Ciccarelli  
Via Provinciale per Cicciano, 17, 80030, Comiziano (NA)  
Tel.: +39 3271965771  
email: antimomirko@gmail.com

Alessandro Andreani  
Via Molino del piano, 5, 19033 Castelnuovo Magra (SP)  
Tel.: +39 3487684987  
email: aless39@gmail.com