



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Università degli Studi di Genova**

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze

Materno-Infantili

### **Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici**

A.A. 2018/2019

Campus Universitario di Savona

**"Il ruolo delle manipolazioni vertebrali (HVLA)  
nel trattamento conservativo della scoliosi  
idiopatica adolescenziale (AIS): una revisione  
della letteratura."**

Candidato:

**Mazza Elena**

Relatore:

**Storari Lorenzo**

# INDICE

<b>1.INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2.MATERIALI E METODI</b>	<b>6</b>
2.1.Strategia di ricerca	6
2.2.Criteri di selezione	6
2.3.Estrazione dei dati	7
2.4.Misure di outcomes	7
2.5.Indice di concordanza tra revisori	8
2.6.Valutazione del Risk of Bias	8
2.7.Analisi dei dati	8
<b>3.RISULTATI</b>	<b>10</b>
3.1.Selezione degli studi	10
3.2.Caratteristiche degli studi	10
3.2.1.Campione di studio	10
3.2.2.Intervento studiato	11
Durata intervento	12
Follow-up	13
Drop-outs	14
Eventi avversi	14
3.2.3.Misure di outcomes e efficacia dell'intervento	15
3.3.Valutazione Qualità e Risk of bias	16
3.4.Indice di concordanza tra revisori	17
<b>4.DISCUSSIONE</b>	<b>22</b>
4.1.Nomenclatura e individuazione dell'intervento studiato	22
4.2.Ricerca e selezione degli studi	22
4.3.Discussione dei risultati	22
4.3.1.Disegno di studio	22
4.3.2.Effect size	23
4.3.3.Intervento studiato	23
4.3.4.Misure di outcome	23
4.3.5.Segnalazione degli eventi avversi	24
4.3.6.Follow-up e stadiazione di Risser	24
4.3.7.Limiti e Punti di forza	25

4.4.Applicabilità	26
4.5.Consistenza	26

# 1.INTRODUZIONE

La scoliosi (dal greco *skolios*: ricurvo, tortuoso) è una deformità tridimensionale della colonna. In base alla riducibilità della curva si distingue una curva riducibile da una non riducibile. Nel primo caso la curva scompare in posizione supina, non sono presenti gibbi e nemmeno alterazioni radiografiche, si parla di “atteggiamento scoliotico”, nel secondo caso l’alterazione è permanente anche al variare della posizione, sono presenti alterazioni radiografiche ed è presente il gibbo[1]. Il termine scoliosi idiopatica è stato introdotto da Kleinberg, ed è applicato a tutti i pazienti per i quali non è possibile trovare una causa specifica all’origine della deformità [2].

Esistono molte classificazioni della scoliosi idiopatica, la più comune è basata sull’età di esordio dei sintomi: “infantile” quando viene diagnosticata durante i primi 3 anni, “giovanile” dai 3 ai 10 anni, “adolescenziale” dopo i 10 anni, “dell’adulto” dopo i 18 anni[1,3]. Esiste una classificazione in base agli angoli di Cobb che distingue una condizione “lieve” per una curva entro i 20°, da una “moderata” che misura dai 21° ai 35°, da una “grave” tra i 41° ai 50° o “molto grave” oltre i 55°[1]. Questa classificazione è determinante nella scelta della terapia. Vi è poi una classificazione topografica in base alla localizzazione della curva: cervicale, cervico-toracica, toracica, toraco-lombare o lombare. Questa classificazione non indica la gravità della patologia, non ci sono correlazioni tra la gravità della curva e la sua localizzazione[1]. Attualmente, la classificazione più utilizzata è quella di Lenke, utile nella selezione dei livelli di trattamento chirurgico della AIS[4].

L’indice più utilizzato per la misurazione della deformità è l’angolo di Cobb, ottenuto dall’incrocio della linea parallela al plateau superiore o inferiore della vertebra dell’estremità superiore della curva e la linea parallela al plateau inferiore della vertebra inferiore della curva sulla proiezione frontale dell’immagine radiografica[3]. La Scoliosis Research Society (SRS) suggerisce che la diagnosi è confermata quando l’angolo di Cobb è di 10° o superiore e si può riconoscere la rotazione assiale[5].

La scoliosi idiopatica adolescenziale (con angolo di Cobb >10°) ha una prevalenza nella popolazione generale che va dallo 0.93% al 12%: dal 2% al 3% è il valore più comune in letteratura[1]. Circa il 10% di questi casi richiede un intervento conservativo, mentre lo 0,1%-0,3% necessita di intervento chirurgico[6]. Una volta raggiunta la maturità scheletrica, se i gradi dell’angolo di Cobb superano la “soglia critica”, che va dai 30° ai 50°, c’è un alto rischio di sviluppare problematiche nell’età adulta[1]. Solo per pochi pazienti è possibile determinare una causa della scoliosi. Le cause più frequenti sono le malformazioni congenite del rachide o del torace, e patologie correlate a disordini neurologici o muscolari.

Per tutti gli altri si ricorre alla definizione di scoliosi idiopatica, considerata come una patologia genetica multifattoriale complessa[7]. La scoliosi idiopatica può comparire in qualunque momento della vita, ma il momento dello sviluppo dello scheletro assiale rappresenta il momento critico per il possibile sviluppo di una scoliosi. Generalmente si manifesta nei picchi di crescita: 6-24 mesi; 5-8 anni; 11-24 anni. Il rischio di progressione è maggiore con angolo di Cobb maggiore di 30°, mentre le curve meno gravi tendono ad essere stabili[8].

La valutazione del paziente con scoliosi include l'esame posturale e funzionale, per i quali è previsto l'utilizzo di strumenti di valutazione quali il filo a piombo e lo scoliometro [7]. Inoltre è fondamentale la valutazione radiografica che permette di misurare numerosi parametri, tra i quali: la "deflessione laterale" (angolo di Cobb), la rotazione vertebrale, il grado di maturità ossea, l'angolo ileo-lombare, l'angolo di inclinazione costale e l'eterometria degli arti inferiori[7]. E' importante anche un'accurata valutazione della capacità vitale ed una sua periodica rivalutazione[7]. Infine, è opportuno eseguire una valutazione estetica, fattore importante nei pazienti adolescenti nei quali il sé e l'immagine corporea sono ancora in fase di sviluppo[1]. Lo strumento principale per la valutazione estetica è il TRACE (TRunk Aesthetic Clinical Evaluation), che ha lo scopo di quantificare l'impatto estetico della deformità sulla postura del soggetto[9].

La gestione della AIS è mirata a prevenire la progressione della curva e le disfunzioni respiratorie, alla riduzione del dolore al rachide ed al miglioramento dell'impatto estetico[1]. La gestione appropriata di solito si articola in: osservazione per una curva <25°, utilizzo di un corsetto e/o riabilitazione ospedaliera intensiva per curve tra 25° e 45°, intervento chirurgico quando la curva è progredita oltre 45°[10]. L'osservazione di solito prevede una valutazione clinica e, in alcuni casi, radiologica ogni 6-12 mesi[10]. La riabilitazione ospedaliera intensiva comprende una combinazione di intervento fisioterapico con esercizi, ed è generalmente consigliato per curve tra i 30° e i 40°, con o senza corsetto[1]. È stato dimostrato che l'utilizzo del corsetto riduce significativamente il rischio di progressione in curve ad alto rischio.[11]

Il trattamento conservativo prevede anche l'esercizio terapeutico, la terapia fisica e la terapia manuale. Gli esercizi specifici per la scoliosi possono essere utilizzati come trattamento primario della AIS per le curve lievi, contemporaneamente al corsetto per curve moderate e nell'adulto se la curva della scoliosi supera determinate soglie[12]. Prove di qualità moderata suggeriscono che un programma di esercizi è superiore rispetto ai controlli per ridurre l'angolo di Cobb e migliorare la qualità della vita nei pazienti con AIS[13]. Tuttavia, la presenza di eterogeneità nei protocolli di esercizi, limita la validità di questi risultati[13]. La

terapia manuale è meno comune nel trattamento dell'AIS. Tuttavia, la capacità della terapia manuale di migliorare la mobilità (ROM) e ridurre il tono muscolare e il dolore può essere utile nel trattamento della AIS[14]. Ciononostante, ad oggi, non è possibile stimarne l'efficacia a causa della scarsa qualità metodologica degli studi clinici presenti in letteratura, anche se quest'ultimi forniscono delle prove della potenziale efficacia di alcune tecniche di terapia manuale tra cui le manipolazioni vertebrali[14]. Il termine "manipolazione" riguarda spesso, nella letteratura anglosassone, l'insieme delle tecniche manuali che andrebbero differenziate in manipolazioni ("Thrust technique" o "high velocity low amplitude") e in mobilizzazioni. Il trattamento oggetto di studio corrisponde alla manipolazione vertebrale, ovvero una manipolazione ad alta velocità e bassa ampiezza (HVLA) che può eccedere il ROM fisiologico e può essere accompagnato da un crack udibile singolo o multiplo[15]. La mobilizzazione, invece, è caratterizzata dall'erogazione di una forza oscillante a bassa velocità e bassa ampiezza su un segmento della colonna vertebrale, senza impulso e senza cavitazione, sfruttando il gioco articolare per il recupero del range di movimento[15]. Gli effetti di una manipolazione sono multifattoriali e non sono ancora stati completamente descritti in letteratura. I più studiati sono: ripristino della mobilità; produzione di una reazione riflessa in tutte le strutture in cui erano stati apportati cambiamenti prima della manipolazione; a livello neuromuscolare, modulazione della frequenza di scarica degli alfa e gamma motoneuroni causati dal thrust. Inoltre, può influire sull'elaborazione del dolore, probabilmente alterando il campo recettoriale dei nocicettori e può influire sul sistema di controllo motorio[16]. Per questi motivi, la risposta riflessa caratterizzata dalla riduzione del tono muscolare che segue una manipolazione può essere utile in caso di ipertono dei muscoli paravertebrali, spesso presente nella condizione scoliotica[17].

Attualmente il trattamento conservativo della AIS è basato su un programma riabilitativo incentrato sull'allungamento e il rinforzo della muscolatura paravertebrale. Nel panorama della letteratura scientifica il ruolo delle manipolazioni vertebrali (HVLA), nonostante negli ultimi anni siano state sempre più studiate, non è chiaro in questo ambito specifico. Questa revisione si pone quindi l'obiettivo di indagare l'efficacia delle HVLA nel trattamento conservativo della scoliosi idiopatica adolescenziale.

## 2.MATERIALI E METODI

### 2.1.Strategia di ricerca

È stata effettuata, da novembre 2019 a marzo 2020, una revisione della letteratura, svolgendo la ricerca degli articoli sui database PubMed, Pedro, Cochrane Library e Index of Chiropractic attraverso stringhe costruite in modo specifico per ogni database. I termini utilizzati per la ricerca sono stati: *adolescent idiopathic scoliosis*, *spinal manipulation*, *musculoskeletal manipulation*, *chiropractic manipulation*, *osteopathic manipulation*, *orthopedic manipulation*, *high velocity low amplitude spinal manipulation*, opportunamente combinati con gli operatori Booleani (AND; OR) nella stringa riportata in basso. Sono stati utilizzati i termini MeSH, o in mancanza di questi, i termini liberi, "free terms".

- ❖ (((("adolescent idiopathic scoliosis") OR "idiopathic scoliosis") OR scoliosis)) AND (((((((((((("manipulation, spinal"[MeSH Terms]) OR "manipulation, spinal"[Title/Abstract]) OR "musculoskeletal manipulations"[MeSH Terms]) OR "musculoskeletal manipulations"[Title/Abstract]) OR "manipulation, chiropractic"[MeSH Terms]) OR "manipulation, chiropractic"[Title/Abstract]) OR "manipulation, osteopathic"[MeSH Terms]) OR "manipulation, osteopathic"[Title/Abstract]) OR chiropractic[MeSH Terms]) OR chiropractic[Title/Abstract]) OR "manipulation, orthopedic"[MeSH Terms]) OR "manipulation, orthopedic"[Title/Abstract]) OR "high velocity low amplitude spinal manipulation")

### 2.2.Criteri di selezione

Criteri d'inclusione

- Popolazione: Adolescenti (10-18 anni di età) con diagnosi di scoliosi idiopatica adolescenziale (Angolo di Cobb>10°);
- Intervento: Manipolazioni spinali, o sinonimi, descritti come impulsi ad alta velocità e bassa ampiezza diretti a una articolazione sinoviale vicino al range passivo o fisiologico di movimento (HVLA), anche in associazione ad altri trattamenti (esercizio terapeutico, corsetto, ecc);
- Outcomes: gradi dell'angolo di Cobb; intensità del dolore, qualità della vita ed eventi avversi

- Lingua inglese

#### Criteri di esclusione

- presenza di "major neurologic disorders" (comorbidità quali PCI, distrofie ecc);
- scoliosi non idiopatica, secondaria a patologie o a disordini neurologici o muscolari congenite del rachide o del torace.

Inizialmente sono stati analizzati i titoli e gli abstract degli studi che rientravano nei criteri di inclusione. Sono state inoltre visionate le bibliografie degli studi selezionati per identificare altri studi potenzialmente rilevanti. Sono stati poi recuperati i "full text" degli articoli ritenuti rilevanti e inclusi nel lavoro di revisione.

Gli studi presi in esame in questa revisione erano studi clinici che valutavano il ruolo delle manipolazioni vertebrali (nello specifico le HVLA) nel trattamento della scoliosi idiopatica adolescenziale (AIS).

Dato che questa revisione vuole prendere in considerazione una delle tecniche dell'approccio di terapia manuale, le manipolazioni vertebrali HVLA, anziché l'approccio di terapia manuale in generale, sono stati inclusi studi in cui l'intervento era stato effettuato sulla colonna vertebrale e con le caratteristiche proprie delle manipolazioni HVLA, da qualsiasi operatore sanitario, per non escludere lo stesso tipo di trattamento effettuato da chiropratici e osteopati oltre che da terapisti manuali.

### 2.3.Estrazione dei dati

L'estrazione dei dati, per garantirne la coerenza nell'interpretazione, è avvenuta secondo i criteri elencati nelle intestazioni delle colonne della tabella sinottica: "informazioni generali; popolazione; intervento; controllo; risultati; misure di esito" (Tabella 1). Tale processo è stato supervisionato da un secondo revisore, L.S..

### 2.4.Misure di outcomes

La selezione delle misure di outcome incluse in questa revisione si è basata sulle raccomandazioni di consenso sviluppate dalla Scoliosis Research Society (SRS[18]), e dalla Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT)[1].

Il risultato principale di interesse è stato considerato il cambiamento dell'angolo di Cobb.

Gli outcomes secondari considerati includevano l'estetica, l'intensità del dolore, la disabilità fisica, la qualità della vita e gli eventi avversi, valutati tramite questionari o scale di

valutazione validate. Secondo le recenti linee guida della SOSORT [18], sono stati considerati i risultati degli studi analizzati in termini dei seguenti periodi di tempo: risultati immediati, a breve termine (almeno 12 mesi di trattamento), alla fine della crescita ossea (Risser +3/4), alla fine del trattamento e risultati finali alla maturità ossea.

## 2.5.Indice di concordanza tra revisori

Il processo di screening è stato effettuato in maniera indipendente da E.M. e L.S.

Eventuali disaccordi sono stati risolti tramite l'intervento di un terzo revisore, F.M., che non era coinvolto nel processo di selezione.

È stato utilizzato il Kappa di Cohen per quantificare il livello di accordo inter-esaminatore tra i due revisori, con l'obiettivo di ridurre al minimo la soggettività del metodo utilizzato per la selezione dei full-texts. I calcoli sono stati eseguiti mediante il software "Excel 365" del sistema operativo Microsoft, Redmond, Washington (USA).

Il valore del Kappa di Cohen è stato interpretato secondo la definizione di Altman [19]:

- $k < 0.2$  concordanza scarsa
- $0.2 < k < 0.4$  concordanza modesta
- $0.41 < k < 0.61$  concordanza modesta;
- $0.61 < k < 0.80$  concordanza buona;
- $k > 0.80$  concordanza eccellente

## 2.6.Valutazione del Risk of Bias

Il Risk of Bias e la qualità metodologica sono stati valutati utilizzando i criteri della PEDro Scale Checklist per gli studi randomizzati [21,22] (tabella 2) e le Critical Appraisal of Qualitative Studies (OCEBM) per gli altri studi inclusi [23–25] (tabella 3).

## 2.7.Analisi dei dati

Nonostante l'intervento studiato sia presente in tutti in tutti gli articoli, anche se associato ad ad altri trattamenti, gli studi inclusi differiscono sostanzialmente in termini di popolazione di studio e durata del trattamento. L'analisi statistica non è stata effettuata a causa dell'eterogeneità tra gli studi. L'eterogeneità degli studi inclusi non ha reso possibile l'analisi statistica dei dati, che sono stati sintetizzati narrativamente e riassunti in forma tabellare (tabella 1).

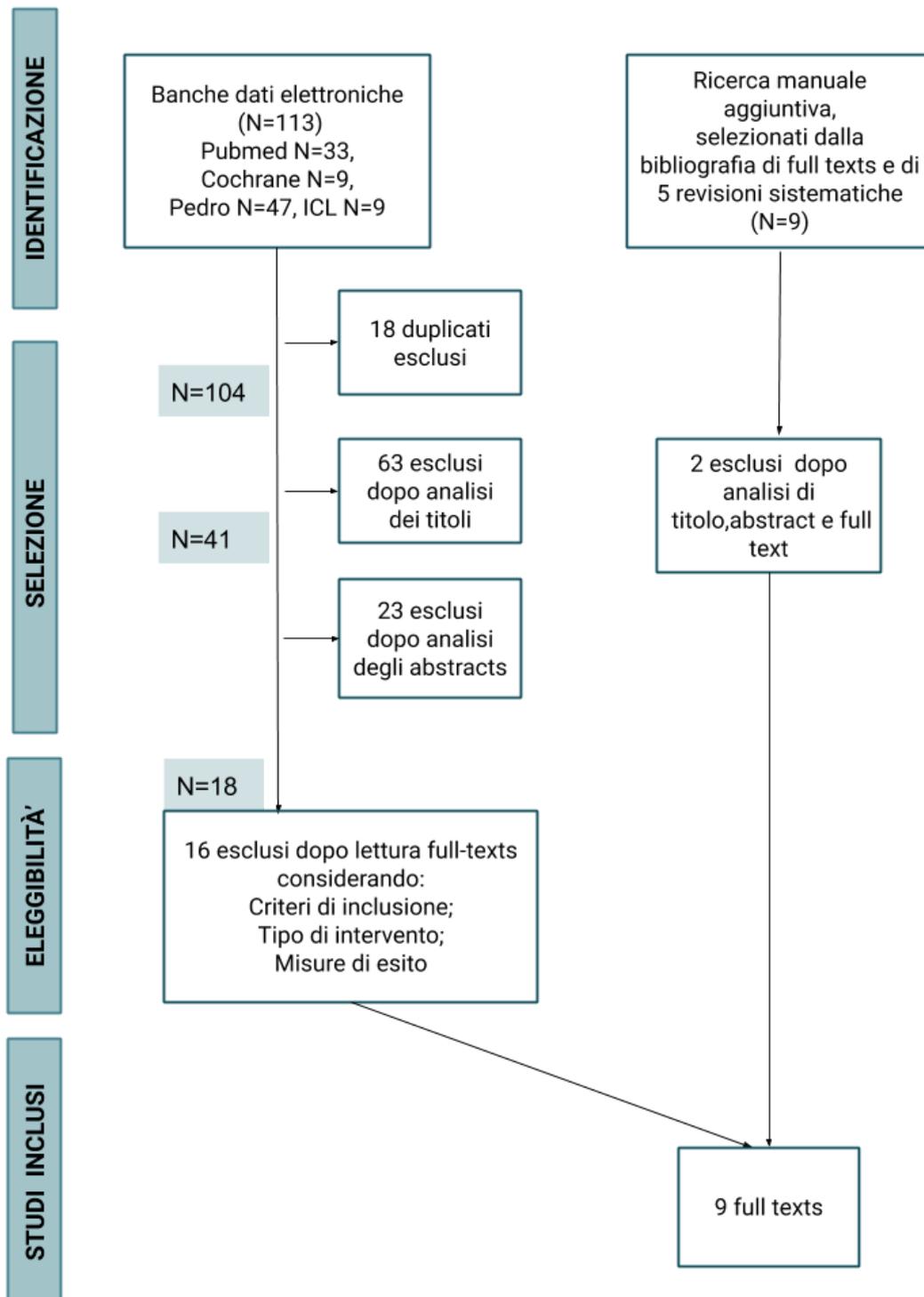


Figura 1. Processo di selezione degli articoli (*Prisma flow diagram*)

## 3.RISULTATI

### 3.1.Selezione degli studi

Le strategie di ricerca sopra descritte hanno identificato 104 articoli potenzialmente pertinenti e altri 9 sono stati individuati attraverso la ricerca manuale (Fig. 1).

L'eliminazione dei duplicati e un'analisi dei titoli e degli abstracts ha portato all'esclusione di 63 articoli. Dei 41 studi rimasti si è ricercato il full text, di questi solo 37 full text erano disponibili e solo 9 sono stati inclusi nel lavoro di revisione, poiché rispondevano ai criteri di inclusione.

### 3.2.Caratteristiche degli studi

La tabella 1 mostra le caratteristiche dei 9 studi inclusi, tra i quali si distinguono:

2 studi controllati randomizzati [21][22], 2 studi erano case series [23][24], 1 studio retrospettivo [25], , 2 case report [26,27] e 2 case studies [28,29].

#### 3.2.1.Campione di studio

L'eterogeneità degli studi inclusi appare evidente anche nella popolazione in studio, in particolare nella numerosità del campione. Si va dal campione più numeroso dello studio retrospettivo di Morningstar et al. [25], che ha incluso 60 soggetti, al più esiguo dello studio non controllato di Byun e Han [23], composto da 5 soggetti, fino ai 3 studi che descrivono un solo caso. In totale sono stati studiati 158 soggetti, dei quali 142 sono stati considerati nel lavoro di revisione in base all'età. L'età media della popolazione considerata è stata di 14,6 anni, includendo i campioni più giovani degli studi di Byun e Han[23] e di Morningstar et al. [25], con età media rispettivamente di 11,8 anni e 12,3 anni, nei quali nessuno dei soggetti raggiungeva l'età di 15 anni alla baseline, e il campione con età maggiore dello studio di Morningstar et al. del 2004 [26] con età media di 16,6 anni, nel quale i soggetti considerati avevano tra i 15 e i 18 anni. Analizzando la popolazione considerata, non è possibile determinare la percentuale di maschi e femmine sul totale dei soggetti studiati, in quanto tale rapporto non viene riportato nello studio retrospettivo di Morningstar et al. [25] che possiede il campione più numeroso (60 soggetti). Se si prende in considerazione la popolazione restante, per il 73% è composta da ragazze, passando dallo studio di Hasler et al.[22] che include un campione di sole femmine (20 ragazze), allo studio di Byun e Han [23] il cui campione è caratterizzato da un rapporto femmine:maschi di 1:4.

La media dei valori dell'angolo di Cobb misurato alla baseline della popolazione considerata è di 26.2°, andando da un valore medio massimo di 34,68° per la curva toracica e 32,37° per la curva lombare, ritrovato nel campione di Morningstar et al.[25], a un valore medio minimo di 11° emerso dallo studio di Lantz e Chen[24]. Solo 3 studi specificavano la sede della curve offrendo le misurazioni relative dell'angolo di Cobb [21,25,26].

### 3.2.2. Intervento studiato

Considerando il tipo di trattamento utilizzato è possibile notare come nella maggior parte degli studi le manipolazioni HVLA erano parte integrante di un approccio multimodale.

Nello studio di Rowe et al., i pazienti sono stati divisi in tre gruppi: gruppo 1 - osservazione o corsetto (n=3); gruppo 2 - osservazione o corsetto + manipolazione vertebrale (n=2); gruppo 3 - osservazione o corsetto + manipolazione sham (n=1). I pazienti non erano a conoscenza della natura della manipolazione (vertebrale vs. sham). Il trattamento chiropratico consisteva in manipolazioni vertebrali in posizione prona, supina e in decubito laterale in combinazione con il trattamento manuale dei tessuti molli sovrastanti, tecnica denominata "Diversified Technique" [21].

Nello studio randomizzato e controllato di Hasler et al., veniva utilizzata la manipolazione vertebrale all'interno di un trattamento osteopatico che prevedeva anche il trattamento dei tessuti molli e l'educazione. Le procedure sono state condotte da osteopati qualificati e consisteva in manipolazioni viscerali e "parietali" oltre che educativi. Gli interventi "parietali" sono descritti come manipolazioni dirette al sistema locomotore (muscoli, articolazioni, legamenti, tendini), motivo per cui possiamo includere lo studio nel lavoro di revisione [22].

Nello studio non controllato di Byun e Han è stato somministrato un intervento chiropratico che associava le manipolazioni vertebrali toraciche, lombari, pelviche o del tratto cervicale superiore, al trattamento dei tessuti molli [23].

Nello studio di coorte di Lantz e Chen è stato somministrato un trattamento multimodale caratterizzato dalle manipolazioni vertebrali associate all'utilizzo di rialzi per i talloni e un counseling posturale. La sede delle manipolazioni era valutata utilizzando le procedure "Diversified" o "Gonstead", come descritto dalla letteratura chiropratica, che prevedono manipolazioni ad alta velocità e bassa ampiezza, generalmente impiegando una leva corta. Ai pazienti che alla radiografia risultavano avere la convessità della scoliosi dallo stesso lato

della gamba più corta è stato fornito un plantare la cui altezza era uguale alla differenza in altezza tra le creste iliache. Inoltre sono stati fornite una serie di indicazioni posturali per la correzione dei comportamenti che possono aggravare o accentuare la curva scoliotica [24].

Nello studio retrospettivo di Morningstar et al. veniva applicato un approccio chiropratico multimodale che comprendeva un programma di esercizi per l'equilibrio e la propriocezione, trazioni vertebrali oltre che le manipolazioni vertebrali. Gli esercizi per l'equilibrio e la propriocezione venivano eseguiti con sistemi di leve e pesi con difficoltà via via crescente e alla fine del programma terapeutico i pazienti hanno ricevuto un programma di esercizi per il domicilio da eseguire due volte al giorno fino alla maturità scheletrica, e quindi all'ultimo follow-up. Le manipolazioni vertebrali sono state effettuate in media da 1 a 3 volte nelle 1-2 settimane di trattamento, in seguito alla valutazione delle restrizioni di movimento [25].

Nel case series retrospettivo di Morningstar et al., hanno somministrato un trattamento combinato di manipolazioni vertebrali (C0-C1/ toraciche/ lombo-pelviche) associate a trazioni ed esercizi, effettuati con gli strumenti "Pettibon Wobble Chair®" e "Posturomed®", oltre a un programma di esercizi da effettuare al domicilio [26].

Nello studio di Khauv era utilizzata la manipolazione cervicale superiore secondo la tecnica NUCCA (National Upper Cervical Chiropractic Association ). La paziente ha ricevuto un totale di 35 sedute nell'arco di 4 anni e 2 mesi e mezzo, durante i quali solo in 5 sedute sono state erogate le manipolazioni, nelle altre 30 è stata effettuata solo la valutazione clinica di controllo a seguito della quale il terapeuta decideva che non era necessario un ulteriore trattamento[27].

La paziente del case report di Chen e Chiu è stata trattata con manipolazioni vertebrali su tutto il rachide[28].

La paziente descritta nel case study di Morningstar è stata gestita con un approccio multimodale nel quale le manipolazioni vertebrali erano associate al trattamento dei tessuti molli, esercizio terapeutico, trazioni ed esercizi per il domicilio [29].

#### Durata intervento

La durata del trattamento varia sostanzialmente tra gli studi inclusi.

Il più breve è stato quello nello studio di Hasler et al. che ha previsto 3 sedute in un periodo di 5 settimane nel quale la prima seduta era della durata di 90 minuti, la seconda da 30 minuti a distanza di una settimana e la terza da 60 minuti a distanza di 1 mese [22].

Rowe et al. hanno trattato il campione per 5 mesi da 3 volte a settimana (nel primo mese) a 2 volte al mese (nel quinto e sesto mese) [21].

Nello studio di Byun et al. è stato erogato un trattamento con sedute da 30 minuti, 3 volte a settimana per 8 settimane [23].

Nello studio di coorte di Lantz e Chen è stato somministrato un intervento chiropratico per un periodo che va dai 6,5 ai 28,5 mesi, tra la valutazione iniziale e la valutazione al primo follow-up con una media di trattamento di 14,5 mesi e una mediana di 14 mesi, durante il quale sono state somministrate 2 o 3 sedute a settimana, se il paziente aveva un'alta probabilità (80%-100%) di progressione della curva, 1 o 2 sedute a settimana, se il paziente aveva una bassa probabilità di progressione (40%-79%) oppure 1 seduta a settimana o ogni 2 settimane se il paziente aveva una probabilità di progressione della curva inferiore al 40%[24].

Nello studio retrospettivo di Morningstar et al. il trattamento multimodale è stato eseguito per circa 25 ore a settimana per ogni paziente per 1-2 settimane [25].

Nel case series del 2004, Morningstar et al. avevano effettuato un trattamento di 3 sedute a settimana per 4-6 settimane [26].

Il case report di Khauv e Dickoltz ha descritto un intervento caratterizzato da 35 sedute nell'arco di 4 anni e 2 mesi e mezzo [27]

Nel case study di Chen e Chiu il trattamento era organizzato in 2 sedute a settimana per 6 settimane, seguite da 1 seduta settimanale per 6 settimane[28].

Nel case report di Morningstar del 2011 l'intervento è stato erogato in 2 sedute a settimana per 2 mesi, poi 1 volta a settimana e infine 1 volta al mese, con un totale di 28 sedute per 17 mesi di trattamento. Successivamente la paziente ha ricevuto 7 sedute nell'arco di 4 anni [29].

### Follow-up

Il follow-up al raggiungimento della maturità scheletrica era presente solo in due studi: lo studio retrospettivo di Morningstar et al. ha raccolto follow-up da 1,25 anni a 5,25 anni, oltre al fatto che una volta raggiunta la maturità scheletrica è stata eseguita una valutazione finale e i pazienti sono stati quindi licenziati dalla gestione terapeutica [25]; il case study di Morningstar et al. nel quale è stato effettuato un primo follow-up a 17 mesi al termine del trattamento un secondo follow up a 4 anni dall'inizio del trattamento [29].

Nel case report di Khautz e Dickholtz il follow-up è stato a lungo termine, 4 anni e 2 mesi, ma non viene specificato se la paziente aveva raggiunto la maturità scheletrica[27].

Due studi hanno eseguito un follow-up a medio termine: nel case study di Chen e Chiu è stato effettuato un primo follow-up a 3 mesi dall'inizio del trattamento e un secondo follow-up a 18 mesi[28]; nello studio di coorte il follow-up medio era di 14,5 mesi [24].

I restanti studi hanno previsto un follow-up a breve termine o entro i 6 mesi dall'inizio del trattamento. Nel dettaglio: Hasler et al. hanno effettuato la valutazione post-intervento dopo 3 o 4 settimane dall'ultima seduta di trattamento [22]; il case series di Morningstar et al. riporta un follow-up di 4-6 settimane [26]; nello studio non controllato di Byun et al. il follow-up è stato di 2 mesi [23]; nello studio randomizzato e controllato di Rowe et al. è stato di 6 mesi[21].

### Drop-outs

Il totale dei *drop-outs* è stato di 7 pazienti e quello dei persi al follow-up è stato di 3 pazienti per un totale di 10 soggetti che non hanno completato tutte le valutazioni. Nel dettaglio:

- 2 pazienti del gruppo di intervento hanno abbandonato lo studio perché non avevano riportato alcun effetto dopo la prima seduta [22];
- 2 soggetti hanno lasciato lo studio, uno a 6,5 mesi a causa della progressione della curva (da 11° a 21°), l'altro dopo una rivalutazione a 7 mesi che indicava un miglioramento quasi nullo della curva (da 22° a 21°) [24];
- 3 soggetti non hanno effettuato il follow-up a maturità scheletrica (1 ha avuto una progressione della curva, 1 ha ottenuto una riduzione e 1 non ha riportato né una riduzione né una progressione della curva) [25];
- 3 soggetti sono stati esclusi dallo studio per non conformità nell'esecuzione degli esercizi domiciliari [26].

### Eventi avversi

Solamente in due studi sono stati riportati eventi avversi:

- 2 soggetti hanno riportato una inversione della curva, in un caso di un paziente pediatrico da 4° a -4° (6 anni) e nell'altro da 5° a -3° (15 anni). Entrambi i soggetti sono stati inclusi nell'analisi come "migliorati", in quanto si è assistito comunque ad una correzione della curva iniziale [24];
- 5 pazienti hanno riportato una progressione della curva di 6° o più al follow-up finale. Per questi è stato raccomandato l'intervento chirurgico [25].

### 3.2.3. Misure di outcomes e efficacia dell'intervento

È stata valutata l'efficacia del trattamento con l'angolo di Cobb, la rotazione del corpo vertebrale con il "Nash-Moe classification", la maturità scheletrica con l'indice di Risser e la qualità della vita tramite il questionario Scoliosis Quality of Life Index (SQLI). Dei 6 pazienti, 1 ha ottenuto risultati clinicamente significativi dopo 6 mesi di intervento con manipolazioni vertebrali riportando una diminuzione dell'angolo di Cobb della curva lombare di 11° (da 29° a 18°). Nel gruppo 2 (osservazione o corsetto + manipolazione vertebrale (n=2)) un paziente ha riportato un miglioramento clinicamente importante del SQLI nei domini di stati d'animo e sentimenti, dove da un punteggio iniziale di 40/100 è stato ottenuto un punteggio di 100/100 a fine trattamento, riportando un punteggio globale di 95/100, rispetto al punteggio globale iniziale di 78,75/100. Entrambi i soggetti del gruppo 2 hanno riportato un miglioramento nel dominio "autostima" del SQLI (punteggi pre-trattamento: 95/100 e 80/100; post-trattamento 100/100 e 90/100) [21].

Hasler et al. hanno utilizzato come outcomes l'allineamento posturale misurato tramite il filo a piombo (C7-pelvi), le gibbosità (°) toracica e lombare rilevate con lo scolometro di Bunnell, la morfologia del tronco valutata con lo strumento "Formetric", la flessibilità con lo strumento Spinal Mouse e l'angolo di Cobb solo alla baseline. Nella valutazione post-intervento non hanno utilizzato direttamente l'angolo di Cobb, ma un'approssimazione della sua misura effettuata tramite lo scolometro, data la correlazione tra queste misure [30] (coeff. di correlazione di Pearson  $r = 0.685, 0.572, 0.677$  rispettivamente per le curve toraciche, toraco-lombari e lombari). Gli autori non hanno riscontrato differenze significative negli outcome tra i gruppi sia rispetto alla morfologia del tronco e alla deformità della colonna vertebrale che all'aspetto funzionale del rachide ( $p \text{ value} = 0,77$  distanza filo a piombo-C7, 0,44 gibbosità toracica; 0,45 gibbosità lombare; 0,10 T1-11, 0,52 T11-L2, 0,70 L2-S1 flessione sagittale) [22].

Byun e Han hanno evidenziato una riduzione media dell'angolo di Cobb di 8,8° dopo 4 settimane e di 10,2° dopo 8 settimane [23].

Lantz e Chen hanno preso come unica misura di outcome il valore dell'angolo di Cobb e, assumendo che una variazione di  $\pm 4^\circ$  non rappresentasse alcun cambiamento, hanno riportato che 10 curve (19%) hanno mostrato un miglioramento, 6 curve (11%) sono peggiorate e 37 curve (70%) non hanno mostrato cambiamenti. La variazione media della curva è stata di  $-0,9^\circ$ , ovvero un miglioramento complessivamente debole [24].

In uno studio retrospettivo Morningstar et al. hanno utilizzato la misura dell'angolo di Cobb riportando due valori per paziente quando questi presentavano doppia curva (toracica e

lombare). Il 90% dell'intera coorte ha ottenuto una riduzione (51,7%) o nessuna modifica (38,3%) della curva. In quei pazienti che hanno avuto una riduzione della curva, l'angolo di Cobb si è ridotto in media di 12.75°. Il 10% dei pazienti ha assistito a una progressione della curva di 6° o più. Una piccola parte del campione ha assistito a una progressione della curva con un tasso di fallimento del 13%, valore basato sui pazienti che hanno abbandonato lo studio prima della maturità scheletrica e su quelli che avevano avuto una progressione della curva a maturità scheletrica avvenuta[25].

Nel case series retrospettivo è stato utilizzato l'angolo di Cobb come misura di outcome e la sua riduzione media per l'intera coorte è stato di 17°. Il risultato migliore osservato è stato 33° e il più basso 8°, ma il 100% della coorte ha riportato una correzione della scoliosi[26].

Il case report di Khau e Dickholtz riporta una riduzione dell'angolo di Cobb di 12° (da 44° a 32°) dopo 5 mesi di trattamento[27].

Nel case report di Chen e Chiu, al primo follow-up dopo 3 mesi di trattamento la paziente riportava una correzione dell'angolo di Cobb della curva toracica di 12° (da 46° a 34°); al secondo follow-up dopo 18 dall'inizio del trattamento la curva misurava 30°, con una riduzione totale di 16°[28].

Nel case study di Morningstar le misure di outcome utilizzate sono state: l'angolo di Cobb, l'ATR (scoliometro Orthopedics System), Peak Expiratory Flow, "total chest expansion". Dopo 17 mesi di trattamento, la paziente, che presentava un Risser 3, ha ottenuto una riduzione dell'angolo di Cobb della curva toracica da 24° a 15° e della curva lombare da 17° a 6°; una riduzione della deviazione apicale massima a T7 da 24 mm a 19mm; un aumento del "Peak expiratory flow" a 460 L/min; un aumento total chest expansion a circa 6 cm e una riduzione ATR a 14°. Dopo 4 anni, con Risser 5, è stata ottenuta una ulteriore riduzione dell'angolo di Cobb della curva toracica da 15° a 12° e della curva lombare da 6° a 4°; una riduzione deviazione apicale massima a T7 da 19mm a 14mm; la riduzione dell'ATR a 4°, l'aumento total chest expansion a 7,5 cm e l'aumento del "peak expiratory flow" a 470 L/min. [29]

I dati, qui espressi in forma narrativa, sono riportati nelle tabelle 1 e 4.

### 3.3.Valutazione Qualità e Risk of bias

Dall'analisi del rischio di bias è emerso che i due RCT [21,22] hanno una corretta generazione randomizzata della sequenza che permette di associare un paziente ad un gruppo piuttosto che ad un altro. Hasler et al.[22] non specificano correttamente la cecità del personale, mentre Rowe et al.[21] non specificano la cecità dei valutatori degli outcome, ciò

rende gli studi più facilmente esposti alla presenza di performance bias e detection bias. L'analisi dei due RCT è riportata nella tabella 2.

Per quanto riguarda gli studi non randomizzati e di livello di evidenza medio-basso (Level 3-4), in accordo con l'Oxford Levels of Evidence Working Group dell'Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM) [20], riportati nella tabella 3, emergono varie criticità.

In primo luogo, l'appropriatezza del disegno di studio può essere considerata poco idonea soprattutto nello studio di Lantz[24] e nello studio di Byun[23] nel quale gli autori intendono valutare l'effetto e l'efficacia dell'intervento tramite uno studio qualitativo. A parte i case studies e i case reports che analizzano singoli casi [27–29], in tutti gli altri studi la selezione del campione avviene in maniera poco chiara: i pazienti vengono selezionati da uno o più ambulatori di chiropratica [25,26] o da una scuola elementare [23,24] non riportando i criteri di tale selezione se non la volontà dei pazienti di partecipare. In due studi in particolare [26,28], i metodi di raccolta e analisi dei dati sono deficitari e quindi non ripetibili. La maggior parte degli studi non randomizzati riporta una spiegazione dei risultati comprensibile, corredata da riferimenti bibliografici [23–27,29], eccetto in un uno studio [28].

### 3.4.Indice di concordanza tra revisori

L'indice di concordanza tra i due revisori (k di Cohen) per la selezione dei full-text è risultato essere: 0.275 (Fair agreement).

**Tabella 1.** Caratteristiche degli studi

Informazioni generali	Popolazione	Intervento e Follow up	Controllo	Risultati	Misure di esito
Rowe et al, 2006 [21] Randomized Controlled Trial - pilot study	N: 6 soggetti <b>Diagnosi:</b> AIS <b>Età media:</b> 14 anni <b>F:M</b> = 5:1 <b>Media angolo di Cobb medio:</b> toracico = 18° toraco-lombare = 26° lombare = 23° <b>Randomizzazione:</b> 3 gruppi <b>Risser medio:</b> 2,6	<b>Manipolazione vertebrale chiropratica</b> + standard medical care (2 soggetti) ----- - da 3 volte a sett a 2 volte al mese per 5 mesi - <b>follow-up</b> a 6 mesi	- standard medical care (3 soggetti) - standard medical care + manipolazione sham (1 soggetto)	<b>Angolo di Cobb:</b> - nessun cambiamento curva toracica; - curva toraco-lombare ridotta di 4°; - curva lombare ridotta di 7° <b>p value:</b> non valutato	- Angolo di Cobb - Scoliosis Quality of Life Index (SQLI)
Hasler et al, 2010 [22] Studio randomizzato controllato	N: 20 soggetti <b>Diagnosi:</b> AIS <b>Età media:</b> 14,7 anni (gruppo controllo); 16,5 anni (gruppo intervento) <b>F:M</b> = 20:0 <b>Media angolo di Cobb medio:</b> 27,1° gruppo intervento 31,5° gruppo controllo <b>Randomizzazione:</b> 10 nel gruppo intervento e 10 nel gruppo controllo	<b>Gruppo intervento</b> Trattamento osteopatico Educazione + <b>manipolazione vertebrale</b> + trattamento tessuti molli ----- - 3 sedute: la 1° di 90 min, la 2° di 30 min dopo 1 sett, la 3° di 60 min dopo 4 sett - <b>follow-up</b> a 3-4 sett	<b>Gruppo controllo</b> Nessun trattamento	<b>Angolo di Cobb:</b> non valutato post-intervento <b>p value:</b> gibbosità toracica= <b>0,44</b> gibbosità lombare= <b>0,45</b> distanza filo a piombo-C7= <b>0,77</b> flessione sagittale= <b>0,10</b> T1-11, <b>0,52</b> T11-L2, <b>0,70</b> L2-S1	- Filo a piombo (C7-pelvi) - Gibbosità toracica (°) e gibbosità lombare (°) con scoliometro di Bunnell - Morfologia del tronco con Formetric - Flessibilità con SpinalMouse
Byun and Han, 2016 [23] Case series	N: 5 soggetti <b>Diagnosi:</b> AIS <b>Età media:</b> 11.8±1.3 anni <b>F:M</b> = 1:4 (4 M, 1 F) <b>Media angolo di Cobb medio:</b> 11.2°	<b>Manipolazione vertebrale chiropratica</b> + trattamento tessuti molli ----- - 3 sedute a sett per 8 sett - <b>follow-up</b> a 4 e 8 sett	-----	<b>Angolo di Cobb:</b> significativamente ridotto a 4 e a 8 settimane Media±SD <b>p&lt;0.01</b> 11.2±1.3 pre-trat. 2.4±3.4 4 sett. post-trat. 1.0±2.2 8 sett. post-trat.	- Angolo di Cobb
Lantz and Chen, 2001 [24] Case series	N: 42 soggetti <b>Diagnosi:</b> AIS <b>Età media:</b> non riportata, dai 6 ai 17 anni; <b>F:M</b> = 1,62:1 <b>Media angolo di Cobb medio:</b> 11° (range = 6°-20°)	<b>Manipolazione vertebrale chiropratica</b> + training posturale + rialzi ai talloni ----- - 1, 2 o 3 sedute a sett per 1 anno - <b>follow-up</b> 1 anno	-----	<b>Angolo di Cobb:</b> nessuna riduzione significativa	- Angolo di Cobb
Morningstar et al, 2017 [25] Studio retrospettivo	N: 60 soggetti <b>Diagnosi:</b> AIS <b>Età media:</b> 12,31 anni <b>Media angolo di Cobb medio:</b> toracico = 34,68°±13,6° lombare = 32,37°±13,02° <b>Risser medio:</b> 1,23	<b>Manipolazione vertebrale chiropratica</b> + training equilibrio e propriocezione + trazioni ----- - 25 ore a sett per	-----	<b>Angolo di Cobb:</b> In quei pazienti che hanno avuto una correzione della curva, l'angolo di Cobb si è ridotto in media di 12.75°. il 90% della coorte	- Angolo di Cobb

		ogni paziente per 1-2 sett ----- - <b>follow-up</b> da 1,25 anni a 5,25 anni		hanno ricevuto una correzione (51,7%) o una stabilizzazione (38,3%) della curva.	
Khauv and Dickholtz, 2010 [27] Case Report	N: 1 ragazza <b>Diagnosi:</b> AIS <b>Età:</b> 15 anni <b>Angolo di Cobb medio:</b> 44° * storia di vertigini, dolore lombare e mancanza di vitalità * sublussazione vertebrale valutata con palpazione di indicatori oggettivi	<b>Manipolazione vertebrale chiropratica</b> ----- -35 sessioni in 4 anni e 10 sett - <b>follow-up</b> a 4 anni e 2 mesi	-----	<b>Angolo di Cobb:</b> riduzione da 44° a 32°, risoluzione vertigini e dolore lombare, aumento della vitalità.	- Angolo di Cobb - NUCCA Protocol (lunghezza arti inferiori, malposizionamento dell'Atlante)
Chen and Chiu, 2008 [28] Case study	N: 1 ragazza <b>Diagnosi:</b> AIS progressiva <b>Età:</b> 15 anni <b>Angolo di Cobb medio:</b> 46° * in trattamento riabilitativo con corsetto da 4 anni,	<b>Manipolazioni vertebrali</b> + massaggio profondo mm. paravertebrali ----- - 2 sessioni a sett. per 6 sett.; 1 sessione a sett. per 6 sett. - <b>follow-up</b> a 3 e 18 mesi	-----	<b>Angolo di Cobb:</b> riduzione da 46° a 30°	- Angolo di Cobb
Morningstar, 2011 [29] Case study	N: 1 ragazza <b>Diagnosi:</b> AIS <b>Età:</b> 14 anni <b>Angolo di Cobb medio:</b> torace = 24° lombare = 17° <b>Risser:</b> 3 * dolore toracico medio e sacro-iliaco destro, * ATR (scoliometro Orthopedics System) 17° * Peak Expiratory Flow 400 L/min * total chest expansion 2,54 cm	Riabilitazione multimodale: trattamento tessuti molli, esercizio terapeutico, trazioni, <b>manipolazioni vertebrali</b> + esercizi a casa ----- - 28 sedute in 17 mesi (2 sedute a sett per 2 mesi, poi 1 volta a sett e infine 1 volta al mese) + 7 sedute nell'arco di 4 anni - <b>follow-up</b> a 4 anni	-----	* 1° FOLLOW-UP (17 mesi-Risser 3) <b>Angolo di Cobb:</b> riduzione curva toracica da 24° a 15° e lombare da 17° a 6°. <b>Deviazione apicale massima a T7:</b> riduzione da 24 mm a 19mm <b>Peak expiratory flow:</b> aumento a 460 L/min <b>Total chest expansion:</b> aumento a circa 6 cm <b>ATR:</b> riduzione a 14°  * 2° FOLLOW-UP (4 anni-Risser 5) <b>Angolo di Cobb:</b> riduzione curva toracica da 15° a 12° e lombare da 6° a 4° <b>Deviazione apicale massima a T7:</b> riduzione da 19mm a 14mm. <b>Peak expiratory flow:</b> aumento a 470 L/min. <b>Total chest expansion:</b> aumento a 7,5 cm <b>ATR:</b> riduzione a 4°	- Angolo di Cobb - Scoliometro (Orthopedics System) - ASSESS® Peak Flow Meter
Morningstar et al., 2004 [26] Case series	N: 22 soggetti <b>Diagnosi:</b> Scoliosi Idiopatica	<b>Manipolazioni vertebrali</b> (C0-C1/ toraciche/	-----	<b>Angolo di Cobb:</b> riduzione media =15,8°	- Angolo di Cobb

	<b>Età media:</b> 22,86 anni <b>F:M</b> = 5,3:1 * Campione considerato in questa revisione: <b>N:</b> 6 soggetti <b>Diagnosi:</b> Scoliosi Idiopatica <b>Età media:</b> 16,6 anni <b>F:M</b> = 5:1 <b>Angolo di Cobb medio:</b> 24,16°	lombo-pelviche) + Trazioni + esercizi ----- - 3 sedute a sett per 4-6 settimane - <b>follow-up</b> a 4-6 settimane			
--	---	---	--	--	--

**Tabella 2.** Valutazione qualità del disegno di studio secondo la PEDro Scale Checklist.

Studio	Eligibility criteria	Random allocation	Concealed allocation	Baseline comparability	Blind subjects	Blind therapists	Blind assessors	Adequate follow-up	Intention-to-treat analysis	Between groups comparisons	Point estimates and variability provided	Tot
Rowe et al., 2006 [21]	x	x	x	x	x	x			x		x	7
Hasler et al., 2010 [22]	x	x	x	x		x	x		x	x	x	8

**Tabella 3.** Critical appraisal of qualitative studies (Oxford Centre of Evidence Based Medicine)

Studio	Was a qualitative approach appropriate?	Was the sampling strategy appropriate for the approach?	What were the data collection methods?	How were data analysed and how were these checked?	Is the researcher's position described?	Do the results make sense?	Are the conclusions drawn justified by the results?	Are the findings transferable to other clinical settings?
Byun et al., 2016 [23]	no	unclear	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Lantz and Chen, 2001 [24]	no	unclear	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Morningstar et al., 2017 [25]	yes	unclear	unclear	yes	yes	yes	yes	yes
Khauv and Dickholtz, 2010 [27]	yes	---	yes	yes	unclear	no	yes	yes
Chen and Chiu, 2008 [28]	yes	---	no	no	unclear	no	unclear	no
Morningstar, 2011 [29]	yes	---	yes	unclear	yes	no	yes	yes
Morningstar et al., 2004 [26]	yes	unclear	no	no	unclear	yes	yes	yes

**Tabella 4.** Outcomes indagati (NR=non riportato; NA=non applicabile; T=curva toracica; TL=curva toraco-lombare; L=curva lombare)

	Rowe et al., 2006 [21]	Hasler et al., 2010 [22]	Byun et al., 2016 [23]	Lantz, Chen, 2001 [24]	Morningstar et al., 2017 [25]	Khauv and Dickholtz, 2010 [27]	Chen and Chiu, 2008 [28]	Morningstar, 2011 [29]	Morningstar et al., 2004 [26]
<b>OUTCOME</b>									
<b>% di miglioramento dell'angolo di Cobb</b>	- media angolo di cobb TL pre-trat.=22° post-trat.=20° <b>16%</b> - media angolo di cobb L pre-trat.=23° post-trat.=16° <b>30%</b>	NR	- media angolo di Cobb pre-trat.=11,2° post-trat. (4 sett)= 2,4° <b>21%</b> post-trat. (8 sett)= 1° <b>9%</b>	NA	- media angolo di cobb T pre-trat.=34,7° post-trat=29,3° <b>16%</b> - media angolo di cobb L pre-trat=32,4° post-trat=30,3° <b>7%</b>	- angolo di Cobb pre-trat.= 44° post-trat.= 32° <b>27%</b>	- angolo di Cobb pre-trat.= 46° post-trat.= 36° <b>35%</b>	- angolo di Cobb T pre-trat.=24° post-trat=12° <b>50%</b> - angolo di Cobb L pre-trat.=17° post-trat=4° <b>76,5%</b>	- media angolo di Cobb pre-trat.= 24,2° post-trat= 8,3° <b>65%</b>
<b>Dolore percepito</b>	SQLI- back pain: NO PAIN (pre e post-trattamento)	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>Qualità della vita</b>	SQLI-tot: 92/100 pre-trattamento 95/100 post-trattamento	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>Fattore estetico</b>	<b>SQLI-self esteem:</b> 87,5/100 pre-trattamento 95/100 post-trattamento	/	/	/	/	/	/	/	/

## 4.DISCUSSIONE

L'obiettivo della revisione sistematica è stato quello di ricercare nella letteratura scientifica l'efficacia delle manipolazioni HVLA nella riduzione dell'angolo di Cobb, nel miglioramento della qualità di vita, nella riduzione dell'intensità del dolore, ed i possibili eventi avversi, nel trattamento conservativo della Scoliosi Idiopatica Adolescenziale.

### 4.1.Nomenclatura e individuazione dell'intervento studiato

Ad oggi, non esiste un consenso internazionale sulla definizione specifica di manipolazione vertebrale[31]. Complessivamente, si possono riconoscere tre diversi approcci terapeutici. In primo luogo, la terapia manuale chiropratica, che utilizza le manipolazioni vertebrali ad alta velocità, ha lo scopo di influenzare il sistema nervoso, le funzioni viscerali e/o le tensioni dei tessuti molli per correggere disfunzioni articolari segmentali; comprende terapie aggiuntive, come il massaggio dei tessuti molli, la consulenza nutrizionale e l'esercizio fisico. In secondo luogo, la terapia manuale osteopatica, che segue una linea di ragionamento simile, ma include nel suo razionale anche il mantenimento o il ripristino del flusso dei fluidi corporei e dell'omeostasi del corpo. Infine la terapia manuale spinale (SMT), che si basa su mobilizzazioni oscillanti a bassa forza, e manipolazioni HVLA, ad alta velocità e bassa ampiezza, e si concentra sull'aspetto biomeccanico della disfunzione spinale che induce cambiamenti neurofisiologici e neuromotori[31].

Ma le prove di efficacia presenti in letteratura fanno riferimento principalmente all'approccio terapeutico anziché alla tecnica terapeutica.

### 4.2.Ricerca e selezione degli studi

La decisione di non applicare criteri di selezione più restrittivi per includere studi condotti con procedure diverse, anche con qualità metodologicamente inferiore agli RCT, è stata determinata dalla consapevolezza che l'ambito di ricerca è ancora carente.

### 4.3.Discussione dei risultati

#### 4.3.1.Disegno di studio

La qualità della letteratura sull'argomento di interesse è bassa ed i risultati descritti non tengono conto delle indicazioni della SOSORT. Tra tutti gli studi esaminati, solo due

avevano un disegno di sperimentazione clinica randomizzato e controllato [21,22]; uno era uno studio retrospettivo [25]. Gli studi rimanenti erano serie di casi o case report [23,24,26–28]. Sebbene siano preziosi, non sono sufficienti per provare l'efficacia dell'intervento o produrre linee guida di trattamento affidabili nell'ambito della terapia manuale. Per questo motivo non si possono trarre delle indicazioni consistenti per l'utilizzo di tali tecniche nella pratica clinica, se non per la riduzione del dolore.

#### 4.3.2. Effect size

La dimensione del campione era ridotta per tutti gli studi inclusi. Inoltre, l'assenza di un gruppo di controllo implica l'impossibilità di determinare la dimensione dell'effetto dell'intervento. Solo in 2 degli studi inclusi era presente il gruppo controllo, anche se in uno, Rowe et al.[21], hanno incluso un campione troppo esiguo, in quanto studio pilota, mentre nell'altro Hasler et al. [22] non hanno previsto un altro trattamento di confronto nel gruppo di controllo (non è stato possibile escludere l'effetto placebo).

#### 4.3.3. Intervento studiato

In tutti gli studi inclusi in questa revisione, tranne in 2 [21,27], la terapia manipolativa spinale è stata somministrata associata ad altre tecniche. Sebbene l'uso simultaneo di varie tecniche rispecchi una pratica clinica ragionata, non consente di isolare l'effetto specifico delle manipolazioni in uno studio clinico. Quindi, futuri studi dovrebbero utilizzare un disegno di studio che preveda la somministrazione solo della terapia manipolativa in uno dei bracci di trattamento per dimostrare l'effetto specifico delle manipolazioni vertebrali sulla AIS.

#### 4.3.4. Misure di outcome

Nel 2014 sono state sviluppate le raccomandazioni SOSORT/SRS [18] per la ricerca sul trattamento della scoliosi. Queste indicano che dovrebbero essere utilizzati di routine: le preoccupazioni estetiche, la progressione della curva, la disabilità, il dolore e la qualità della vita. Di questi, negli studi inclusi in questa revisione, era presente solo la progressione della curva, espressa con la misura dell'angolo di Cobb, e la valutazione della qualità della vita tramite il questionario SLLI.

La scoliosi idiopatica è una deformità della gabbia toracica con effetti potenzialmente gravi e irreversibili sulla funzione polmonare. Poiché le manifestazioni polmonari possono non essere clinicamente evidenti fino a quando non si verificano cambiamenti significativi nella funzione polmonare, è consigliabile il riconoscimento precoce del problema e una

valutazione periodica con test di funzionalità polmonare[32]. L'importanza della funzione respiratoria è evidente solo in uno degli studi inclusi [29], nel quale tale valutazione è uno degli outcomes utilizzati e riporta notevoli miglioramenti post-intervento.

#### 4.3.5.Segnalazione degli eventi avversi

Gli effetti benefici di qualsiasi terapia dovrebbero essere presi in considerazione valutandone anche gli effetti avversi. Solo 1 degli studi [21] inclusi ha riportato la considerazione di eventi avversi nell'analisi dei risultati, mentre in un altro studio [24], due soggetti che hanno riportato una inversione della curva, che potrebbe essere letta come un effetto indesiderato, sono stati inclusi nell'analisi come "migliorati", in quanto si è assistito comunque ad una correzione della curva iniziale. Quindi, ulteriori studi che esaminano l'efficacia della terapia manipolativa vertebrale per la AIS dovrebbero riportare regolarmente informazioni sugli eventi avversi al fine di valutare il beneficio rispetto al rischio di trattamento.

#### 4.3.6.Follow-up e stadiazione di Risser

Osservando i dati, pochi studi hanno riportato la stadiazione Risser al livello basale, sebbene alcuni studi affermassero di aver raccolto tale dato, e solo 2 degli studi esaminati hanno seguito i pazienti per il tempo minimo raccomandato[25,29].

Uno dei limiti più frequenti negli studi inclusi, infatti, è la mancanza di un follow-up alla maturazione scheletrica.

A tal proposito nello studio di Rowe et al. [21], sebbene il disegno di studio fosse metodologicamente forte, gli autori non hanno riportato gli outcomes dei partecipanti a maturazione scheletrica avvenuta. Tuttavia, è stata segnalata la stadiazione Risser pre-trattamento per ciascun paziente. È interessante notare che 4 dei 6 pazienti, appartenenti ai gruppi che non usufruivano delle manipolazioni vertebrali, avevano un Risser iniziale di 3 o 4, eppure hanno assistito ad una progressione della curva, nonostante la gestione. Il paziente che è migliorato, e che era parte del gruppo intervento, ha iniziato con un Risser 1. È importante sottolineare che l'obiettivo di questo studio non era determinare l'efficacia del trattamento, ma piuttosto studiare la realizzazione del progetto di studio. Gli autori hanno dimostrato che è possibile condurre un RCT per valutare l'efficacia delle manipolazioni vertebrali nel trattamento della scoliosi idiopatica adolescenziale in un gruppo di pazienti numeroso.

Nonostante lo studio di Hasler et al. [22] sia uno dei due RCT, e quindi tra i due studi metodologicamente migliori, tra quelli inclusi nella revisione, non è stato effettuato un

follow-up adeguato nè è stata riportata la stadiazione Risser dei soggetti studiati. Nello studio gli autori avevano affermato che le manipolazioni vertebrali nell'ambito di un approccio osteopatico non sono efficaci nella correzione o stabilizzazione della curva scoliotica su un campione di ragazzi con AIS, ma tali conclusioni non sono supportate da un adeguato disegno di studio.

Sebbene Khauv e Dickholtz abbiano seguito la paziente per 4 anni, tempo minimo raccomandato, è vero anche che la paziente ha iniziato il trattamento all'età di 15 anni, probabilmente vicino alla maturità scheletrica. Pertanto, i risultati degli autori sarebbero stati più forti se avessero seguito lo studio per un altro anno[27].

Nello studio di Chen e Chiu [28] la stadiazione di Risser non è riportata e non è noto se la radiografia di follow-up a 18 mesi corrisponda alla maturità scheletrica.

Nello studio di Lantz et al.[24] gli autori non hanno fornito una classificazione dell'intera coorte in base alla gravità della curva o stadiazione Risser. Pertanto, è difficile determinare, in base ai dati presentati, se questo intervento ha contribuito a stabilizzare la maggior parte delle curve, o se il trattamento è stato inefficace come hanno concluso gli autori.

E' noto come la progressione della scoliosi sia influenzata in modo significativo dallo stadio di Risser in cui si trova il paziente [33], per questo è importante che i futuri studi riportino la stadiazione Risser prima e dopo il trattamento. A tal proposito, un angolo di Cobb che rimane invariato da Risser 0 a Risser 3 potrebbe essere più significativo di una correzione della curva di 6° in una fase di stadio Risser 4[33].

Chen e Lantz hanno interpretato un valore di variazione dell'angolo di Cobb di  $\pm 4^\circ$  come risultato che indica l'assenza di cambiamento [24] ma, in base ai criteri SOSORT tale valore dovrebbe invece essere  $\pm 5^\circ$ . Pertanto, è importante che futuri studi sull'argomento riportino i risultati delle variazioni dell'angolo di Cobb, in tre categorie: percentuale di casi che hanno avuto un miglioramento significativo  $> 6^\circ$ , percentuale di casi che non ha subito modifiche  $\pm 5^\circ$  e quelli che hanno avuto un peggioramento  $> 6^\circ$ .

Futuri studi sul trattamento della scoliosi dovrebbero cercare di seguire i pazienti fino alla maturità scheletrica (Risser 5) e seguire i pazienti adulti per un minimo di 5 anni dopo inizio del trattamento.

#### 4.3.7.Limiti e Punti di forza

Nell'interpretazione dei risultati del presente lavoro di tesi bisogna considerarne i limiti. La strategia di ricerca è stata effettuata solo su PubMed, PeDRO, Cochrane Library e ICL, e quindi studi pertinenti indicizzati in altri databases non sono stati presi in considerazione.

Inoltre, non è stato possibile accedere alla letteratura non indicizzata, il che potrebbe aver determinato l'omissione di studi pertinenti. Tuttavia la strategia di ricerca utilizzata in questa revisione sicuramente non ha escluso una quantità di studi tanto grande da cambiare la conclusione che la tecnica manipolativa vertebrale HVLA per il trattamento conservativo della scoliosi idiopatica adolescenziale sia un argomento poco studiato.

#### 4.4. Applicabilità

Le tecniche di manipolazione spinale sono uno degli approcci più utilizzati di professionisti sanitari che utilizzano la terapia manuale nella loro pratica clinica.

La popolazione in esame in questa revisione rispecchia una parte notevole dei pazienti adolescenti che accedono a percorsi riabilitativi per disturbi muscoloscheletrici. Molto spesso, per questi pazienti, l'accesso alla fisioterapia non è diretto, ma secondario a una prescrizione medico-specialistica che, in genere, richiede una rieducazione posturale e quindi un intervento improntato sull'esercizio terapeutico e che, per quanto riguarda la terapia manuale, prevede l'utilizzo di tecniche di allungamento, trazione e, solo in alcuni casi, trattamento dei tessuti molli. Le manipolazioni spinali attualmente non rientrano tra le tecniche più frequentemente utilizzate nella gestione conservativa dell'AIS, nonostante una letteratura scientifica crescente che ne illustra gli effetti fisiologici, [16,34]. Tutto ciò indurrebbe a considerarlo un approccio utile al paziente con scoliosi, al fine di ridurre la rigidità muscolare, il dolore percepito, e come effetto indiretto anche nel diminuire le deviazioni del rachide sul piano trasversale[35] [14].

#### 4.5. Consistenza

I risultati del presente lavoro sono coerenti con una recente revisione di Morningstar [36], il cui scopo era di valutare l'attuale letteratura sul trattamento chiropratico della scoliosi idiopatica a fronte del documento di consenso del 2014 della Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT) e Scoliosis Research Society (SRS) Non-Operative Management Committee per il reporting dei risultati nei trattamenti conservativi. Lo studio, in definitiva, ha raggiunto conclusioni simili a quelle di questa revisione: attualmente l'efficacia della terapia manipolativa vertebrale nel trattamento dei pazienti con AIS non può essere valutata in modo affidabile; è necessario condurre ulteriori studi costruiti con metodi appropriati (prospettici, RCT) per valutare in modo affidabile l'utilità di tale intervento all'interno di un approccio di terapia manuale nel trattamento dell'AIS.

## 5.CONCLUSIONE

In conclusione, i dati sopra riportati, analizzando casi clinici e studi clinici su piccola scala e di scarsa qualità metodologica, non ci consentono di indicare l'utilizzo delle manipolazioni HVLA nella pratica clinica, nell'ambito di un approccio conservativo dell' AIS. La maggior parte degli studi analizzati non riportano i loro risultati come raccomandato dai criteri SOSORT/SRS, anche perchè la maggior parte di essi sono precedenti alla pubblicazione delle raccomandazioni.

D'altra parte, l'analisi di tali evidenze ci fornisce dei dati per supporre che un approccio di terapia manuale, che preveda l'utilizzo di tecniche di manipolazione vertebrale HVLA associate al trattamento dei tessuti molli e all'esercizio terapeutico, possa essere potenzialmente efficace nel trattamento dell' AIS in una popolazione di età compresa tra i 10 e i 18 anni. Infatti, la riduzione della rigidità muscolare, secondaria ai meccanismi neurofisiologici indotti da un intervento manipolativo HVLA a livello vertebrale, può contribuire alla riduzione dell'angolo di Cobb ed al miglioramento del fattore estetico.

Affinché le manipolazioni vertebrali possano essere considerate una tecnica di terapia manuale utile alla gestione conservativa dell' AIS, è necessario arricchire il panorama della letteratura scientifica con studi clinici adeguatamente disegnati e con una più elevata qualità metodologica.

E' fondamentale che in futuro gli studi sull'argomento rispettino le raccomandazioni SOSORT/SRS.

# BIBLIOGRAFIA

1. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018;13: 3.
2. Kleinberg S. THE OPERATIVE TREATMENT OF SCOLIOSIS. *Archives of Surgery.* 1922. p. 631. doi:10.1001/archsurg.1922.01110150184008
3. Machida M, Weinstein SL, Dubousset J. *Pathogenesis of Idiopathic Scoliosis.* Springer; 2018.
4. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, et al. Classification System for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume.* 2002. p. 1081. doi:10.2106/00004623-200206000-00033
5. Korbel K, Kozinoga M, Stoliński Ł, Kotwicki T. Scoliosis Research Society (SRS) Criteria and Society of Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT) 2008 Guidelines in Non-Operative Treatment of Idiopathic Scoliosis. *Pol Orthop Traumatol.* 2014;79: 118–122.
6. Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. *JAMA.* 2003;289: 559–567.
7. Basaglia N. *Medicina riabilitativa. Medicina fisica e riabilitazione. Principi e pratica.* 2009.
8. Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Rigo M, Weiss HR, et al. Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis? What we want to obtain and to avoid for our patients. *SOSORT 2005 Consensus paper. Scoliosis.* 2006;1: 4.
9. Zaina F, Negrini S, Atanasio S. TRACE (Trunk Aesthetic Clinical Evaluation), a routine clinical tool to evaluate aesthetics in scoliosis patients: development from the Aesthetic Index (AI) and repeatability. *Scoliosis.* 2009;4: 3.
10. Cheng JC, Castelein RM, Chu WC, Danielsson AJ, Dobbs MB, Grivas TB, et al. Adolescent idiopathic scoliosis. *Nat Rev Dis Primers.* 2015;1: 15030.
11. Karavidas N. Bracing In The Treatment Of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Evidence To Date. *Adolesc Health Med Ther.* 2019;10: 153–172.
12. The Cochrane Collaboration, editor. *Exercises for adolescent idiopathic scoliosis.* Cochrane Database of Systematic Reviews. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 1996. p. 63.
13. Anwer S, Alghadir A, Abu Shaphe M, Anwar D. Effects of Exercise on Spinal

Deformities and Quality of Life in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Biomed Res Int.* 2015;2015: 123848.

14. Lotan S, Kalichman L. Manual therapy treatment for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bodyw Mov Ther.* 2019;23: 189–193.
15. Maigne R. *Medicina manuale. Diagnosi e terapia per le patologie di origine vertebrale.* 1996.
16. Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *The Spine Journal.* 2002. pp. 357–371. doi:10.1016/s1529-9430(02)00400-x
17. Lewit K. *Manipulative Therapy: Musculoskeletal Medicine.* Elsevier Health Sciences; 2009.
18. Negrini S, Hresko TM, O'Brien JP, Price N, SOSORT Boards, SRS Non-Operative Committee. Recommendations for research studies on treatment of idiopathic scoliosis: Consensus 2014 between SOSORT and SRS non-operative management committee. *Scoliosis.* 2015;10: 8.
19. Altman DG. *Practical Statistics for Medical Research.* CRC Press; 1990.
20. OCEBM Levels of Evidence - CEBM. In: CEBM [Internet]. 1 May 2016 [cited 12 Apr 2020]. Available: <https://www.cebm.net/2016/05/ocebml-levels-of-evidence/>
21. Rowe DE, Feise RJ, Crowther ER, Grod JP, Menke JM, Goldsmith CH, et al. 10.1186/1746-1340-14-15. *Chiropr Osteopat.* 2006. p. 15. doi:10.1186/1746-1340-14-15
22. Hasler C, Schmid C, Enggist A, Neuhaus C, Erb T. No effect of osteopathic treatment on trunk morphology and spine flexibility in young women with adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop.* 2010;4: 219–226.
23. Byun S, Han D. The effect of chiropractic techniques on the Cobb angle in idiopathic scoliosis arising in adolescence. *J Phys Therapy Sci.* 2016;28: 1106–1110.
24. Lantz CA, Chen J. Effect of chiropractic intervention on small scoliotic curves in younger subjects: a time-series cohort design. *J Manipulative Physiol Ther.* 2001;24: 385–393.
25. Morningstar MW, Dovorany B, Stitzel CJ, Siddiqui A. Chiropractic Rehabilitation for Adolescent Idiopathic Scoliosis: End-of-Growth and Skeletal Maturity Results. *Clin Pract .* 2017;7: 911.
26. Morningstar MW, Woggon D, Lawrence G. Scoliosis treatment using a combination of manipulative and rehabilitative therapy: a retrospective case series. *BMC Musculoskelet Disord.* 2004;5: 32.
27. Kim B. Khau, D.C., MPH & Marshall Dickholtz, Sr., D.C., FICPA. Improvement in Adolescent Idiopathic Scoliosis in a Patient Undergoing Upper Cervical

- Chiropractic Care: A Case Report. *J Pediatric, Maternal & Family Health*. 2010.
28. Chen K-C, Chiu EHH. Adolescent idiopathic scoliosis treated by spinal manipulation: a case study. *J Altern Complement Med*. 2008;14: 749–751.
  29. Mark Morningstar Dc Facsp. Four-Year Follow-Up of a Patient Undergoing Chiropractic Rehabilitation for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Pediatric, Maternal & Family Health*. 2011.
  30. Sapkas G, Papagelopoulos PJ, Kateros K, Koundis GL, Boscainos PJ, Koukou UI, et al. Prediction of Cobb Angle in Idiopathic Adolescent Scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2003. pp. 32–39.  
doi:10.1097/01.blo.0000068360.47147.30
  31. Driehuis F, Hoogeboom TJ, Nijhuis-van der Sanden MWG, de Bie RA, Staal JB. Spinal manual therapy in infants, children and adolescents: A systematic review and meta-analysis on treatment indication, technique and outcomes. *PLoS One*. 2019;14: e0218940.
  32. Tsiligiannis T, Grivas T. Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis. *Scoliosis*. 2012. doi:10.1186/1748-7161-7-7
  33. Ghanem I, Rizkallah M. The impact of residual growth on deformity progression. *Ann Transl Med*. 2020;8: 23.
  34. Bialosky JE, Bishop MD, Robinson ME, Zeppieri G Jr, George SZ. Spinal manipulative therapy has an immediate effect on thermal pain sensitivity in people with low back pain: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2009;89: 1292–1303.
  35. Masarsky CS, Weber M. Chiropractic management of chronic obstructive pulmonary disease. *J Manipulative Physiol Ther*. 1988;11: 505–510.
  36. Morningstar MW, Stitzel CJ, Siddiqui A, Dovorany B. Chiropractic Treatments for Idiopathic Scoliosis: A Narrative Review Based on SOSORT Outcome Criteria. *J Chiropr Med*. 2017;16: 64–71.