

# Linee guida SOSORT 2011: trattamento ortopedico e riabilitativo per la scoliosi idiopatica durante la crescita

*Stefano Negrini<sup>1,2,3</sup>, Angelo G Aulisa<sup>4</sup>, Lorenzo Aulisa<sup>5</sup>, Alin B Circo<sup>6</sup>, Jean Claude de Mauroy<sup>7</sup>, Jacek Durmalà<sup>8</sup>, Theodoros B Grivas<sup>9</sup>, Patrick Knott<sup>10</sup>, Tomasz Kotwicki<sup>11</sup>, Toru Maruyama<sup>12</sup>, Silvia Minozzi<sup>13</sup>, Joseph P O'Brien<sup>14</sup>, Dimitris Papadopoulos<sup>15</sup>, Manuel Rigo<sup>16</sup>, Charles H Rivard<sup>6</sup>, Michele Romano<sup>3</sup>, James H Wynne<sup>17</sup>, Monica Villagrasa<sup>16</sup>, Hans-Rudolf Weiss<sup>18</sup>, Fabio Zaina<sup>3</sup>.*

1. Medicina fisica e riabilitativa, Università di Brescia, Italia.
2. Fondazione Don Gnocchi, Milano, Italia.
3. ISICO (Istituto Scientifico Italiano COLonna vertebrale), Milano, Italia.
4. Divisione di ortopedia e traumatologia, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Istituto di Ricerca Scientifica, Piazza San Onofrio 4, 00165, Roma, Italia.
5. Dipartimento di ortopedia, Università Cattolica del Sacro Cuore, Policlinico Universitario Agostino Gemelli, L.go F. Vito, 1 - 00168 Roma, Italia.
6. Sainte Justine Hospital, Università di Montreal, Canada.
7. Clinique du Parc, Lione, Francia.
8. Dipartimento di riabilitazione, Medical University of Silesia and University Hospital, Katowice, Polonia.

9. Dipartimento di ortopedia e traumatologia, "Tzanio" General Hospital, Tzani and Afendouli 1 st, Piraeus 18536, Grecia.
10. Rosalind Franklin University of Medicine and Science, North Chicago, Illinois, 60064, USA.
11. Unità disturbi vertebrali, Dipartimento di ortopedia e traumatologia pediatriche, University of Medical Sciences, Poznan, Polonia.
12. Dipartimento di chirurgia ortopedica, Saitama Medical Center, Saitama Medical University, Giappone.
13. Cochrane Review Group on Drugs and Alcohol. Dipartimento di epidemiologia. Regione Lazio. Via di Santa Costanza, 53. 00198 Roma. Italia.
14. National Scoliosis Foundation, Boston, USA.
15. Spondylos Laser Spine Lab, Orthopaedic Facility and Rehabilitation Center, 74, Messogion Ave, 115 27, Athens, Grecia.
16. Institut Elena Salvá. Vía Augusta 185. 08021 Barcellona, Spagna.
17. Boston Brace Co., Boston, USA
18. Gesundheitsforum Nahetal. Alzeyer Str. 23. D-55457 Gensingen, Germania

SN stefano.negrini@med.unibs.it

AGA angelogabriele.aulisa@fastwebnet.it

LA aulisa@libero.it

ABC alin\_circo@yahoo.ca

JCDdemauroy@aol.com

JD jdurmala@gmail.com

TBG tgri69@otenet.gr

PK Patrick.Knott@rosalindfranklin.edu

TK kotwicki@ump.edu.pl

TM tmaruyama17@ybb.ne.jp o tmaruyama17@yahoo.co.jp

SM minozzi.silvia@gmail.com

JOB jpobrien@scoliosis.org

DP dp@spondylos.eu

MaRi rigo@rigoquerasalva.com

CHR chrivard@gmail.com

MiRo michele.romano@isico.it

JHW jwynne@bostonbrace.com

MV monikve78@hotmail.com

HRW hr.weiss@skoliose-dr-weiss.com

FZ fabio.zaina@isico.it

## **Autore di riferimento**

Stefano Negrini  
c/o ISICO  
Via R Bellarmino 13/1  
20141 Milano (Italia)  
stefano.negrini@med.unibs.it

## **Premessa**

### ***Mandato***

La Scientific Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT), operante a livello internazionale, che ha steso le sue prime linee guida nel corso del meeting tenutosi nel 2005 a Milano e le ha pubblicate nel 2006 sulla rivista Scoliosis [1], ha avvertito l'esigenza di sottoporle a revisione per incrementare la loro qualità scientifica. Durante il congresso SOSORT tenutosi nel 2010 a Montreal, è stata costituita una commissione per le linee guida del SOSORT, coordinata da Stefano Negrini. Il mandato della commissione era quello di sviluppare linee guida metodologicamente integre e basate sull'evidenza, fornendo raccomandazioni secondo la forza dell'evidenza attuale.

### ***Commissione***

La commissione era aperta a tutti i membri di SOSORT intenzionati ad aderire al progetto; si è deciso di includere anche un metodologo (Silvia Minozzi), mentre un paziente (Joe P. O'Brien), un membro di SOSORT e il presidente della US National Scoliosis Foundation sono stati nominati giudici esterni con la prospettiva del paziente.

### ***Contenuti***

I contenuti del documento delle linee guida 2011 di SOSORT sul "trattamento ortopedico e riabilitativo della scoliosi idiopatica dell'adolescenza durante la crescita" sono:

1. Metodologia
2. Nozioni generali sulla scoliosi idiopatica
3. Approccio al trattamento conservativo della scoliosi idiopatica in pazienti diversi, con diagrammi di flusso pratici
4. Revisione della letteratura e raccomandazioni su valutazione, corsetto, fisioterapia, esercizi fisioterapici specifici e altri trattamenti conservativi

Un'appendice è stata aggiunta per fornire tutti i dettagli relativi al metodo usato per sviluppare le linee guida.

### ***Portata, obiettivo e applicazioni***

L'obiettivo di queste linee guida è quello di offrire a tutti i professionisti impegnati nel trattamento conservativo della scoliosi una revisione aggiornata basata sull'evidenza attuale nel campo, unitamente a una serie di raccomandazioni basate sull'evidenza. Le numerose aree grigie, importanti per l'attività clinica quotidiana, per le quali non è stato possibile fornire una

raccomandazione basata sull'evidenza, sono state integrate attraverso una metodologia di consenso formale ed esplicito, come descritto nell'appendice (file supplementare n. 1), al fine di fornire una raccomandazione fondata sul consenso.

Le linee guida sono state ideate per poter essere applicabili a tutti i pazienti affetti da scoliosi, indipendentemente dall'età. Le principali domande cliniche che esse trattano sono:

- Quale valutazione del paziente andrebbe effettuata?
- Quale trattamento conservativo andrebbe fornito e in che modo?
- Come e quando va adottata la terapia ortesica?
- Come e quando va utilizzato l'esercizio fisico?

### ***Sviluppo delle linee guida***

Sono stati coinvolti tutti i tipi di professionisti impegnati nel trattamento conservativo della scoliosi, come medici specialisti (ortopedici, specialisti in medicina fisica e riabilitativa, psichiatri) e operatori sanitari correlati (ortottisti, fisioterapisti, chiropratici); sono stati inclusi anche un metodologo e un rappresentante dei pazienti.

Nondimeno, va sottolineato che queste linee guida sono state sviluppate da SOSORT, che è una società che si occupa del trattamento della scoliosi e che si dedica esclusivamente all'approccio conservativo alla scoliosi. Le altre due società scientifiche internazionali coinvolte nel trattamento della scoliosi, nonostante si occupino anche dell'approccio conservativo, si concentrano principalmente sul trattamento chirurgico (Scoliosis Research Society) o sulla ricerca in generale (International Research Society on Spinal Deformities): la SRS e la IRSSD non sono state pertanto coinvolte nello sviluppo di queste linee guida, anche se i membri di queste società sono membri anche di SOSORT e hanno partecipato.

I pazienti sono stati coinvolti nello sviluppo delle linee guida attraverso la US National Scoliosis Foundation, che al momento raggruppa 25.000 pazienti scoliotici.

### ***Metodi***

I metodi sono descritti dettagliatamente nell'appendice (file supplementare n. 1).

Per le sezioni relative al trattamento, abbiamo eseguito revisioni sistematiche della letteratura nel mese di febbraio 2011. Sono state eseguite ricerche in Medline sin dalla sua creazione, senza alcun limite linguistico. Le strategie di ricerca, i criteri di selezione e il numero di articoli reperiti sono elencati nelle singole sezioni. Abbiamo anche cercato: gli abstract di tutti i meeting del SOSORT, dal primo risalente al 2003, fino al 2010; i file personali e le conoscenze di tutti gli autori; gli articoli trovati mediante tutte le altre ricerche elencate in queste linee guida; i rimandi bibliografici di tutti gli articoli reperiti.

Per elaborare le attuali linee guida, è stata eseguita una revisione delle precedenti: queste ultime sono state cercate attraverso un'ampia ricerca bibliografica in Medline, usando le parole chiave "scoliosis" e "guidelines" [1-4]. I documenti, le raccomandazioni e i diagrammi di flusso relativi all'approccio pratico nella loro versione finale sono stati sviluppati secondo la procedura Delphi, attentamente descritta nell'appendice (file supplementare n. 1). È stata condotta una revisione metodologica e pratica, e la sessione finale per il consenso si è svolta nel corso del congresso SOSORT tenutosi nel 2011 a Barcellona.

È stata adottata una classica tabella (tabella 1, pag. 84) per la forza dell'evidenza (Strength of Evidence, SoE). Secondo le linee guida italiane [2], sono stati aggiunti i livelli V e VI sulla base della sessione di consenso tenutasi durante il congresso SOSORT. È stata usata anche una scala (tabella 2, pag. 84) per la forza della raccomandazione (Strength of Recommendation, SoR), che si presuppone ci sia nell'attività clinica quotidiana, equilibrando tutti gli elementi tipicamente

coinvolti in questa decisione (pazienti, professionisti, operatori sociali) . La scala della SoR è intesa come accompagnamento e complemento per la scala della forza dell'evidenza (SoE).

### ***A chi si rivolgono queste linee guida***

Gli utenti di queste linee guida saranno tutti i professionisti coinvolti nel trattamento conservativo della scoliosi, ma tali linee guida dovrebbero servire anche come riferimento per i pazienti.

### ***Aggiornamenti***

Visto che queste linee guida sono state elaborate nel 2011, saranno completamente aggiornate da SOSORT fra il 2016 e il 2021. Qualora prima di quella data dovessero intervenire importanti cambiamenti nella pratica clinica , il comitato di SOSORT potrebbe decidere di pubblicare un aggiornamento anticipato.

### ***Applicabilità***

Queste linee guida saranno pubblicate sulla rivista on-line di libero accesso "Scoliosis" ([www.scoliosisjournal.com](http://www.scoliosisjournal.com)). Si tratta del modo più importante per garantire la loro accessibilità alla comunità mondiale composta dai professionisti che si occupano del trattamento conservativo della scoliosi. Inoltre, questo garantirà visibilità ai pazienti. Il processo di consenso, che coinvolge professionisti di tutto il mondo, dovrebbe dare vita a un documento oggettivo che potrà essere consultato da un'ampia varietà di organizzazioni interessate e da parte di terzi, al fine di ottenere informazioni circa le modalità terapeutiche. Nel frattempo, si potranno prendere in considerazione eventuali adattamenti a livello nazionale. Il documento in sé dovrebbe fungere da base per questi documenti a livello nazionale.

Le traduzioni in svariate lingue sono già state pianificate e includono francese, tedesco, greco, italiano, giapponese, polacco e spagnolo. Queste traduzioni saranno pubblicate sul sito Web ufficiale del SOSORT: [www.sosort.org](http://www.sosort.org). Inoltre, è stato pianificato un procedimento per l'autorizzazione da parte delle organizzazioni nazionali, che sarà riportato nella prossima edizione di queste linee guida.

## **Informazioni di carattere generale sulla scoliosi idiopatica**

### ***Definizioni***

"Scoliosi" è un termine generale che descrive un gruppo eterogeneo di patologie, le quali consistono in alterazioni in termini di forma e posizione del rachide, del torace e del tronco. Il nome, che si pensa sia stato introdotto da Ippocrate ("scolios" significa storto o curvo) [5] e usato da Galeno ("scoliosis"), indica una curvatura laterale anormale del rachide. Oggi è noto che la scoliosi non è limitata solo al piano frontale, ma può essere definita come "**deformità torsionale tridimensionale del rachide e del tronco**" [6-8]: essa determina una curvatura laterale sul piano frontale, una rotazione assiale sul piano orizzontale e un disturbo delle normali curvature sul piano sagittale, vale a dire cifosi e lordosi, riducendole solitamente, ma non sempre, nella direzione di una schiena piatta.

La " scoliosi strutturale", o semplicemente "scoliosi", va differenziata dalla "scoliosi funzionale" che è una curva vertebrale dovuta a cause extraspinali note (per esempio, accorciamento di un arto inferiore o asimmetria nel tono dei muscoli paraspinali). Solitamente si riduce parzialmente o scompare completamente dopo l'eliminazione della causa soggiacente (per esempio in posizione supina). La scoliosi funzionale non costituisce l'argomento di questo articolo.

Il termine "scoliosi idiopatica" è stato introdotto da Kleinberg (1922) (rif. bib.) e viene utilizzato per descrivere tutti i pazienti nei quali non è possibile identificare una patologia specifica che dà origine alla deformità; infatti, essa compare in bambini apparentemente sani e può progredire in relazione a svariati fattori durante qualsiasi periodo di rapida crescita. Per definizione, la scoliosi idiopatica è di origine sconosciuta ed è probabilmente dovuta a svariate cause. Dal punto di vista della eziopatogenesi, la deformità vertebrale causata dalla scoliosi idiopatica può essere definita come **un segno di una sindrome ad eziologia multifattoriale** [9-13]. Quasi sempre, la scoliosi si manifesta come deformità solitaria, ma ulteriori approfondimenti possono identificare altri segni subclinici significativi [14, 15]. La scoliosi idiopatica è stata descritta come deformità torsionale del rachide, che combina una traslazione e una rotazione di un numero variabile di vertebre e che cambia la geometria tridimensionale del rachide [16-18]. Una schiena piatta strutturale e a volte geometrica è osservata con frequenza, ma la geometria del rachide sulle radiografie laterali risulta altamente variabile. La deformità del tronco e l'asimmetria della schiena sono correlate alla deformità vertebrale, ma in alcuni casi vi possono essere discrepanze significative [19].

La curvatura sul piano frontale (radiografia in veduta postero-anteriore in posizione eretta) è data da una limitante somatica superiore ed una limitante somatica inferiore, prese entrambe come livello di riferimento per misurare l'angolo di Cobb. La Scoliosis Research Society (SRS) suggerisce che la diagnosi sia confermata quando l'angolo di Cobb è pari o superiore a 10° ed è possibile identificare una rotazione assiale. La rotazione assiale massima è misurata alla vertebra apicale. Tuttavia, la scoliosi strutturale può essere osservata con un angolo di Cobb inferiore a 10° [20], con un potenziale di progressione. La progressione è più comune nelle ragazze durante lo scatto di crescita nel corso della pubertà e quindi è chiamata scoliosi idiopatica progressiva. Se non trattata, può determinare gravi deformità del tronco, le quali limitano la capacità e le funzioni biomeccaniche della gabbia toracica, la capacità di eseguire esercizio fisico, la forma fisica in generale e la capacità di lavorare, tutti fattori correlati con una compromissione della qualità di vita.

### ***Epidemiologia***

Approssimativamente nel 20% dei casi, la scoliosi è dovuta a un altro processo patologico. Il restante 80% è costituito da casi di scoliosi idiopatica. La scoliosi idiopatica dell'adolescenza (AIS) con un angolo di Cobb superiore ai 10° si manifesta nella popolazione generale in percentuale variabile dallo 0,93% al 12 % [21-38]: un valore pari al 2-3% è quello rilevato con maggiore frequenza nella letteratura ed è stato suggerito che l'epidemiologia subisca variazioni in base alla latitudine [24, 39].

Approssimativamente il 10% di questi casi diagnosticati richiede un trattamento conservativo, mentre circa lo 0,1-0,3% richiede una correzione chirurgica della deformità. La progressione della AIS è molto più frequente nei soggetti di sesso femminile. Quando l'angolo di Cobb è compreso fra 10° e 20°, la proporzione dei soggetti di sesso femminile e di sesso maschile colpiti dal disturbo è simile (1,3:1), aumenta fino a 5,4:1 per gli angoli di Cobb compresi fra 20° e 30°, e arriva fino a 7:1 per angoli superiori a 30° [40, 41]. Se l'angolo della scoliosi al termine della crescita supera una soglia critica (la maggior parte degli autori presume che tale soglia sia compresa fra 30° e 50°), vi è un rischio più elevato di problemi di salute nella vita adulta, ridotta qualità di vita, deformità estetica e disabilità visibile, nonché dolore e limitazioni funzionali progressive [41, 42].

## **Eziologia**

L'eziopatogenesi della scoliosi non è ancora stata chiarita. Le cause della scoliosi sono attualmente oggetto di ricerca in disturbi congeniti o acquisiti a carico delle strutture vertebrali. I pazienti con questo tipo di deformità solitamente soffrono di anomalie concomitanti come struttura asimmetrica del tronco cerebrale, compromissioni sensoriali e dell'equilibrio, disturbi della coagulazione sanguigna e della funzione del collagene [3,4,5]. Il ruolo dei fattori genetici nello sviluppo dei disturbi vertebrali assiali è enfatizzato e confermato dalla tendenza della scoliosi a presentarsi in determinate famiglie, e i ricercatori suggeriscono un disturbo ereditario nella struttura e nella funzione dei recettori degli estrogeni [6].

Numerosi autori indicano che le cause della scoliosi sono le malattie sistemiche a carico, fra le altre cose, della sintesi dei mucopolisaccaridi e delle lipoproteine. Negli anni '90, un gruppo di ricercatori sotto la guida di Dubousset [7,8,9] ha proposto che la scoliosi si sviluppi come risultato di un disturbo a carico della sintesi della melatonina. Hanno indotto curvature vertebrali nei polli mediante pinealectomia e successivamente hanno migliorato la deficienza di melatonina, osservando una ridotta incidenza della scoliosi negli animali. Machida ha riferito ridotti livelli sierici di melatonina nelle ragazze affette da una scoliosi idiopatica rapidamente progressiva [8]. I suoi riscontri sono stati messi in discussione da altri autori, i quali non hanno rilevato alcuna differenza fra i livelli di melatonina delle ragazze scoliotiche e quelli in un gruppo di controllo sano. Attualmente alla melatonina è attribuito un ruolo limitato nella patogenesi della scoliosi [10]. Il possibile ruolo della melatonina nell'eziologia della scoliosi è discusso anche in connessione all'età al momento del menarca nelle diverse latitudini geografiche. [24]

Secondo studi più recenti, la calmodulina può disturbare i livelli di melatonina. Kindsfater [43] ha valutato i livelli di calmodulina al fine di determinare il rischio di progressione della curva. Sulla base di questa ipotesi, la melatonina riveste un ruolo secondario nell'induzione spontanea della scoliosi. Si tratta di una conseguenza dell'interazione con la calmodulina, una proteina che possiede recettori per gli ioni di calcio e quindi è in grado di influenzare la contrattilità dei muscoli scheletrici; può inoltre essere rilevata nelle piastrine ematiche (il suo livello nelle piastrine era superiore nei pazienti con tassi di progressione scoliotica superiori a 10° nell'arco di 12 mesi) [11]. Altri autori hanno valutato la possibilità che le varianti geniche di IL-6 e MMPs possano essere associate alla scoliosi e suggeriscono che polimorfismi nel promoter di MMP-3 e IL-6 costituiscano un fattore importante per la predisposizione genetica alla scoliosi.

Nel complesso, l'eziologia della scoliosi non è stata completamente spiegata [12,13]. Sulla base della varietà di opinioni sullo sviluppo della scoliosi idiopatica, possiamo ipotizzare un'origine multifattoriale. Le opinioni presentate sopra sono supplementari e non si escludono a vicenda. Allo stesso tempo, spiegano i complessi determinanti e le correlazioni fra i disturbi dello sviluppo vertebrale nei bambini e negli adolescenti.

## **Decorso naturale**

La scoliosi idiopatica (IS) può svilupparsi in qualsiasi momento durante l'infanzia e l'adolescenza. Risulta essere più comune nei periodi di forte crescita fra i 6 e i 24 mesi, fra i 5 e gli 8 anni, e fra gli 11 e i 14 anni di vita [2]. Il tasso di sviluppo della curva vertebrale cambia più rapidamente all'inizio della pubertà [23, 24]. Secondo la scala di Tanner, che valuta le caratteristiche terziarie correlate al sesso, questo periodo corrisponde alle fasi S2 e P2 nelle ragazze, e alle fasi T2 e P2 nei ragazzi [25]. Lo scatto di crescita durante la pubertà inizia con un'accelerata crescita longitudinale degli arti, la quale provoca una sproporzione temporanea del corpo (arti lunghi e tronco corto). Successivamente, la crescita longitudinale si osserva anche nello scheletro assiale. Si tratta del periodo di più marcata progressione della scoliosi idiopatica. A circa due terzi del

periodo che vede questo scatto di crescita puberale, le ragazze presentano il menarca, il quale indica una riduzione lenta e graduale del rischio di progressione della scoliosi.

Dopo il completamento della crescita vertebrale, il potenziale di progressione della scoliosi idiopatica è molto più basso. In età adulta, la scoliosi idiopatica può intensificarsi come risultato di deformità ossee progressive e di un cedimento del rachide. Questo fenomeno è riferito specialmente nella scoliosi superiore ai 50°, mentre il rischio di progressione inizia ad aumentare quando la curva supera i 30° [26, 30, 31][42]; le curve della scoliosi idiopatica meno gravi spesso rimangono stabili. Nondimeno, il decorso naturale della scoliosi nell'adulto a oggi non è ben conosciuto ed è ancora possibile che la progressione possa presentare alcuni periodi di picco [45]. La scoliosi "de novo" è stata riconosciuta come una possibile forma dell'età adulta [46].

### **Classificazioni**

Nel corso degli anni, sono state proposte varie classificazioni per la scoliosi idiopatica, ma non tutte sono rilevanti per il trattamento conservativo o vengono attualmente usate per scopi diversi dalla ricerca. Nella tabella 3 (pag. 85) presentiamo le prassi cliniche conservative più rilevanti usate nell'attività clinica, unitamente a una successiva breve discussione.

### **Cronologica**

James [2] ha proposto che la scoliosi debba essere classificata in base all'età del bambino al momento della diagnosi della deformità (tabella 3). Questa classificazione è importante, perché più il periodo che intercorre fra la diagnosi della scoliosi e il completamento della crescita del bambino è lungo, più elevato è il rischio di sviluppare una deformità più grave e complicata.

Oggi, il termine generale "scoliosi a insorgenza precoce" a volte è usato per classificare insieme la scoliosi infantile e giovanile, ma noi preferiamo la classificazione di James, a causa del fatto che la scoliosi infantile presenta una prognosi differente. Infatti, vi sono curve scoliotiche posturali congenite diagnosticate nei neonati, che fanno parte di una sindrome solitamente risultante da una compressione intrauterina provocata dal cattivo posizionamento del feto durante la gravidanza, e si tratta di un'eccezione alla regola. Tali curve non sono deformità triplanari e solitamente manifestano una remissione spontanea. Dato che il range di movimento dell'anca è spesso asimmetrico e che il bambino preferisce appoggiare la testa su un solo lato, solitamente vengono utilizzati gli esercizi e la correzione della posizione corporea. La visita solitamente rivela una remissione graduale della curva in questi bambini e tali curve scoliotiche possono essere quindi categorizzate come regressive [17].

### **Angolare**

L'angolo della scoliosi misurato sulla radiografia frontale in ortostatismo secondo il metodo di Cobb è uno dei fattori decisivi nella gestione della scoliosi idiopatica ed è direttamente correlato a tutte le decisioni terapeutiche. Sono state proposte molte diverse classificazioni basate su queste misurazioni angolari, ma fino a oggi nessun sistema presenta una validità estesa. Nondimeno, esiste un accordo su alcune soglie [41, 42, 47-49]:

- scoliosi inferiore ai 10°: la diagnosi di scoliosi non andrebbe formulata;
- scoliosi superiore ai 30°: il rischio di progressione nell'età adulta aumenta, così come il rischio di problemi di salute e di una riduzione della qualità di vita;
- scoliosi superiore ai 50°: vi è un consenso circa il fatto che sia quasi certo che la scoliosi progredirà in età adulta e determinerà problemi di salute e una riduzione della qualità di vita.

Sulla base di queste soglie, e prendendo in considerazione il fatto che l'errore di misurazione riconosciuto nella misurazione dell'angolo di Cobb è pari a 5° [50-55], vengono prese decisioni



importanti. Queste includono la soglia generalmente riconosciuta per l'intervento chirurgico (45-50°) e gli obiettivi del trattamento conservativo che descriveremo più avanti. In questo scritto proponiamo una classificazione che è utile per i medici che si occupano del trattamento conservativo e che può essere utilizzata per discutere delle opzioni terapeutiche con i pazienti (tabella 3): è derivata dall'idea che vi sia un continuum da una fase all'altra, e che l'errore di misurazione di 5° debba essere preso in considerazione.

### **Topografica**

Le restanti classificazioni più comuni della scoliosi idiopatica si basano sul sito anatomico della deformità vertebrale unicamente sul piano frontale. Una classificazione ideata da Ponseti [56] (basata sul lavoro di Schulthess [57]) distingue quattro tipi principali di scoliosi: dorsale, lombare, dorso-lombare e a forma di S. Questa classificazione è la più tradizionale ed è usata sia nel trattamento conservativo sia nella classificazione preoperatoria della scoliosi [58], ed è descritta nella tabella 3. Altri due sistemi di classificazione della scoliosi idiopatica, basati sul sito anatomico della deformità vertebrale, sono stati proposti e usati nella pianificazione preoperatoria [59-63]. Tuttavia, dato che queste linee guida riguardano il trattamento conservativo, questi sistemi di classificazione non vengono presi in considerazione in questo lavoro. Nel campo clinico della riabilitazione e del trattamento ortesico sono state proposte altre classificazioni che però non sono ancora diventate uno standard [64-68]; inoltre, sono state pubblicate alcune classificazioni tridimensionali [69-75], che sono però ancora lontane dall'essere convalidate per l'applicazione nell'attività clinica quotidiana.

## **Approccio alla pratica clinica basata sull'evidenza per la scoliosi idiopatica**

### **Obiettivi del trattamento conservativo**

#### **Obiettivi di carattere generale**

Il SOSORT ha pubblicato su *Scoliosis Journal* un consensus paper intitolato "Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis? What do we want to obtain and to avoid for our patients. SOSORT 2005 Consensus paper" (Perché trattiamo la scoliosi idiopatica dell'adolescenza? Cosa vogliamo ottenere e cosa vogliamo evitare per i nostri pazienti. Consensus paper SOSORT, 2005) [42] che può servire come riferimento per approfondimenti specifici su questo argomento. In questo articolo è possibile trovare la maggior parte degli obiettivi terapeutici di carattere generale (tabella 4, pag. 85).

Gli obiettivi del trattamento conservativo della scoliosi idiopatica possono essere suddivisi in due gruppi: morfologici e funzionali. Il primo aspetto influenza l'estetica (che è stata proposta come primo obiettivo terapeutico dagli esperti di SOSORT), mentre entrambi gli aspetti determinano la qualità di vita, il benessere psicologico e la disabilità del paziente (rispettivamente il secondo, il terzo e il quarto obiettivo secondo gli esperti di SOSORT) [42]. Gli obiettivi basilari del trattamento conservativo generale della scoliosi idiopatica sono:

1. arrestare la progressione della curva alla pubertà (o possibilmente ridurla)
2. prevenire o trattare le disfunzioni respiratorie
3. prevenire o trattare le sindromi algiche vertebrali
4. migliorare l'aspetto estetico attraverso la correzione posturale

### Arrestare la progressione della curva alla pubertà (o possibilmente ridurla)

Si ritiene sia impossibile eradicare completamente la scoliosi idiopatica con le tecniche di trattamento conservativo disponibili oggi. È possibile e solitamente sufficiente impedire un'ulteriore progressione, anche se recenti articoli di ricerca condotti nel rispetto dei criteri stabiliti dalla SRS hanno mostrato che è possibile anche ottenere una certa quantità di correzione della curva [76-79].

### Prevenire o trattare le disfunzioni respiratorie

L'aspetto morfologico della deformità è strettamente correlato all'aspetto funzionale. In base al suo grado e alla posizione, la curva influisce sulla funzione respiratoria. Le variazioni più evidenti a livello del sistema respiratorio sono determinate dalle curve del rachide dorsale.

### Prevenire o trattare le sindromi algiche vertebrali

Gli adulti scoliotici soffrono di dolore vertebrale, che lamentano più frequentemente rispetto agli adulti non scoliotici. Differenze statisticamente significative sono già osservate nelle persone di età compresa fra 20 e 30 anni. In uno studio di follow-up della durata di oltre 40 anni, sono state osservate una prevalenza tre volte maggiore delle lamentele correlate al dolore cronico e un'incidenza oltre 20 volte maggiore di un dolore grave e pungente in un gruppo di persone affette da scoliosi idiopatica non trattata, rispetto a un gruppo di controllo. La ricorrenza delle lamentele correlate al dolore ha probabilmente un'origine multifattoriale [80-87].

### Migliorare l'aspetto estetico attraverso la correzione posturale

La qualità della vita è influenzata in maniera significativa dalle sensazioni relative all'aspetto estetico e dall'accettazione del proprio aspetto. Di conseguenza, la correzione visiva di una deformità esterna del tronco correlata alla scoliosi costituisce una questione importante nel trattamento conservativo. La valutazione degli esiti terapeutici può basarsi sulla valutazione visiva soggettiva, su indici appositamente ideati per la valutazione visiva oppure su parametri per la valutazione della topografia di superficie [19, 88, 89].

## **Obiettivi specifici del trattamento conservativo durante la crescita**

È possibile definire gli obiettivi specifici del trattamento conservativo dei singoli pazienti durante la crescita: tali obiettivi possono essere stabiliti in base al punto di partenza (raggi-X prima del trattamento). Questi obiettivi andrebbero considerati uno strumento dinamico, da adattare durante il trattamento secondo le variazioni della deformità, la compliance del paziente, le terapie proposte e così via. A tale riguardo, possiamo definire le seguenti possibilità:

- Obiettivo assoluto: si tratta degli obiettivi basilari del trattamento conservativo. Se non gli altri, almeno questi obiettivi vanno raggiunti
- Obiettivo primario: si tratta degli obiettivi "migliori possibili" per i pazienti che iniziano il trattamento in ciascuna situazione clinica specifica
- Obiettivi secondari: si tratta degli obiettivi di compromesso che si accettano quando diventa chiaro che non è possibile conseguire gli obiettivi primari

Secondo questo approccio, il SOSORT ha raggiunto un consenso (forza dell'evidenza VI, forza della raccomandazione C) illustrato nella tabella 5 (pag. 86). Questa tabella è stata organizzata con un minimo e un massimo di obiettivi primari e secondari che è possibile raggiungere per ciascuna situazione clinica. Gli obiettivi assoluti sono simili per tutti i pazienti in ogni situazione clinica: evitare l'artrodesi chirurgica. Un primo approccio a questo problema, vale a dire sviluppare un simile schema, è stato proposto nel 2007 [90]: questi obiettivi sono stati applicati in alcuni studi [77, 90] e hanno dimostrato la loro utilità. Pertanto, in questo lavoro proponiamo che

tali obiettivi terapeutici vengano applicati negli studi clinici sul trattamento conservativo della scoliosi idiopatica.

### **Approccio alla pratica clinica basata sull'evidenza**

Questa sezione è costituita principalmente da uno schema di approccio pratico (Practical Approach Scheme, PAS) (tabella 6, pag. 87) che è stato approntato attraverso la procedura di consenso descritta nell'appendice (file supplementare n. 1). Il PAS costituisce un reale approccio alla pratica clinica basata sull'evidenza per la scoliosi idiopatica. La forza dell'evidenza del PAS è VI, mentre la forza della raccomandazione è B.

Questo lavoro presenta anche uno schema relativo alla forza dei trattamenti (Strength of Treatments Scheme, STS) (tabella 7, pag. 88) e descrive tutti i possibili trattamenti che possono essere proposti per la scoliosi idiopatica, disposti in ordine dal meno impegnativo al più impegnativo (sia in termini di carico per il paziente che di possibile efficacia). Inoltre, l'STS è basato sul consenso (forza dell'evidenza V, forza della raccomandazione B). Iniziando dall' STS, è possibile affermare, per ogni singola situazione clinica del PAS, un minimo ed un massimo dei possibili trattamenti che potrebbero essere proposti: di conseguenza, tutti i trattamenti che nell' STS sono riferiti fra questo minimo e questo massimo possono essere presi in considerazione per quella situazione clinica specifica.

Il PAS presenta alcune caratteristiche principali che costituiscono la sua forza e la sua giustificazione:

- Costituisce il modo che abbiamo scelto per risolvere le differenze fra i vari medici nell'approccio clinico quotidiano, per poter essere in grado di affermare ciò che è presumibilmente totalmente sbagliato (oltre il massimo: ipertattamento; al di sotto del minimo: ipotattamento) secondo le attuali conoscenze in materia di trattamento conservativo.
- Descrive un reale approccio quotidiano, dato che tutti i medici solitamente scelgono fra una serie piuttosto ampia di possibilità quando si trovano a dover trattare un singolo paziente; la decisione finale arriva dopo una discussione con il paziente e dopo aver soppesato i vari fattori di rischio coinvolti nella situazione clinica. Infatti, il PAS è stato sviluppato prendendo come riferimento la teoria "passo dopo passo" di Sibilla [78, 91-94]: per ogni singolo paziente è necessario scegliere la corretta fase terapeutica, e rapportare la terapia con gli obiettivi che ci si prefigge in quanto la terapia più efficace è anche la più impegnativa. Di conseguenza, il giungere a una decisione errata significa dover affrontare uno dei due errori principali che si commettono nel trattamento conservativo della scoliosi idiopatica, vale a dire l' ipertattamento (un carico eccessivo sul paziente) o l' ipotattamento (un'efficacia insufficiente).
- La pratica clinica basata sull'evidenza è per definizione la migliore integrazione fra la conoscenza offerta dalla medicina basata sull'evidenza, l'esperienza clinica individuale e le preferenze del pazienti (Figura 1, pag. 83) [95-98]. Di conseguenza, il trattamento di un singolo paziente da parte di svariati medici, anche di fronte a una situazione clinica identica, può variare sia a causa delle preferenze del paziente sia a causa dell'esperienza specifica del medico. Questo porta alla conseguenza finale che non sarà mai possibile affermare con certezza qual è l'unico approccio corretto a una situazione clinica, ma si dovrà sempre considerare una serie di situazioni.

Nel PAS, è stato accettato che i singoli medici esperti nel trattamento conservativo che si occupano di pazienti affetti da scoliosi idiopatica possano muoversi verso l'alto o verso il basso all'interno dello stesso range di trattamenti, ma anche verso destra o verso sinistra (vale a dire verso una situazione clinica più o meno impegnativa, qui identificata come una colonna del PAS),

secondo la presenza o l'assenza di particolari fattori di rischio che sono stati elencati alla fine del PAS.

Qui di seguito elencheremo e descriveremo brevemente diversi trattamenti presi in considerazione nel PAS ed elencati nell'STS. Verrà fornita anche una breve descrizione dei vari fattori di rischio per la progressione.

### **Trattamenti conservativi**

Tutti questi approcci terapeutici sono elencati nell'STS (tabella 7) e saranno presentati in ordine crescente per impegno e quando possibile per efficacia. Per ulteriori approfondimenti è possibile fare riferimento alla Brace Technology and Rehabilitation Schools for Scoliosis Series [99, 100] pubblicata dalla rivista *Scoliosis*. Inoltre, dettagli più specifici possono essere reperiti nel consensus paper sulla terminologia recentemente elaborato da SOSORT [101].

**Niente (Nt):** nessun trattamento è necessario.

**Osservazione (Os).** Si tratta della prima fase di un approccio attivo contro la scoliosi idiopatica ed è costituita da una valutazione clinica regolare con un periodo di follow-up specifico. La programmazione temporale di questo follow-up può oscillare da 2-3 a 36-60 mesi secondo la situazione clinica specifica. Valutazione clinica non richiede il ricorso ai raggi X: le radiografie vengono solitamente utilizzati nel corso di valutazioni cliniche alternate (prescrizione delle radiografie ogni 12 mesi circa).

**Esercizi fisioterapici specifici (EFS).** Includono tutte le forme di fisioterapia ambulatoriale di comprovata efficacia, che saranno gradualmente pubblicate in Rehabilitation Schools for Scoliosis Series [100] sulla rivista *Scoliosis*. Queste modalità terapeutiche vengono elencate nella terza parte delle presenti linee guida. La frequenza delle sessioni terapeutiche dipende dalle tecniche, dalla collaborazione e dalla capacità del paziente di eseguire il trattamento con l'aiuto delle persone che lo assistono. A volte, può essere condotto su base quotidiana oppure alcune volte alla settimana. Le sessioni fisioterapiche ambulatoriali a lungo termine molto spesso si tengono 2-4 volte alla settimana se il paziente è disposto a collaborare pienamente. L'attuale forma di esercizio dipende principalmente dal carattere del metodo terapeutico prescelto.

**Riabilitazione speciale per degenti (RSD).** Si tratta di un metodo di esercizio speciale utilizzato su pazienti ricoverati (reparto ospedaliero, casa di cura o strutture analoghe che prestino assistenza sanitaria). La RSD è consigliata da alcune scuole, specialmente all'inizio del trattamento con esercizi, al fine di insegnare al paziente e a chi lo assiste il modo corretto in cui eseguire gli esercizi.

**Terapia ortesica:** uso di corsetti (ortesi correttive) ogni giorno per un determinato periodo di tempo, al fine di correggere la scoliosi sui tre piani dello spazio (3D). vengono utilizzati per il periodo necessario ad ottenere e mantenere il risultato terapeutico. Quest'ultimo è costituito principalmente dall'arresto della progressione della scoliosi. In alcuni casi, è possibile correggere la scoliosi, mentre in altri casi la velocità della progressione può solo essere rallentata prima dell'intervento chirurgico elettivo. Secondo il SOSORT, l'uso di un corsetto rigido implica sempre l'utilizzo aggiuntivo degli esercizi quando il corsetto non viene indossato. La terapia ortesica include:

- **Ortesi rigida notturna (ORN)** (8-12 ore al giorno): si indossa il corsetto principalmente a letto.
- **Ortesi morbida (OM):** include principalmente il corsetto SpineCor [102, 103], ma anche altri corsetti di tipo analogo [104, 105]
- **Ortesi rigida part-time (ORPT)** (12-20 ore al giorno): si indossa il corsetto principalmente al di fuori degli orari scolastici e a letto.

- **Ortesi rigida full-time (ORFT)** (20-24 ore al giorno) o **gesso**: si indossa il corsetto sempre (a scuola, a casa, a letto, ecc). In questa opzione sono state inclusi anche i gessi. Queste ultime sono utilizzate da alcune scuole come primo passo per conseguire una correzione da mantenere successivamente con un corsetto rigido [106-108]; altri propongono unicamente l'ingessatura nei casi peggiori [92, 93, 109, 110]; l'ingessatura è considerata un approccio standard nella scoliosi infantile [111]. Recentemente è stato sviluppato un nuovo corsetto che si afferma sia in grado di conseguire gli stessi risultati dell'ingessatura [77, 112, 113].

Una caratteristica comune di tutte le forme di trattamento conservativo è la necessità di coinvolgere attivamente il paziente e la persona che lo assiste [114]. Di conseguenza, educazione, psicoterapia, monitoraggio sistematico dei risultati, valutazione della collaborazione del paziente, verifica e modifica dei metodi nel corso della terapia sono elementi cruciali del trattamento conservativo. Al fine di conseguire il miglior risultato possibile, il trattamento conservativo dovrebbe essere condotto da una equipe terapeutica esperta che include un medico, un fisioterapista, un tecnico ortesico e possibilmente uno psicologo [114]. Anche i gruppi di supporto e i forum su Internet sono importanti nel trattamento conservativo.

### ***Fattori prognostici***

Usando il PAS, è necessario includere i fattori prognostici per potersi muovere adeguatamente fra la potenza minima e massima del trattamento. I seguenti fattori sono stati suggeriti come possibili determinanti di un maggiore rischio di progressione della scoliosi: anamnesi familiare positiva, lassità della cutanea e articolare (deficit del tessuto connettivo), appiattimento della cifosi dorsale fisiologica (ostacolo a un trattamento ortesico efficace), angolo di rotazione del tronco che supera i 10°, scatto di crescita.

Bunnell ha riferito che il rischio di progressione all'inizio della pubertà è pari al 20% in caso di una scoliosi di 10°, al 60% in caso di una scoliosi di 20° e arriva fino al 90% in caso di una scoliosi di 30° [47, 115]. All'età di massima crescita in altezza (13 anni di età ossea nelle ragazze) il rischio di progressione è pari rispettivamente al 10%, al 30% e al 60%. Durante l'ultima fase della pubertà (a un grado Risser II) il rischio di progressione della deformità diventa considerevolmente più basso, scendendo al 2% in caso di una scoliosi di 10°, al 20% in caso di una scoliosi di 20° e al 30% in caso di una scoliosi di 30°. La prognosi riguardante la progressione della scoliosi idiopatica sembra essere più ottimistica per i ragazzi. [116].

Il rischio di progressione aumenta con una perdita più severa della cifosi dorsale fisiologica e con angoli di Cobb maggiori al momento della diagnosi di scoliosi idiopatica, anche se il profilo sagittale delle curve scoliotiche lievi (10-20°) ha dimostrato di essere simile al profilo sagittale del rachide dei soggetti di controllo sani [117]. È stata fornita anche evidenza che la cifoscoliosi dorsale, facilitando la rotazione assiale, potrebbe essere ritenuta un fattore permissivo (un meccanismo compensativo), piuttosto che un fattore eziologico, nella patogenesi della scoliosi idiopatica [118].

Il meccanismo patologico della progressione nella curva della scoliosi idiopatica è descritto in modo corretto in alcuni articoli di recente pubblicazione [12, 119-121]. I fattori ai quali viene attribuita la progressione sono: l'effetto della forza di gravità, l'azione muscolare, le forze reattive che provocano un aumento della lordosi, l'andatura umana e la torsione indotta dalla crescita. Il disco intervertebrale potrebbe essere incluso come fattore morfologico aggiuntivo coinvolto nella progressione di una curva nella scoliosi idiopatica [7, 100, 122].

La determinazione del rischio di progressione della scoliosi idiopatica è stata di recente resa possibile attraverso la valutazione genetica, con l'identificazione di 53 loci [48, 123]. La determinazione dei polimorfismi genetici specifici si suppone faciliti l'assegnazione di un

paziente a un gruppo progressivo o stabile [124-126]. È stato ideato anche un test genetico dal valore prognostico [126]. Sebbene questi risultati iniziali siano stati promettenti, si consiglia comunque una grande cautela in questa fase della ricerca, nell'attesa di prove di efficacia più solide.

Infine, in anni recenti sono state proposte svariate formule prognostiche [127-129]. Le precedenti linee guida di SOSORT [1] erano basate sul fattore di progressione di Lonstein e Carlson [129] per la valutazione del rischio della scoliosi idiopatica. Dato che non esistono formule che dopo la loro ideazione siano state applicate in studi specifici, per verificarne la reale efficacia; non sono state applicate in queste linee guida.

Andando oltre tutta questa discussione, l'attuale consenso del SOSORT suggerisce di prendere in considerazione i seguenti fattori prognostici: anamnesi familiare, progressione comprovata, scompenso, curva breve, dolore, Scoliscore, schiena piatta e impatto estetico.

## **Trattamento ortesico**

### **Metodi**

Nel febbraio 2011 abbiamo eseguito una ricerca su Medline sin dalla sua creazione, senza alcuna limitazione in termini di lingua. Abbiamo utilizzato le seguenti strategie di ricerca:

- *"Braces"[Mesh] AND "Scoliosis"[Mesh] AND (hasabstract[text] AND (Clinical Trial[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Practice Guideline[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp] OR Review[ptyp]))* (155 articoli).
- *("Scoliosis/therapy"[Mesh]) AND "Braces"[Mesh] AND compliance* (78 articoli)
- *"Scoliosis"[Mesh] AND "Braces"[Mesh] AND ("infant, newborn"[MeSH Terms] OR "infant"[MeSH Terms:noexp] OR "child, preschool"[MeSH Terms])* (183 articoli)

In base al titolo abbiamo selezionato un totale di 224 articoli e leggendo gli abstract ne abbiamo ulteriormente selezionati 102, i quali sono stati reperiti nella loro interezza. Abbiamo inoltre effettuato ricerche: negli abstract di tutti i meeting SOSORT, dal primo del 2003 al 2010; tra i file e le conoscenze personali di tutti gli autori; negli articoli reperiti in tutte le altre ricerche elencate in queste linee guida; e nelle sezioni bibliografiche di tutti gli articoli reperiti. I criteri di selezione utilizzati in tutte queste ricerche erano: pertinenza con l'argomento "trattamento ortesico"; presenza dell'abstract; risultati numerici in relazione alla scoliosi; reperibilità come testo completo; tutte le lingue.

### **Risultati**

Il SOSORT ha pubblicato sullo *Scoliosis Journal* due articoli di consenso sul trattamento ortesico, intitolati "SOSORT consensus paper on brace action: TLSO biomechanics of correction (investigating the rationale for force vector selection)" [130] e "Guidelines on "Standards of management of idiopathic scoliosis with corrective braces in everyday clinics and in clinical research": SOSORT Consensus 2008" [114]: tale materiale può servire come riferimento per approfondimenti specifici.

### **Efficacia negli adolescenti**

Di recente è stata pubblicata una revisione Cochrane [131, 132] la quale ha rilevato che esiste un'evidenza di qualità molto scarsa a favore dell'impiego dei corsetti, rendendo la generalizzazione molto difficoltosa. Questa revisione ha incluso:

- uno studio osservazionale, multicentrico, prospettico e internazionale ha fornito un'evidenza di qualità molto scarsa a favore dell'efficacia del trattamento ortesico [133]: Nachemson ha valutato 240 pazienti di età compresa fra 10 e 15 anni, che presentavano curve dorsali o dorsolombari comprese fra 25° e 35°; di questi pazienti, 129 sono stati sottoposti unicamente a osservazione, mentre 111 sono stati trattati con corsetti dorsolombari. Una progressione pari o superiore a 6° in occasione di 2 follow-up radiografici rispetto alla prima visita è stata considerata un indice di fallimento del trattamento prescelto (osservazione contro trattamento ortesico). Al follow-up a 4 anni, il tasso di successo per il trattamento ortesico era del 74% (range 52-84%), mentre per l'osservazione era del 34% (range 16-49%).
- uno studio controllato randomizzato ha dimostrato con un'evidenza di qualità molto scarsa che un corsetto TLSO in plastica è più efficace rispetto a un corsetto elastico [134]. Wong ha randomizzato 43 soggetti al gruppo che ha utilizzato il corsetto SpineCor oppure al gruppo che ha utilizzato un corsetto rigido. Sebbene sia stato affermato che gli autori non fossero formati adeguatamente per il posizionamento del corsetto SpineCor [135], gli autori hanno concluso che il 68% dei pazienti nel gruppo che ha utilizzato il corsetto SpineCor e il 95% dei pazienti nel gruppo che ha utilizzato il corsetto rigido non hanno mostrato alcuna progressione della curva, con una differenza significativa. I 2 gruppi hanno fornito risposte analoghe a un questionario relativo all'accettazione da parte del paziente.

La revisione Cochrane ha concluso che ulteriori ricerche potrebbero cambiare i risultati attuali e la nostra fiducia negli stessi; nel frattempo, le scelte dei pazienti devono essere informate attraverso una discussione multidisciplinare. Le ricerche future dovrebbero concentrarsi sui risultati a breve e lungo termine incentrati sul paziente, oltre che su misure come gli angoli di Cobb. Gli studi controllati randomizzati e gli studi di coorte prospettici dovrebbero seguire i criteri sia della Scoliosis Research Society che della Society on Scoliosis Orthopedic and Rehabilitation Treatment per quanto riguarda gli studi sul trattamento ortesico.

Infatti, oltre agli articoli citati in precedenza, la SRS ha definito alcuni criteri metodologici da seguire durante gli studi di coorte sul trattamento ortesico [136]. I criteri di inclusione ottimali sono: età pari o superiore a 10 anni quando il corsetto viene prescritto, Risser 0-2, angoli della curva primaria pari a 25-40°, nessun trattamento pregresso e, in caso di sesso femminile, prima del menarca o meno di un anno dopo il menarca. La valutazione dell'efficacia del corsetto dovrebbe includere: (1) la percentuale di pazienti che presenta una progressione della curva pari o inferiore a 5° e la percentuale di pazienti che presenta una progressione della curva pari o superiore a 6° alla maturità; (2) la percentuale di pazienti con curve che superano i 45° alla maturità e la percentuale di coloro che sono stati sottoposti a intervento chirurgico o ai quali è stato consigliato l'intervento chirurgico; (3) follow-up a due anni oltre la maturità, al fine di determinare la percentuale di pazienti che successivamente è sottoposta a intervento chirurgico. Tutti i pazienti, indipendentemente dai resoconti soggettivi sulla compliance, andrebbero inclusi nei risultati (intenzione al trattamento – intention to treat). Ogni studio dovrebbe fornire risultati stratificati in base al tipo di curva e alla dimensione dei gruppi. Gli studi di coorte che rispettano i criteri SRS possono essere considerati di elevata qualità metodologica. Finora, sono stati pubblicati 6 articoli con queste caratteristiche [76, 78, 137-139].

Unitamente a questi criteri, il SOSORT ha offerto gli "standard di gestione della scoliosi idiopatica con i corsetti correttivi nella pratica clinica di ogni giorno e nella ricerca clinica" [114], i quali includono 14 raccomandazioni raggruppate in sei domini (esperienza/competenza, comportamenti, prescrizione, costruzione, controllo del corsetto, follow-up). Gli studi di coorte che si attengono ai criteri elaborati dal SOSORT possono essere ritenuti di elevata qualità in

termini di gestione dei pazienti e del trattamento. Finora, sono stati pubblicati 2 articoli con queste caratteristiche [76, 78].

Osservando gli articoli pubblicati attenendosi ai criteri della SRS e/o del SOSORT, rileviamo che:

- Janicki e altri [138], attenendosi ai criteri della SRS, hanno messo a confronto in modo retrospettivo, nell'ambito di un'analisi dell'intention to treat (dell'intenzione al trattamento), l'efficacia del corsetto dorsolombosacrale (TLSO) personalizzato indossato per 22 ore al giorno con l'efficacia dell'ortesi Providence indossata per 8-10 ore a notte. Nel gruppo che ha indossato il TLSO vi erano 48 pazienti, mentre nel gruppo che ha indossato il corsetto di Providence vi erano 35 pazienti. Nel gruppo che ha indossato il TLSO, solo 7 pazienti (15%) non hanno mostrato alcuna progressione (oppure hanno mostrato una progressione pari o inferiore a 5°), mentre 41 pazienti (85%) hanno evidenziato una progressione pari o superiore a 6°, inclusi i 30 pazienti le cui curve superavano i 45°. In 38 pazienti (79%) si è reso necessario l'intervento chirurgico. Nel gruppo che ha indossato il corsetto Providence, 11 pazienti (31%) non hanno evidenziato alcuna progressione, mentre 24 pazienti (69%) hanno manifestato una progressione pari o superiore a 6°, inclusi i 15 pazienti le cui curve superavano i 45°. In 21 pazienti (60%) si è reso necessario l'intervento chirurgico.
- Coillard e altri [137], attenendosi ai criteri della SRS, hanno studiato in modo prospettico un gruppo di 254 pazienti trattati con il corsetto dinamico SpineCor. Un buon risultato terapeutico (correzione superiore ai 5° o stabilizzazione  $\pm$  5°) è stato conseguito in 165 pazienti su 254 (64,9%). L'artrodesi chirurgica durante il trattamento si è resa necessaria in 46 pazienti immaturi (18,1%). Due pazienti su 254 (0,7%) presentavano curve superiori a 45° alla maturità.
- Negrini e altri [78], attenendosi ai criteri della SRS e del SOSORT, hanno studiato in modo retrospettivo un gruppo composto da 42 donne e da 4 uomini trattati secondo le esigenze individuali, mediante ingessature di Risser, corsetti di Lione o corsetti SPoRT (14 per 23 ore al giorno, 23 per 21 ore al giorno e 7 per 18 ore al giorno all'inizio). Nessun paziente ha evidenziato una progressione oltre i 45° e nessun paziente è stato sottoposto ad artrodesi: la situazione è rimasta invariata al follow-up a due anni per l'85% dei pazienti che sono giunti a tale traguardo. Solo due pazienti (4%) hanno evidenziato un peggioramento, entrambi a livello della curva dorsale singola, con 25-30 gradi Cobb e un punteggio Risser 0 all'inizio.
- Aulisa e altri [76], attenendosi ai criteri della SRS e del SOSORT, hanno sottoposto a revisione retrospettiva un gruppo di 50 ragazze adolescenti con curve dorsolombari trattate mediante il corsetto Progressive Action Short Brace (PASB). La correzione della curva è stata conseguita del 94% delle pazienti, mentre una stabilizzazione della curva è stata conseguita nel 6% delle pazienti. Nessuna paziente ha necessitato dell'intervento chirurgico e nessuna ha evidenziato una progressione oltre i 45°.
- Gammon e altri [139], attenendosi ai criteri della SRS, hanno messo a confronto i risultati terapeutici di due gruppi di pazienti trattati con un'ortesi dorsolombosacrale rigida convenzionale (TLSO: 35 pazienti) o con un'ortesi SpineCor non rigida (32 pazienti). Non è stata osservata alcuna differenza significativa utilizzando la misura del risultato più rigorosa (progressione della curva pari o inferiore a 5°), dato che i tassi di successo erano pari al 60% per il TLSO ed erano pari al 53% per lo SpineCor. Osservando i pazienti che hanno raggiunto i 45°, i tassi di successo erano dell'80% per il TLSO e del 72% per lo SpineCor, senza alcuna differenza significativa.
- Infine, Zaborowska-Sapeta e altri [140], reclutando i pazienti secondo i criteri della SRS, hanno seguito in modo prospettico 79 pazienti trattati con il corsetto Cheneau. Un anno dopo



lo svezzamento dal corsetto, hanno rilevato un miglioramento nel 25,3%, una stabilizzazione nel 22,8%, una progressione dell'angolo di Cobb fino a 50° nel 39,2% e una progressione oltre i 50° nel 12,7%; quest'ultimo risultato era considerato un'indicazione chirurgica.

Riassumendo, questi articoli mostrano che: si conferma una elevata variabilità fra i risultati del trattamento ortesico [76, 78, 137-140] e questo dato è incredibilmente alto principalmente con i corsetti rigidi [76, 78, 138-140]; anche se i corsetti morbidi [137, 139] possono determinare risultati migliori [138] o almeno sovrapponibili [139] a quelli ottenuti con alcuni tipi di corsetti rigidi, i risultati migliori sono stati conseguiti con questi ultimi quando si sono utilizzati i criteri SOSORT [76, 78, 140]. Va inoltre notato che un'elevata variabilità può essere osservata fra le diverse pubblicazioni sul tipo di scoliosi trattata, e quindi si rileva un diverso risultato a livello di trattamento. Una distribuzione geografica dei diversi tipi di scoliosi andrebbe presa in considerazione e tutti i risultati andrebbero presentati di conseguenza.

Quando si giunge ai risultati pubblicati in precedenza, Dolan [141] ha eseguito una revisione sistematica della letteratura inglese: sono stati inclusi unicamente studi scritti in lingua inglese, se venivano valutati l'osservazione o un corsetto TLSO e se il campione rispecchiava strettamente le attuali indicazioni per il trattamento ortesico (immaturità scheletrica, età pari o inferiore a 15 anni, angolo di Cobb compreso fra 20° e 45°). Sono stati inclusi 18 studi (3 di sola osservazione, 15 sul trattamento ortesico). Nonostante una qualche uniformità nelle indicazioni chirurgiche, i tassi di intervento chirurgico erano estremamente variabili e oscillavano dall'1% al 43% dopo il trattamento ortesico, e dal 13% al 28% dopo l'osservazione. Una volta raggruppati, il tasso di intervento chirurgico dopo il trattamento ortesico è stato del 23% rispetto al 22% nel gruppo di osservazione. Si è quindi concluso che, sulla base dell'evidenza presentata, non è possibile consigliare un approccio rispetto all'altro per prevenire la necessità di intervento chirurgico nella scoliosi idiopatica dell'adolescenza: l'uso del corsetto rispetto all'osservazione è supportato da "studi preoccupantemente incoerenti o inconcludenti di qualsiasi livello".

Sfortunatamente, i criteri di inclusione utilizzati da Dolan hanno determinato l'esclusione di alcuni articoli retrospettivi già pubblicati in quel momento, dato che avevano utilizzato esercizi unitamente al trattamento ortesico [142-144]:

- Weiss [144] ha preso in considerazione 343 pazienti (unicamente di sesso femminile) affette da scoliosi di svariate eziologie, con una curvatura di 33,4°; 41 pazienti (11,95%) sono state sottoposte a intervento chirurgico. Nelle pazienti affette da scoliosi idiopatica dell'adolescenza, l'incidenza dell'intervento chirurgico è stata del 7,3%.
- Rigo [142] ha preso in considerazione 106 pazienti con curve medie iniziali di 30°; di questi pazienti, 97 sono stati sottoposti a follow-up e 6 (5,6%) sono stati infine sottoposti ad artrodesi vertebrale. Un'analisi del caso peggiore (worst case analysis), la quale presume che tutti e nove i pazienti persi al follow-up siano stati sottoposti a intervento chirurgico, porta a 15 (14,1%) il numero massimo di pazienti che potrebbero essere stati sottoposti ad artrodesi vertebrale.
- Maruyama [143] ha sottoposto a revisione 328 donne con un angolo di Cobb medio pari a 32,4°. L'intervento chirurgico veniva raccomandato quando la curva evidenziava una progressione oltre i 50°; 20 pazienti (6,1%) sono state sottoposte ad artrodesi vertebrale, mentre le rimanenti non hanno evidenziato alcun aumento significativo nell'ampiezza della curva.

Nel 2008, anche Negrini [91] ha riferito alcuni dati sui tassi chirurgici nelle curve superiori a 30° in occasione di una prima valutazione, trattate con corsetto ed esercizi: costituivano un sottogruppo di 28 pazienti su 112 con un angolo di Cobb pari a 23,4° all'inizio del trattamento. Il tasso di intervento chirurgico era pari all'1,9% (analisi dell'efficacia) e al 9,1% (caso peggiore)

rispetto allo 0,9% e al 4,5% rispettivamente nell'intero gruppo osservato. Tutti questi studi, se inclusi nella meta-analisi di Dolan, avrebbero cambiato i risultati complessivi a favore del trattamento ortesico.

Alcuni anni fa, Rowe [145] ha condotto una meta-analisi al fine di mettere a confronto la coerenza dei risultati fra alcuni degli studi più datati. Su un totale di 1.910 pazienti, 1.459 sono stati sottoposti al trattamento ortesico, 322 all'elettrostimolazione e solo 129 all'osservazione. Il tasso di successo medio pesato era di 0,39 per l'elettrostimolazione, di 0,49 per l'osservazione, di 0,60 per i corsetti indossati 8 ore al giorno, di 0,62 per i corsetti indossati 16 ore al giorno e di 0,93 per i corsetti indossati 23 ore al giorno; l'ultimo fra quelli elencati è stato il metodo terapeutico statisticamente più efficace. Il sistema ortesico più efficace è risultato essere il corsetto di Milwaukee rispetto agli altri, mentre il corsetto di Charleston, che veniva indossato solo durante le ore notturne, è stato quello meno efficace, pur tuttavia ancora statisticamente migliore rispetto alla sola osservazione.

### Esistono corsetti migliori di altri?

In letteratura vi sono pochissimi studi che mettono a confronto i diversi corsetti. Gli esperti del SOSORT, quando si sono trovati a dover giungere a un consenso circa il modo in cui si può conseguire la migliore correzione possibile attraverso il trattamento ortesico, non sono stati in grado di raggiungere tale consenso [130]: mentre l'importanza del meccanismo del sistema a tre punti è stato sottolineato, le opzioni relative al posizionamento adeguato delle spinte sulla convessità dorsale erano divise nella misura del 50% a favore della spinta che raggiungeva o coinvolgeva la vertebra apicale e nella misura del 50% a favore della spinata che agiva in direzione caudale rispetto alla vertebra apicale. È stato invece raggiunto un accordo per quanto riguarda la direzione del vettore forza: l'85% ha selezionato una direzione "da dorso-laterale a ventrale-mediale", ma non è stato raggiunto alcun accordo per quanto riguarda invece la forma della spinta volta a produrre tale forza. I principi correlati alla correzione tridimensionale hanno ottenuto un consenso elevato (80-85%), ma i metodi di correzione suggeriti erano piuttosto diversi. Questa situazione si riflette nei diversi sistemi correttivi utilizzati in tutto il mondo.

Osservando gli studi che hanno messo a confronto i diversi corsetti, ne abbiamo già riferiti alcuni:

- uno studio controllato randomizzato [134] secondo il quale un TLSO è più efficace del corsetto SpineCor;
- una meta-analisi [145] a favore del corsetto di Milwaukee, secondo la quale il corsetto di Charleston è il meno efficace;
- una revisione sistematica [141] che ha identificato i seguenti tassi di intervento chirurgico raggruppati: corsetto di Boston 12-17%; svariati corsetti (Boston, Charleston, TLSO) 27-41%; corsetti per uso notturno (corsetti di Providence o di Charleston) 17-25%; TLSO o corsetto di Rosenberg 25-33%; Wilmington 19-30%;
- due studi retrospettivi: uno [138] ha ottenuto i risultati migliori con l'ortesi notturna di Providence rispetto a un TLSO, mentre l'altro [139] ha riferito risultati sovrapponibili con un corsetto TLSO rigido e il corsetto SpineCor;

Sottoponendo la letteratura a revisione abbiamo inoltre rilevato quanto segue:

- Fra gli studi più datati, Bunnell [146] ha riferito risultati analoghi con un TLSO e un corsetto di Milwaukee in uno studio retrospettivo preliminare, mentre Montgomery [147] ha rilevato che il corsetto di Boston era più efficace rispetto al corsetto di Milwaukee indipendentemente dall'ampiezza della curva iniziale e dalla maturità scheletrica.
- Katz [148] ha messo a confronto il corsetto di Boston con il corsetto pieghevole di Charleston. Il primo è stato più efficace rispetto al secondo, sia nella prevenzione della progressione della curva sia nell'evitare la necessità dell'intervento chirurgico. Questi riscontri

erano più rilevanti per i pazienti con curve comprese fra 36° e 45°; l'83% di coloro che erano stati trattati con un corsetto di Charleston avevano presentato una progressione della curva superiore a 5°, rispetto al 43% di coloro che erano stati trattati con il corsetto di Boston.

- Howard [149] ha presentato uno studio di coorte retrospettivo condotto su 170 pazienti che avevano completato il trattamento ortesico: 45 pazienti trattati con un TLSO hanno mostrato una progressione media della curva pari a 1,1°, 95 pazienti trattati con il corsetto di Charleston sono peggiorati di 6,5° e 35 pazienti trattati con il corsetto di Milwaukee sono peggiorati di 6,3°. La proporzione di pazienti con una progressione della curva superiore ai 10° era del 14% con il TLSO, del 28% con il corsetto di Charleston e del 43% con il corsetto di Milwaukee, mentre coloro che sono stati sottoposti a intervento chirurgico erano rispettivamente pari al 18%, al 31% e al 23%.
- Weiss [79] ha effettuato un confronto fra i tassi di sopravvivenza con il corsetto Cheneau rispetto a quelli osservati con il corsetto SpineCor per quanto riguarda progressione della curva e durata del trattamento durante lo scatto di crescita puberale in due gruppi di pazienti seguiti in modo prospettico. A 24 mesi di trattamento, il 73% dei pazienti che utilizzavano il corsetto Cheneau e il 33% dei pazienti che utilizzavano il corsetto SpineCor risultavano ancora in trattamento con il corsetto originario; a 42 mesi le stesse percentuali erano pari rispettivamente all'80% e all'8%.
- Yrjonen [150] ha studiato in modo retrospettivo il corsetto di Providence utilizzato nelle ore notturne da parte di 36 pazienti consecutive di sesso femminile che presentavano una scoliosi lombare e dorsolombare inferiore a 35°: la progressione della curva in misura superiore ai 5° si è verificata nel 27% delle pazienti rispetto a 36 pazienti con pari caratteristiche trattate con il corsetto di Boston indossato a tempo pieno, nelle quali la progressione è stata nel 22% dei casi.
- Negrini [151] ha messo a confronto il classico corsetto Lyonesse con il corsetto Sforzesco di recente sviluppo basato sul concetto SPoRT (Symmetric, Patient-oriented, Rigid, Three-dimensional, active) nell'ambito di uno studio prospettico controllato e con coppie di pari caratteristiche. Tutti i parametri radiografici e clinici si sono ridotti significativamente con il trattamento in entrambi i gruppi, tranne gli angoli di COBB dorsali con il corsetto Lyonesse. Il corsetto Sforzesco ha mostrato risultati migliori rispetto al corsetto Lyonesse dal punto di vista radiografico, per il profilo sagittale, l'aspetto estetico e il recupero del paziente (12 pazienti sono migliorati e 3 sono rimasti invariati, con il Lyonesse il numero di pazienti migliorati e invariati sono stati rispettivamente 8 e 5).
- Negrini [112] ha effettuato uno studio prospettico di coorte con pazienti che avevano rifiutato il trattamento chirurgico e che si era sottoposto a trattamento con il corsetto Sforzesco, i risultati sono stati messi a confronto con quelli di un gruppo di controllo retrospettivo che era stato trattato con il gesso di Risser. I risultati erano sovrapponibili fra i due gruppi, con differenze minime in termini di correzione della scoliosi. Al contrario, l'allungamento del rachide (riduzione delle curve fisiologiche sagittali) è stato molto più elevato con l'ingessatura, mentre con il corsetto è risultato clinicamente non significativo.

Tutti questi studi non sono direttamente paragonabili e la curva di apprendimento dei diversi sistemi a volte può rivestire un ruolo nella spiegazione dei risultati. Inoltre, negli studi comparativi, la competenza specifica nella realizzazione di un corsetto specifico può rivestire un ruolo di primaria importanza [135]: a tale riguardo, anche se non è considerato un buono standard, il confronto con i soggetti di controllo storici trattati con i corsetti utilizzati in precedenza dalla stessa équipe di trattamento può offrire dati interessanti [112, 138, 139, 150, 151]. Oggi non è possibile affermare con certezza quale corsetto sia migliore dell'altro e questa è

una delle ragioni che hanno indotto la pubblicazione ufficiale del SOSORT volta sviluppare le Brace Thematic Series [152], nella quale i diversi concetti sono presentati per consentire un buon confronto e una maggiore comprensione di questi strumenti terapeutici [153-155]. ciò nonostante, è già possibile osservare alcune tendenze:

- sono stati sviluppati nuovi concetti alternativi mirati a sostituire i corsetti più invasivi: questo era vero alcuni anni fa per i corsetti TLSO invece del corsetto di Milwaukee e più recentemente per i corsetti in flessione per uso notturno o il corsetto SpineCor invece dei TLSO, e negli ultimi anni per il corsetto Sforzesco al posto del gesso di Risser; non tutti questi nuovi concetti sono stati in grado di dimostrare la loro efficacia.
- nel frattempo, ci si sforza (principalmente nell'ambito del SOSORT) di affinare e rafforzare progressivamente alcuni concetti datati, come il corsetto di Cheneau, di Boston o di Lione, ma anche concetti di nuova elaborazione, come il corsetto Sforzesco e lo SpineCor.

Riassumendo, se si esaminano tutti questi studi condotti su pazienti adolescenti è chiaramente evidente che qualcosa oltre allo strumento (corsetto) riveste un ruolo nei risultati finali. Questi fattori possono includere posologia, qualità del trattamento ortesico, compliance al trattamento [156-158], anamnesi familiare, tipo di scoliosi e persino una distribuzione geografica, ma anche l'approccio della equipe [114], del quale parleremo brevemente più avanti.

### Posologia, compliance e qualità del trattamento ortesico

Per quanto riguarda l'effetto della posologia, Dolan non ha rilevato differenze fra i gruppi che hanno indossato il corsetto per 16-18 ore (tasso di intervento chirurgico pari al 19-34%), per 18-23 ore (21-26%) e durante la notte (17-25%) [141]; al contrario, la meta-analisi effettuata da Rowe [145] ha rilevato che i regimi da 23 ore erano significativamente più efficaci rispetto a qualsiasi altro trattamento, mentre la differenza fra i regimi da 8 e da 16 ore non era significativa. Più di recente, mentre Allington [159] non ha riferito alcuna differenza fra la prescrizione del corsetto a tempo pieno e a tempo parziale per le curve al di sotto dei 30° e quelle comprese fra 30° e 40°, Katz [160] è stato in grado di verificare l'uso reale del corsetto da parte del paziente attraverso un sensore termico. Un'analisi della regressione logistica ha evidenziato una curva "dose-reazione" nella quale un numero più elevato di ore di uso del corsetto era correlato alla mancanza di progressione della curva. Le curve non sono progredite nell'82% dei pazienti che avevano indossato il corsetto per più di 12 ore al giorno, rispetto al solo 31% dei pazienti che avevano indossato il corsetto per meno di 7 ore al giorno. Come risultato, la posologia può essere ritenuta un possibile fattore rilevante nello spiegare alcuni dei risultati del trattamento ortesico: infatti, è stato dimostrato che più elevato è il numero di ore al giorno di svezzamento dal corsetto, più la deformità si ripresenta rispetto alla correzione massimale ("effetto fisarmonica") [161].

La compliance al trattamento è la seconda questione principale da prendere in considerazione. Molti studi hanno sottolineato che la compliance riferita è correlata ai risultati finali [156, 157, 162]; la compliance al trattamento ortesico è stata correlata alla qualità di vita e ai problemi psicologici [163-166], anche se i pazienti dichiarano che aderirebbero al trattamento se la sua efficacia fosse dimostrata [167]. Dato che i pazienti durante le valutazioni cliniche tendono a sovrastimare la loro compliance al trattamento [168], sono stati ideati i sensori termici per verificare la reale compliance: è stato confermato che le ore di utilizzo del corsetto sia riferite sia stimate sono imprecise [169-174] ed è stato osservato che la compliance non è correlata alle ore di uso prescritte [173]. L'uso notturno è più accettato rispetto quello diurno [175] e sembra essere confermata una "dose-reazione" al trattamento ortesico [160, 176]. È stato inoltre affermato che è possibile sviluppare un modello di progressione nei singoli pazienti con una formula che include il rischio di progressione all'inizio del trattamento ortesico, più l'uso in termini di tensione e tempo di utilizzo del corsetto [177]. Nondimeno, i problemi di compliance andrebbero considerati

in una visuale più ampia rispetto a quanto si fa solitamente, vale a dire: dato che i pazienti presentano una scarsa compliance, il trattamento ortesico non risulta efficace. Il SOSORT ritiene che la compliance andrebbe considerata in termini di gestione dei pazienti: in questa prospettiva, la compliance al trattamento non è una caratteristica del solo trattamento e nemmeno del solo paziente, ma si distingue per la buona interazione fra questi due fattori, l'aderenza al trattamento si basa sull'approccio attivo da parte di una équipe terapeutica esperta in grado di ridurre il carico costituito dal corsetto e di aumentare le strategie di reazione del paziente [114, 178]. Principalmente per queste ragioni, il SOSORT ha proposto le sue raccomandazioni [114].

Infine, un fattore importante: la qualità del trattamento ortesico. Vi è abbastanza accordo nel giudicare questo fattore secondo la correzione che avviene mediante il corsetto [156-158, 179-184], anche se le percentuali riferite nella letteratura come fattori prognostici di un buon risultato finale sono piuttosto variabili e vanno da un minimo di 20-25% fino al 40-50% [156, 157, 185]. La correzione mediante il corsetto è diventata da un lato il punto d'inizio per sviluppare nuovi corsetti [67, 68, 113, 186-190] e dall'altro un riferimento biomeccanico per svariati studi [183, 191, 192]: di recente, uno studio del modello a elementi finiti ha confermato l'importanza di una immediata correzione mediante il corsetto per prevedere il risultato a lungo termine del trattamento ortesico [183]. Anche altri fattori, come la riduzione assoluta dell'angolo di Cobb (vale a dire nelle curve rigide superiori a 50°) o la correzione tridimensionale, potrebbero essere importanti e andrebbero presi in considerazione in futuro [180]: infatti, è ancora possibile che una notevole riduzione mediante il corsetto corrisponda a un peggioramento degli altri parametri, per esempio sul piano sagittale, portando alla fine a una schiena piatta e a risultati funzionali peggiori [112]. A tale riguardo, bisogna evitare di confondere la correzione mediante il corsetto con il successo di un trattamento ortesico: mentre gli studi sulla correzione mediante corsetto andrebbero considerati di natura preliminare, solo i risultati alla fine del trattamento e/o a un minimo di 1-2 anni di follow-up andrebbero ritenuti prove di efficacia. In ogni caso, secondo le attuali conoscenze, la correzione mediante il corsetto andrebbe considerata come il modo per giudicare su base individuale la qualità del corsetto applicato ai singoli pazienti.

Tutti i criteri per l'inclusione, l'esclusione e i risultati presentano alcuni punti deboli; uno dei problemi principali è il fatto che anche i pazienti che evidenziano una scarsa compliance vanno inclusi negli studi e sembra che questo sia uno dei criteri più frequentemente "dimenticati". In questa situazione è estremamente difficile mettere a confronto due studi differenti e spesso il professionista che cerca di offrire il migliore trattamento ai suoi pazienti ha il difficile compito di mettere a confronto "le mele con le arance". A parte i criteri di inclusione e di esclusione, così come la valutazione dell'efficacia del corsetto proposta dal comitato della SRS, andrebbero proposte ulteriori linee guida per gli studi futuri. Tutti i pazienti che hanno accettato il trattamento in un dato periodo temporale andrebbero inclusi nello studio, indipendentemente dalla loro compliance. I pazienti che hanno abbandonato il trattamento (che hanno cambiato il tipo di trattamento, ai quali è stato consigliato il trattamento chirurgico, ecc.), indipendentemente dal risultato ottenuto, andrebbero considerati casi di fallimento di quel trattamento in particolare. Tutti i pazienti che hanno accettato un trattamento specifico andrebbero seguiti per almeno 1-2 anni dopo il completamento del trattamento e le misurazioni andrebbero effettuate all'inizio del trattamento, al momento dello svezzamento e al follow-up.

### Efficacia in altre popolazioni

La scoliosi idiopatica dell'adolescenza con curve al di sotto dei 40-45° e ancora in crescita è il campo di adozione principale del trattamento ortesico [141], ma tale trattamento è stato applicato anche in altre popolazioni che descriveremo brevemente in questo paragrafo.

Nella scoliosi idiopatica giovanile, storicamente le percentuali di intervento chirurgico dopo il trattamento ortesico oscillano ampiamente: Tolo [193] riferisce il 27,2%, Figueiredo [194] il 62%, Mannherz [195] l'80%, McMaster [196] l'86% e Kahanovitz [197] il 100%. Questo si correla chiaramente alla difficoltà in questa popolazione specifica, nella quale il tasso di progressione previsto può oscillare fra il 70% e il 95% [102]. Più recentemente Coillard [102] ha riferito che, con il corsetto SpineCor, su 67 pazienti con un risultato predefinito, il 32,9% ha corretto l'angolo di Cobb almeno di 5° e il 10,5% ha conseguito una stabilizzazione dell'angolo di Cobb, mentre al 37,3% dei pazienti è stato consigliato l'intervento chirurgico prima del termine autorizzato del trattamento (prima della maturità scheletrica). I risultati dipendevano dall'ampiezza dell'angolo di Cobb: il 26,3% dei pazienti con curve al di sotto dei 25° alla fine è stato sottoposto a intervento chirurgico, mentre nel secondo gruppo (>25°) è stato consigliato l'intervento chirurgico al 51,8%. Infine, Fusco [198] ha osservato una percentuale del 9% di pazienti, con scoliosi giovanile, trattati in modo conservativo che hanno terminato il trattamento oltre i 45°.

Anche nella scoliosi idiopatica infantile i risultati riferiti sono piuttosto variabili, così come il trattamento applicato: l'ingessatura seriale è il metodo più sostenuto [111, 199-202], ma è stato utilizzato anche il solo trattamento ortesico [199-201, 203], principalmente usando il corsetto di Milwaukee [201, 203]. Le poche casistiche riferite generalmente includono pochi pazienti con risultati variabili, un tasso di intervento dal 100% [204] fino a circa il 50% [199] o molto meno [201, 205] (principalmente se si utilizzano le ingessature [199]). Mehta ha riferito la casistica in assoluto più ampia di 136 bambini seguiti per 9 anni: 94 bambini, deferiti e trattati nelle fasi precoci (età media 19 mesi, da 6 a 48 mesi; angolo di Cobb medio pari a 32°, da 11° a 65°), hanno risolto la deformità entro un'età media di tre anni e sei mesi, senza alcuna necessità di ulteriori trattamenti; 42 bambini, deferiti tardi (età media 30 mesi, da 11 a 48, angolo di Cobb medio pari a 52°, da 23° a 92°), hanno ridotto ma non invertito la scoliosi; 15 bambini (35,7%) sono stati sottoposti ad artrodesi. L'ipotesi dell'autore è che la scoliosi possa essere invertita imbrigliando la vigorosa crescita dell'infante nella direzione di un trattamento precoce mediante ingessature correttive seriali [111].

Come nel tipo adolescenziale, la pubertà è il periodo peggiore anche per la scoliosi infantile, in quanto è il momento in cui si rende principalmente necessario l'intervento chirurgico [201]; le curve dorsali singole sembrano avere i risultati peggiori quando messe a confronto con le curve strutturali doppie [203]; è stato inoltre riferito che i risultati migliori sono ottenuti nei tipi progressivi se il trattamento viene iniziato quando l'angolazione è ancora al di sotto dei 30° [205], oppure al di sotto dei 60° e a un'età inferiore [202], ancora principalmente con l'ingessatura [199, 202]. Quando la scoliosi si risolve o si stabilizza in modo conservativo con un angolo di Cobb accettabile, si ottiene anche un aspetto estetico normale e una funzione polmonare normale; è noto quanto questo non sia vero nel caso dell'intervento chirurgico [200].

Infine, 2 articoli si sono recentemente concentrati su altri gruppi:

- pazienti con una scoliosi superiore a 45° che hanno rifiutato l'intervento chirurgico [77]. Su 28 pazienti (range della curva 45-58° Cobb) che hanno raggiunto la fine del trattamento (corsetto ed esercizi per 4,5 anni) 2 pazienti (7%) sono rimasti sopra i 50°, ma 6 pazienti (21%) hanno terminato fra 30° e 35°, e 12 pazienti (43%) hanno terminato fra 36° e 40° Cobb. Miglioramenti sono stati osservati nel 71% dei pazienti e in 1 paziente è stata osservata una progressione di 5° Cobb.
- pazienti con scoliosi e Risser 4-5 fino a 20 anni di età [206] (la crescita residua era di 0,9 cm). Su 23 pazienti che hanno richiesto il trattamento per ragioni estetiche o per provare a ridurre la

deformità, i miglioramenti a livello della curva sono stati osservati nel 48% e una riduzione sull'Esthetic Index è stata osservata nel 30%.

### Il ruolo dell'equipe nel trattamento ortesico

Il SOSORT ha già prodotto una serie di raccomandazioni nell'articolo "Standards of management of idiopathic scoliosis with corrective braces in everyday clinics and in clinical research" [114], raggruppate in sei domini: esperienza/competenza, comportamenti, prescrizione, costruzione, verifica del corsetto, follow-up. Queste raccomandazioni, riportate integralmente qui di seguito, costituiscono una parte integrante di queste linee guida.

#### ***Raccomandazione 1 (esperienza-competenza)***

Il medico responsabile del trattamento deve essere esperto e dovrebbe soddisfare tutti i seguenti requisiti:

1. formazione da parte di un medico esperto (per esempio un medico con almeno cinque anni di esperienza nel trattamento ortesico) per almeno due anni
2. almeno due anni di pratica continua nell'ambito del trattamento ortesico della scoliosi
3. prescrizione di almeno un corsetto in ciascuna settimana lavorativa (circa 45 all'anno) negli ultimi due anni
4. valutazione di almeno quattro pazienti scoliotici in ciascuna settimana lavorativa (circa 150 l'anno) negli ultimi due anni

A causa dell'attuale situazione del trattamento conservativo in molti Paesi, questo va ritenuto l'ideale da raggiungere il prima possibile attraverso la formazione. Nondimeno, va riconosciuto che l'esperienza e la preparazione costituiscono l'unico modo per evitare i problemi ai pazienti e conseguire risultati adeguati in questo campo.

#### ***Raccomandazione 2 (esperienza-competenza)***

Il tecnico certificato che si occupa della realizzazione del corsetto deve essere esperto e dovrebbe soddisfare tutti i requisiti seguenti:

1. collaborare in modo continuativo con un medico esperto (vale a dire un medico che soddisfa i criteri espressi nella raccomandazione 1) da almeno due anni
2. almeno due anni di pratica continua nel trattamento ortesico della scoliosi
3. costruzione di almeno due corsetti in ogni settimana lavorativa (circa 100 all'anno) negli ultimi due anni

A causa dell'attuale situazione del trattamento conservativo in molti Paesi, questo va ritenuto l'ideale da raggiungere il prima possibile attraverso la formazione. Nondimeno, va riconosciuto che l'esperienza e la preparazione costituiscono l'unico modo per evitare i problemi ai pazienti e conseguire risultati adeguati in questo campo.

#### ***Raccomandazione 3 (comportamenti)***

Per garantire risultati ottimali, il medico, il tecnico che realizza il corsetto e il fisioterapista devono lavorare insieme come equipe interprofessionale. Questo obiettivo può essere raggiunto anche se queste tre figure non si trovano nello stesso luogo di lavoro, attraverso uno scambio continuo di informazioni, riunioni dell'equipe e la verifica dei corsetti di fronte ai singoli pazienti.

#### ***Raccomandazione 4 (comportamenti)***

Impegno, tempo e consigli per migliorare la compliance: i medici, i tecnici che realizzano i corsetti e i fisioterapisti devono fornire consigli concreti a ciascun singolo paziente e alla sua

famiglia ogni volta che questo si rende necessario (in occasione di ogni contatto per i medici e per i tecnici che realizzano i corsetti) sempre che come equipe trasmettano gli stessi messaggi sui quali si sono accordati preventivamente.

### ***Raccomandazione 5 (comportamenti)***

Tutte le fasi della realizzazione del corsetto vanno seguite per ogni singolo corsetto.

1. prescrizione da parte di un medico preparato ed esperto (che soddisfa i criteri enunciati nella raccomandazione 1)
2. realizzazione del corsetto da parte di un tecnico preparato ad esperto (che soddisfa i criteri enunciati nella raccomandazione 2)
3. verifica da parte del medico in collaborazione con il tecnico che ha realizzato il corsetto e possibilmente con il fisioterapista
4. correzione da parte del tecnico che ha realizzato il corsetto, sulla base delle indicazioni fornite dal medico
5. follow-up a opera del tecnico che ha realizzato il corsetto, del medico e del fisioterapista

### ***Raccomandazione 6 (prescrizione)***

In ciascuna prescrizione di un corsetto (caso per caso), il medico deve:

1. scrivere tutti i dettagli relativi alla realizzazione del corsetto (dove applicare le spinte e dove lasciare spazio, come agire sul tronco per ottenere i risultati sul rachide), se non già definiti a priori con il tecnico che realizzerà il corsetto
2. prescrivere il numero esatto di ore per le quali sarà necessario indossare il corsetto
3. essere totalmente convinto del corsetto proposto e impegnarsi nel trattamento
4. usare qualsiasi mezzo etico per aumentare la compliance del paziente, inclusa una spiegazione approfondita del trattamento, nonché ausili come fotografie, opuscoli, video, ecc.

### ***Raccomandazione 7 (costruzione)***

Ogni qualvolta si costruisce un corsetto (caso per caso), il tecnico deve:

1. verificare la prescrizione e i suoi dettagli, e infine discuterne con il medico prescrittore, se necessario, prima della realizzazione
2. attenersi scrupolosamente alla prescrizione concordata
3. essere totalmente convinto del corsetto proposto e impegnarsi nel trattamento
4. usare qualsiasi mezzo etico per aumentare la compliance del paziente, inclusa una spiegazione approfondita del trattamento, nonché ausili come fotografie, opuscoli, video, ecc.

### ***Raccomandazione 8 (verifica del corsetto)***

In occasione di ciascuna verifica del corsetto, caso per caso, il medico responsabile, in collaborazione con il tecnico che realizza il corsetto, deve:

1. verificare con attenzione se veste adeguatamente e soddisfa le esigenze del singolo paziente
2. verificare la correzione della scoliosi su tutti e tre i piani (frontale, sagittale e orizzontale)
3. verificare dal punto di vista clinico la correzione estetica
4. massimizzare la tollerabilità del corsetto (ridurre la visibilità e consentire i movimenti e le attività della vita quotidiana il più possibile per la tecnica prescelta)
5. applicare tutte le modifiche richieste e, se necessario, addirittura ricostruire da zero il corsetto senza alcun onere aggiuntivo per il paziente
6. verificare le correzioni applicate



7. verificare che il paziente (e/o i suoi genitori) sia in grado di applicare o indossare il corsetto in modo adeguato
8. verificare l'umore del paziente e fornire consigli alla famiglia in occasione della consegna del corsetto e degli altri follow-up

### ***Raccomandazione 9 (verifica del corsetto)***

La verifica di ciascun singolo corsetto deve essere una valutazione clinica e/o radiografica.

### ***Raccomandazione 10 (follow-up)***

Il medico, il tecnico che realizza il corsetto e il fisioterapista devono verificare il corsetto e la compliance del paziente regolarmente (i medici e i tecnici ogni volta che vedono il paziente), e devono rafforzare l'utilità del trattamento ortesico di fronte al paziente e alla sua famiglia.

### ***Raccomandazione 11 (follow-up)***

Il medico deve seguire con regolarità il paziente sottoposto a trattamento ortesico, visitandolo almeno ogni tre o sei mesi. Gli intervalli standard vanno ridotti in base alle esigenze del singolo paziente (primo corsetto, scatto di crescita, curva progressiva o atipica, scarsa compliance, richiesta da parte di altri membri della equipe come il tecnico o il fisioterapista). L'uso di svariati strumenti (protocolli scritti, promemoria, ecc.) per mantenere i pazienti informati sul loro follow-up è fortemente consigliato.

### ***Raccomandazione 12 (follow-up)***

Il corsetto va cambiato adottandone uno nuovo non appena il bambino cresce o non appena il corsetto perde efficacia, e questa esigenza può essere suggerita dal tecnico che realizza il corsetto, ma è una responsabilità del medico curante.

### ***Raccomandazione 13 (follow-up)***

Il tecnico deve controllare regolarmente corsetto. Per evitare qualsiasi problema, deve fare riferimento al medico curante.

### ***Raccomandazione 14 (follow-up)***

Il fisioterapista deve controllare regolarmente il corsetto. Per evitare qualsiasi problema, deve fare riferimento al medico curante. Come membro della equipe terapeutica, deve essere adeguatamente formato per affrontare i problemi di compliance o l'esigenza di ulteriori spiegazioni da parte del paziente e della sua famiglia. Nel caso in cui il fisioterapista non sia a tutti gli effetti un membro dell'equipe terapeutica, non deve agire in modo autonomo e deve fare riferimento al medico curante.

### **Altre questioni**

In questa revisione della letteratura non è possibile considerare appieno argomenti complessi e attualmente dibattuti come:

- CAD-CAM rispetto alla realizzazione di modelli in gesso nella costruzione del corsetto: la ricerca sta giungendo alla conclusione che il modo in cui il corsetto è costruito non interferisce con i risultati finali né con le sensazioni dei pazienti [180, 187, 189, 207];

- modelli a elementi finiti dell'efficacia del corsetto: i modelli stanno mostrando l'efficacia del trattamento ortesico nella riduzione del carico spinale e nell'applicazione dei momenti correttivi al rachide; inoltre, stanno aiutando ad affinare la costruzione del corsetto, ma c'è ancora molta strada da fare [183, 192, 208-210];
- le classificazioni tridimensionali e il loro effetto sulla costruzione del corsetto e sulla valutazione dei risultati: sarà necessario ancora qualche anno per ottenere le prime applicazioni clinicamente utili [65, 69-72, 211].

Questi argomenti e altri che la ricerca produrrà nei prossimi anni saranno analizzati e considerati in modo approfondito nelle prossime edizioni delle linee guida del SOSORT.

### **Raccomandazioni per il "trattamento ortesico"**

1. Il trattamento ortesico è raccomandato per trattare la scoliosi idiopatica dell'adolescenza (SoR: B) (SoE: III) [76, 78, 131, 132, 137-139]
2. Il trattamento ortesico è raccomandato per trattare la scoliosi idiopatica giovanile e infantile come primo passo nel tentativo di evitare o almeno ritardare l'intervento chirurgico a un'età più adeguata (SoR: B) (SoE: IV) [102, 193, 194, 198-201, 203]
3. L'ingessatura è consigliata per trattare la scoliosi idiopatica infantile al fine di cercare di stabilizzare la curva (SoR: B) (SoE: IV) [111, 199-202]
4. Si consiglia di non adottare il trattamento ortesico per trattare i pazienti con curve al di sotto di  $15 \pm 5^\circ$  Cobb, salvo parere contrario di un medico specializzato nel trattamento conservativo delle deformità vertebrali (SoR: B) (SoE: VI)
5. Il trattamento ortesico è raccomandato per trattare i pazienti con curve superiori a  $20 \pm 5^\circ$  Cobb, ancora in crescita, nei quali sono dimostrati una progressione della deformità o un rischio elevato di peggioramento, salvo parere contrario di un medico specializzato nel trattamento conservativo delle deformità vertebrali (SoR: B) (SoE: III) [76, 78, 131, 132, 137-139, 141]
6. Si raccomanda che ciascuna équipe terapeutica utilizzi il corsetto che conosce al meglio e che è più preparata a gestire: alla luce delle attuali conoscenze, non esiste un corsetto che possa essere raccomandato al posto di altri (SoR: C) (SoE: IV) [134, 138, 139, 141, 145]
7. Si raccomanda che i corsetti siano indossati a tempo pieno o per non meno di 18 ore al giorno all'inizio del trattamento, salvo parere contrario di un medico specializzato nel trattamento conservativo delle deformità vertebrali (SoR: B) (SoE: IV) [145, 160]
8. Dato che vi è una "dose-reazione" al trattamento, si raccomanda che le ore quotidiane di utilizzo del corsetto siano proporzionali alla gravità della deformità, all'età del paziente, allo stadio del disturbo, agli obiettivi e ai risultati complessivi del trattamento, nonché alla compliance ottenibile (SoR: B) (SoE: IV) [145, 160]
9. Si raccomanda che i corsetti siano indossati sino alla fine della crescita delle ossa del rachide e che quindi il tempo di utilizzo sia gradualmente ridotto, salvo parere contrario di un medico specializzato nel trattamento conservativo delle deformità vertebrali (SoR: B) (SoE: V)
10. Si raccomanda che il tempo di utilizzo del corsetto sia gradualmente ridotto durante l'effettuazione degli esercizi di stabilizzazione, al fine di consentire l'adattamento del sistema posturale e il mantenimento dei risultati (SoR: B) (SoE: IV) [91, 142-144, 212]
11. Si raccomanda di utilizzare qualsiasi mezzo per aumentare e monitorare la compliance, inclusi i sensori termici e una attenta adesione alle raccomandazioni definite nelle linee guida del SOSORT per la gestione del trattamento ortesico (SoR: B) (SoE: VI) [114, 169-174]
12. Si raccomanda che la qualità del corsetto sia verificata attraverso una radiografia eseguita mentre il paziente indossa il corsetto (SoR: B) (SoE: IV) [156-158, 179-184]

13. Si raccomanda che il medico prescrittore e il tecnico che costruisce il corsetto siano esperti secondo i criteri definiti nelle linee guida del SOSORT per la gestione del trattamento ortesico (SoR: B) (SoE: V) [114]
14. Si raccomanda che il trattamento ortesico sia applicato da una equipe terapeutica esperta che include un medico, un tecnico incaricato della realizzazione del corsetto e un terapeuta, secondo i criteri definiti nelle linee guida del SOSORT per la gestione del trattamento ortesico (SoR: B) (SoE: V) [114]
15. Si raccomanda che tutte le fasi della realizzazione del corsetto (prescrizione, costruzione, verifica, correzione, follow-up) siano seguite attentamente per ciascun corsetto secondo i criteri definiti nelle linee guida del SOSORT per la gestione del trattamento ortesico (SoR: A) (SoE: V) [114]
16. Si raccomanda che il corsetto sia ideato specificamente per il tipo di curva da trattare (SoR: A) (SoE: V)
17. Si raccomanda che il corsetto proposto per trattare una deformità scoliotica sul piano frontale e orizzontale debba tenere in considerazione il più possibile anche il piano sagittale (SoR: A) (SoE: V)
18. Si raccomanda di utilizzare il corsetto meno invasivo in relazione alla situazione clinica, sempre che l'efficacia sia la stessa, per ridurre l'impatto psicologico e per garantire una migliore compliance da parte del paziente (SoR: B) (SoE: V)
19. Si raccomanda che i corsetti non limitino l'escursione toracica in misura tale da determinare una riduzione della funzione respiratoria (SoR: A) (SoE: V)
20. Si raccomanda che i corsetti siano prescritti, realizzati e fatti indossare in ambito ambulatoriale (SoR: B) (SoE: VI)

## **Trattamenti conservativi diversi dal trattamento ortesico**

### ***Esercizi fisioterapici specifici per prevenire la progressione della scoliosi durante la crescita***

#### **Metodi**

Nel mese di febbraio 2011 abbiamo eseguito una ricerca su Medline sin dalla sua creazione, senza alcun limite a livello di lingua. Abbiamo utilizzato i termini ("*Exercise Therapy*"[Mesh]) AND ("*Scoliosis*"[Mesh]) e abbiamo trovato 206 articoli; dopo aver letto i titoli, 66 articoli sono stati considerati interessanti; leggendo l'abstract, sono stati selezionati 41 articoli, i quali sono stati procurati nella loro interezza. Abbiamo inoltre cercato: negli abstract di tutti i meeting del SOSORT, dal primo del 2003 fino al 2010; tra i file e le conoscenze personali di tutti gli autori; negli articoli trovati con tutte le altre ricerche elencate in queste linee guida; nella bibliografia di tutti gli articoli reperiti. I criteri di scelta utilizzati in tutte le ricerche erano: pertinenza all'argomento "esercizi fisioterapici specifici per prevenire la progressione della scoliosi"; presenza dell'abstract; risultati numerici in relazione alla scoliosi; reperibilità degli articoli nella loro interezza; tutte le lingue.

#### **Risultati**

Il SOSORT ha pubblicato sullo Scoliosis Journal un articolo di consenso intitolato "Physical Exercises in the Treatment of Idiopathic Scoliosis at Risk of brace treatment - SOSORT Consensus paper 2005" [213]: questo può servire come riferimento per approfondimenti specifici. In questo consenso, alcune caratteristiche degli esercizi fisioterapici specifici sono state

chiaramente descritte quasi all'unanimità da tutti gli esperti del SOSORT: autocorrezione in tre dimensioni, formazione/apprendimento nelle attività della vita quotidiana, stabilizzazione della postura corretta ed educazione del paziente andrebbero sempre inclusi.

Inoltre, una revisione Cochrane sugli esercizi, che segue il protocollo presentato nel 2009 [214], è stata inviata ed è ora in fase di valutazione: questa revisione ha identificato due articoli di elevato interesse, uno studio controllato randomizzato che ha fornito evidenza di bassa qualità a favore degli esercizi utilizzati insieme ad altri trattamenti [215] e uno studio prospettico osservazionale di coorte con un gruppo di controllo concomitante, il quale ha fornito un'evidenza di qualità molto bassa a favore degli esercizi specifici rispetto agli esercizi generali per evitare la prescrizione del trattamento ortesico [216].

Nella letteratura ortopedica prevale il cosiddetto "dogma dell'esercizio" [217, 218], il quale afferma che gli esercizi non sono utili per il trattamento della scoliosi; si tratta di una opinione diffusa [48, 219, 220] che presumibilmente deriva da un vecchio articolo pubblicato nel 1979 [221], l'unico a essersi espresso contro l'efficacia degli esercizi fisioterapici specifici. Di conseguenza, le vecchie revisioni sistematiche hanno concluso affermando l'inefficacia degli esercizi [222]; più recentemente, tre revisioni sistematiche di ampia portata pubblicate in anni recenti dallo stesso gruppo [223-225] e in misura minore un'altra revisione [226, 227] hanno valutato in modo esaustivo gli studi sull'efficacia dei programmi di esercizio specifici nella riduzione della probabilità di progressione della scoliosi idiopatica. Queste revisioni hanno rilevato che la metodologia generale utilizzata negli studi pubblicati finora è stata generalmente di scarsa qualità, anche se, a eccezione di uno studio (quello più vecchio) [221], tutti i risultati degli studi confermano l'utilità del trattamento [215, 216, 228-244]. Gli autori di queste revisioni sistematiche hanno concluso che, alla luce delle nostre conoscenze odierne, gli esercizi fisioterapici specifici possono essere proposti ai pazienti.

Si è tentato di classificare gli articoli sugli esercizi secondo l'autocorrezione proposta [225]: estrinseca (correzione massimale ottenuta anche con l'aiuto della forza di gravità, di dispositivi di posizionamento e/o del posizionamento degli arti) [228, 235-239, 242-244], intrinseca (correzione massimale conseguibile senza ausili esterni) [216, 229, 230, 232, 234], nessuna autocorrezione, ma esercizi asimmetrici [215, 240, 241], nessuna autocorrezione ed esercizi simmetrici [221, 231, 233]. Secondo queste revisioni, finora la scuola relativa agli esercizi fisioterapici specifici, con alcune prove pubblicate di efficacia (in ordine alfabetico) include: DoboMed [235], Lione [229, 230, 234], MedX [240, 241], Schroth (come riabilitazione intensiva per la scoliosi [228, 237, 242, 245] o come approccio ambulatoriale [238, 244]), SEAS [216, 232], Side Shift [236, 239, 243].

Uno degli svantaggi principali, comunque, è costituito dall'eterogeneità delle informazioni sul decorso naturale della progressione della scoliosi [129, 246]. La probabilità che la curva peggiori dipende dall'età del paziente al momento della diagnosi, dal tipo e dalla gravità della curva, dal sesso e dalla maturità scheletrica [129, 247, 248]. Il 25-75% delle curve osservate al momento dello screening può rimanere invariato, mentre il 3-12% delle curve può migliorare [35, 129]. Le decisioni terapeutiche andrebbero personalizzate, prendendo in considerazione la probabilità di progressione della curva in base all'ampiezza della curva, alla maturità scheletrica, all'età del paziente e alla maturità sessuale [48, 249].

Infine, dobbiamo prendere in considerazione anche il concetto di accettabilità del trattamento unitamente all'efficacia ed all'efficienza: quando le famiglie di fronte a un rischio di progressione del 25%, preferiscono utilizzare gli esercizi fisioterapici specifici per la prevenzione, invece di aspettare una possibile progressione della deformità da trattare con un corsetto in futuro [250].

## **Raccomandazioni sugli "esercizi fisioterapici specifici per prevenire la progressione della scoliosi durante la crescita"**

21. Gli esercizi fisioterapici specifici sono consigliati come primo passo per trattare la scoliosi idiopatica al fine di prevenire/limitare la progressione della deformità e la necessità di trattamento ortesico (SoR: B) (SoE: II) [214, 215, 223-225]
22. Si raccomanda che gli esercizi fisioterapici specifici si attengano al consenso del SOSORT e si basino sull' autocorrezione in tre dimensioni, formazione sulle attività della vita quotidiana , stabilizzazione della postura corretta ed educazione del paziente (SoR: B) (SoE: VI) [213]
23. Si raccomanda che gli esercizi fisioterapici specifici seguano una delle scuole che hanno dimostrato l'efficacia del loro approccio mediante studi scientifici (SoR: B) (SoE: III) [216, 228-230, 232, 234-244]
24. Si raccomanda che i programmi con esercizi fisioterapici specifici siano ideati da terapisti specificamente formati nella scuola che utilizzano (SoR: B) (SoE: VI)
25. Si raccomanda che gli esercizi fisioterapici specifici siano proposti da terapisti inclusi in equipe specializzate nel trattamento della scoliosi, che prevedano una stretta collaborazione fra tutti i membri (SoR: B) (SoE: V) [114]
26. Si raccomanda che gli esercizi fisioterapici specifici siano personalizzati in base alle esigenze del paziente, al tipo di curva e alla fase terapeutica (SoR: B) (SoE: III) [216, 228-230, 232, 234-244]
27. Si raccomanda che gli esercizi fisioterapici specifici siano sempre personalizzati anche se eseguiti in piccoli gruppi (SoR: B) (SoE: VI)
28. Si raccomanda che gli esercizi fisioterapici specifici siano eseguiti regolarmente durante tutto il trattamento, al fine di conseguire risultati migliori (SoR: B) (SoE: VI)

## **Esercizi fisioterapici specifici durante il trattamento ortesico e la terapia chirurgica**

### **Metodi**

Nel mese di febbraio 2011 abbiamo eseguito una ricerca su Medline sin dalla sua creazione, senza limiti a livello di lingua. Per questa sezione abbiamo utilizzato i termini ("*Exercise Therapy*"[Mesh]) AND ("*Scoliosis*"[Mesh]) and ("*Braces*"[Mesh]) AND ("*Scoliosis*"[Mesh]) AND (*hasabstract*[text] AND (*Clinical Trial*[ptyp] OR *Meta-Analysis*[ptyp] OR *Practice Guideline*[ptyp] OR *Randomized Controlled Trial*[ptyp] OR *Review*[ptyp])) descritti in precedenza; abbiamo inoltre aggiunto una ricerca specifica utilizzando i termini ("*Scoliosis/surgery*"[Mesh]) AND ("*Scoliosis/rehabilitation*"[Mesh]) OR ("*Scoliosis/surgery*"[Mesh]) AND ("*Exercise Therapy*"[Mesh]). Abbiamo inoltre effettuato ricerche negli abstract di tutti i meeting del SOSORT, dal primo del 2003 fino al 2010; i file e le conoscenze personali di tutti gli autori; gli articoli reperiti mediante tutte le altre ricerche elencate in queste linee guida; le sezioni bibliografiche di tutti gli articoli reperiti. Infine, abbiamo identificato 40 articoli pertinenti. I criteri di selezione utilizzati in tutte queste ricerche erano: pertinenza per l'argomento "esercizi fisioterapici specifici durante il trattamento ortesico e la terapia chirurgica"; presenza dell'abstract; risultati numerici in relazione alla scoliosi; reperibilità come testo completo; tutte le lingue.

## Risultati

Anche se in passato gli esercizi fisioterapici specifici da eseguire unitamente al trattamento ortesico sono stati proposti dalla maggior parte degli autori che hanno ideato corsetti specifici, come i corsetti di Milwaukee [251-253], di Boston [254], di Lione [255, 256] e di Chêneau [257-259], questa parte del trattamento conservativo della scoliosi sembra essere stata trascurata [260]. Tuttavia, di recente gli esercizi fisioterapici specifici, oltre a quelli originari, sono stati associati ai corsetti classici come il SIDE SHIFT per il corsetto di Milwaukee [143, 261, 262] lo Schroth per lo Chêneau [144, 179, 263-265] ; inoltre, il corsetto Sforzesco di recente ideazione è nato in stretta associazione con l'esecuzione dell'esercizio [77, 91, 266].

Quando messi a confronto attraverso una revisione sistematica degli studi di coorte sul trattamento ortesico che ha formalmente escluso tutti i protocolli con esercizi [141], tutti gli studi che hanno combinato i due trattamenti hanno mostrato risultati molto buoni [114]: il tasso di intervento chirurgico è sceso da una media del 22% (osservata) o del 23% (trattata) [141] allo 0-7% nell'analisi dell'efficacia [78, 91, 142-144, 267] o al 10-14% nell'analisi del caso peggiore [91, 142]. Questo risulta essere vero indipendentemente dal corsetto utilizzato: Milwaukee e Side Shift [143], Chêneau e Schroth [142, 144, 268], gesso o corsetto di Lione, o corsetto di Sibilla e SEAS [78, 91]. La sola eccezione a questa regola è un articolo di recente pubblicazione nel quale gli esercizi non sono stati utilizzati, il quale ha riferito un tasso di intervento chirurgico pari allo 0% in base ai criteri della SRS [76]; in questo studio sono stati utilizzati i criteri del SOSORT [114]: questo apre la possibilità che, oltre all'effetto specifico degli esercizi, l'approccio del fisioterapista possa rivestire un ruolo fondamentale nel mantenimento della compliance, come proposto dalle linee guida del SOSORT per la gestione del trattamento ortesico [114]. Un altro punto principale di questo studio, che può aver migliorato la compliance, è che i pazienti sono stati tutti gestiti dallo stesso medico.

Di recente, un articolo che ha vinto il SOSORT Award ha dimostrato l'importanza degli esercizi nel ridurre la perdita di correzione nella fase di svezzamento dal corsetto [212]; un altro studio ha dimostrato una qualche utilità della preparazione agli esercizi con il corsetto [233]. A tale riguardo, un vecchio studio controllato randomizzato condotto su una esigua popolazione ha dimostrato che negli adolescenti che indossano un corsetto, gli esercizi sono più efficaci rispetto alla trazione nel migliorare la curvatura nel bending laterale (vale a dire aumentare la mobilità, cosa che dovrebbe aiutare l'azione del corsetto) [269]. Storicamente, è stato dimostrato che gli esercizi di flessione dorsale sono immediatamente efficaci nel ridurre la rotazione vertebrale e la deviazione laterale nel corsetto di Milwaukee [270]; tuttavia, in uno studio prospettico, non è stata osservata alcuna differenza significativa fra 12 pazienti con una buona compliance e 12 pazienti con una scarsa compliance, nei quali si intendeva trattare una scoliosi idiopatica primaria dorsale destra con esercizi di rinforzo dei muscoli del tronco e con il corsetto di Milwaukee [271]. La base neurofisiologica dell'integrazione tra corsetto ed esercizi in un programma riabilitativo completo per la scoliosi idiopatica dell'adolescenza è stata descritta [272]. La maggior parte delle scuole, durante il trattamento ortesico, ha utilizzato gli stessi esercizi che venivano proposti senza il corsetto, anche se quello di Lione [256, 273] e quello della SEAS [94, 212, 233] propongono esercizi specifici sia preparatori sia da eseguire indossando il corsetto, i quali sono differenti da quelli abitualmente eseguiti senza il corsetto.

Infine, gli esercizi e il trattamento chirurgico sono stati invocati come parte importante del processo riabilitativo in seguito ad artrodesi [16, 256, 274]; tuttavia, i chirurghi della Scoliosis Research Society, quando è stato loro chiesto se prescrivevano la terapia fisica al momento delle dimissioni dall'ospedale, hanno risposto che questo era improbabile [275]. È stato riferito un peggioramento del dolore 10 o più anni dopo l'intervento chirurgico per la scoliosi; una riduzione

significativa del dolore e una riduzione della frequenza del dolore è stata ottenuta attraverso un trattamento multimodale, che includeva esercizi di stabilizzazione sia posturale che respiratoria parecchie ore al giorno (da 5 ore e ½ a 7 ore) [276].

### **Raccomandazioni sugli "esercizi fisioterapici specifici durante il trattamento ortesico e la terapia chirurgica"**

29. Si raccomanda che esercizi fisioterapici specifici vengano eseguiti durante il trattamento ortesico (SoR: B) (SoE: III) [78, 91, 142-144, 267]
30. Si raccomanda che, durante il trattamento mediante esercizi fisioterapici specifici, i terapisti lavorino per aumentare la compliance del paziente nei confronti del trattamento ortesico (SoR: B) (SoE: V) [114]
31. Si raccomanda che gli esercizi fisioterapici specifici volti alla mobilizzazione vertebrale siano usati in preparazione al trattamento ortesico (SoR: B) (SoE: II) [233, 269]
32. Si raccomanda che gli esercizi fisioterapici specifici volti alla stabilizzazione in autocorrezione siano utilizzati durante il periodo dello svezzamento dal corsetto (SoR: B) (SoE: IV) [212]
33. Si raccomanda che gli esercizi fisioterapici specifici, nei pazienti sottoposti a intervento chirurgico che lamentano dolore, siano utilizzati per ridurre il dolore e aumentare la funzionalità (SoR: B) (SoE: IV) [276]

### **Altri trattamenti conservativi**

#### **Metodi**

Nel mese di febbraio 2011 abbiamo eseguito una ricerca su Medline sin dalla sua creazione, senza alcuna limitazione a livello di lingua. Abbiamo utilizzato i termini ("*Musculoskeletal Manipulations*"[Mesh] OR "*Homeopathy*"[Mesh]) OR "*Acupuncture*"[Mesh] OR "*Diet*"[Mesh] AND "*Scoliosis*"[Mesh]) e abbiamo individuato 68 articoli; dopo la lettura dei titoli, 13 articoli sono stati ritenuti di interesse; leggendo gli abstract, sono stati mantenuti 7 articoli i quali sono stati reperiti nella loro interezza. Abbiamo inoltre cercato: negli abstract di tutti i meeting di SOSORT, dal primo del 2003 fino al 2010; nei file personali e nelle conoscenze di tutti gli autori; negli articoli individuati mediante tutte le altre ricerche elencate in queste linee guida; nelle sezioni bibliografiche di tutti gli articoli reperiti. I criteri di selezione utilizzati in tutte queste ricerche erano: pertinenza all'argomento "altri trattamenti conservativi"; presenza dell'abstract; risultati numerici in relazione alla scoliosi; reperibilità degli articoli completi; tutte le lingue.

#### **Risultati**

Quando si analizzano altri approcci conservativi oltre agli esercizi fisioterapici specifici, si rileva che sono stati riferiti alcuni casi di miglioramento della scoliosi con le tecniche di mobilizzazione applicate come trattamento indipendente a breve (settimane) [277] e a medio (mesi) termine [278]; lo stesso è stato fatto per la mobilizzazione insieme ad altre tecniche di stabilizzazione a medio [279] e a lungo (anni) termine sulla curva vertebrale [280] e sull'espansione della gabbia toracica [281]; è stata riferita anche una casistica a breve termine [282]. Nondimeno, una revisione sistematica non è stata in grado di concludere in merito all'efficacia del trattamento manuale a causa della mancanza di studi validi [283]. Infine, non vi sono studi scientifici sull'efficacia terapeutica degli inserti per calzature (escludendo i rialzi per il tallone), dei farmaci convenzionali e omeopatici, dell'agopuntura o di regimi alimentari specifici per la correzione della scoliosi idiopatica dell'adolescenza.

### **Raccomandazioni sugli "altri trattamenti conservativi"**

34. Si raccomanda che la terapia manuale (mobilizzazione delicata a breve termine o tecniche di rilascio dei tessuti molli) sia proposta solo in associazione a esercizi fisioterapici specifici (SoR: B) (SoE: V) [283]
35. Raccomanda che la correzione di una reale eterometria degli arti inferiori, se necessaria, sia decisa da un medico specializzato nel trattamento conservativo delle deformità vertebrali (SoR: B) (SoE: VI)
36. Si raccomanda che gli inserti per calzature (a esclusione dei rialzi per il tallone), i farmaci convenzionali e omeopatici, l'agopuntura o regimi dietetici specifici non siano utilizzati per correggere una deformità vertebrale (SoR: B) (SoE: VI)

### **Funzione ed esercizi respiratori**

#### **Metodi**

Nel mese di febbraio 2011 abbiamo eseguito una ricerca su Medline sin dalla sua creazione, senza alcuna limitazione a livello di lingua. Abbiamo utilizzato i termini ("*Respiration*"[Mesh]) e ("*Scoliosis*"[Mesh]) e abbiamo individuato 182 articoli; dopo la lettura dei titoli, 42 articoli sono stati ritenuti di interesse; leggendo gli abstract, sono stati mantenuti 35 articoli i quali sono stati reperiti nella loro interezza. Abbiamo inoltre cercato: negli abstract di tutti i meeting di SOSORT, dal primo del 2003 fino al 2010; nei file personali e nelle conoscenze di tutti gli autori; negli articoli individuati mediante tutte le altre ricerche elencate in queste linee guida; nelle sezioni bibliografiche di tutti gli articoli reperiti. I criteri di selezione utilizzati in tutte queste ricerche erano: pertinenza all'argomento "esercizi respiratori"; presenza dell'abstract; risultati numerici in relazione alla scoliosi; reperibilità degli articoli completi; tutte le lingue.

#### **Risultati**

Una serie di studi condotti principalmente sugli adolescenti con scoliosi comprese fra 30° e 60° ha dimostrato diversi tipi di alterazioni respiratorie nei pazienti: quadri di ventilazione anormale, principalmente di tipo restrittivo [284-286]; compromissione della funzionalità dei muscoli respiratori [284, 286]; restrizione [285, 287] e asimmetria di movimento della gabbia toracica, con alterazioni localizzate [288]; anomalie ventilatorie durante l'esercizio [289], s a quelle osservate nei pazienti con una grave broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) [290]. Fra le possibili cause, la deformità riveste un ruolo per ciò che riguarda la flessione laterale [284] (con alcuni dubbi [291]), la rotazione vertebrale [292, 293] e anche la rigidità [285]; i diametri sagittali [292], le dimensioni complessive [291, 292] e la rigidità [285] della gabbia toracica sono altrettanto importanti [294, 295].

Anche la capacità di esercizio appare compromessa [284, 296-298], ma senza una correlazione diretta con le limitazioni ventilatorie e i volumi polmonari alterati [284, 297, 298]: i fattori determinanti sembrano essere il decondizionamento e la mancanza di esercizio aerobico regolare [297, 298], come dimostrato dalle disfunzioni muscolari degli arti inferiori [284] e dalla gravità della curva scoliotica [296].

Il decorso naturale di una coorte seguita per 50 anni da Weinstein sembra portare alla conclusione che l'insufficienza cardio-respiratoria non sia un problema comune nell'adulto affetto da scoliosi idiopatica dell'adolescenza [80], anche se questi risultati sono stati accolti da alcune critiche, a causa dei possibili errori metodologici [49, 299]. Pehrsson [300, 301] ha dimostrato che l'insufficienza cardio-respiratoria si verifica solo nei casi di scoliosi grave la cui insorgenza risale a prima della pubertà e con una forte tendenza alla progressione, mentre l'indicatore più incisivo



di una possibile insufficienza respiratoria è la capacità vitale. Uno studio interessante è stato condotto in soggetti adulti affetti da scoliosi a insorgenza infantile. Tale studio ha dimostrato una correlazione fra il trattamento eseguito e la funzione polmonare risultante: i pazienti la cui scoliosi si è risolta o è stata stabilizzata con mezzi conservativi presentavano una funzione polmonare normale, mentre quelli che erano stati gestiti mediante ingessatura o corsetto e che erano stati sottoposti a intervento chirurgico dopo i 10 anni di età presentavano una funzione polmonare accettabile; i pazienti la cui deformità aveva richiesto un intervento chirurgico precoce presentavano ricorrenza della deformità e una funzione respiratoria ridotta [200].

Tutti questi studi sottolineano l'importanza dell'esecuzione di attività aerobiche generali (incluso lo sport) e di un allenamento respiratorio al fine di migliorare la capacità di esercizio e il funzionamento dei muscoli respiratori, riducendo il decondizionamento e la rigidità toracica. Tuttavia, potrebbero essere sollevati alcuni dubbi in termini di stress asimmetrico dovuto all'aumento dello sforzo respiratorio [302] e alcuni vecchi studi hanno mostrato cattivi risultati [303, 304]. Inoltre, il ruolo degli esercizi fisioterapici specifici può essere discusso: mentre gli esperti SOSORT hanno suggerito l'uso di esercizi ed educazione respiratoria [305], un articolo ha mostrato nei pazienti scoliotici adulti un aumento della capacità vitale e dell'espansione della parete della gabbia toracica che consentirebbero il trattamento delle patologie ventilatorie restrittive associate [306]; un altro articolo ha dimostrato miglioramenti nei parametri elettrocardiografici per quanto riguarda lo stress a carico della parte destra del cuore [307]. Se la scoliosi è di grado molto elevato, la ventilazione notturna nasale intermittente a pressione positiva (unitamente alla ossigenoterapia a lungo termine) può avere un effetto positivo migliorando la capacità di esercizio [308], il tasso di sopravvivenza [309], la qualità di vita correlata alla salute, e riducendo il tasso di ospedalizzazione [310].

Il trattamento ortesico può influire sulla funzione polmonare, anche se i risultati sono contraddittori [311-315]. Nelle ragazze scoliotiche che indossano un corsetto di tipo Boston, un allenamento aerobico della durata di due mesi ha mantenuto e ha migliorato in misura significativa i parametri della funzione polmonare, mentre tali parametri risultavano ridotti nel gruppo di controllo che utilizzava il corsetto di Milwaukee e che non aveva svolto esercizio fisico [316]. Nella maggior parte degli studi, la correzione e la stabilizzazione chirurgica della curva hanno portato solo a un lieve miglioramento della funzione polmonare, con alcune eccezioni.

### **Raccomandazioni per "la funzione e gli esercizi respiratori"**

37. Si raccomanda che, ove necessario, vengano usati gli esercizi volti al miglioramento della funzione respiratoria (SoR: B) (SoE: V)
38. Si raccomanda che durante il trattamento ortesico vengano utilizzati esercizi per migliorare la funzione respiratoria (SoR: B) (SoE: IV) [316]
39. Si raccomanda l'uso degli esercizi fisioterapici specifici per allenare le strategie respiratorie regionali al fine di promuovere l'espansione e la ventilazione di compartimenti polmonari specifici (SoR: B) (SoE: IV) [306]

### **Attività sportive**

#### **Metodi**

Nel mese di febbraio 2011 abbiamo eseguito una ricerca su Medline sin dalla sua creazione, senza alcuna limitazione a livello di lingua. Abbiamo utilizzato i termini ("*Sports*"[Mesh]) e ("*Scoliosis*"[Mesh]) e abbiamo individuato 105 articoli; dopo la lettura dei titoli, 24 articoli sono stati ritenuti di interesse; leggendo gli abstract, sono stati mantenuti 11 articoli i quali sono stati

reperiti nella loro interezza. Abbiamo inoltre cercato: negli abstract di tutti i meeting SOSORT, dal primo del 2003 fino al 2010; nei file personali e nelle conoscenze di tutti gli autori; negli articoli individuati mediante tutte le altre ricerche elencate in queste linee guida; nelle sezioni bibliografiche di tutti gli articoli reperiti. I criteri di selezione utilizzati in tutte queste ricerche erano: pertinenza all'argomento "attività sportive"; presenza dell'abstract; risultati numerici in relazione alla scoliosi; reperibilità degli articoli completi; tutte le lingue.

## **Risultati**

È stato suggerito che le attività sportive in generale possano essere un corrispettivo attivo degli esercizi fisioterapici specifici [256]. Anche se nella letteratura sembra permanere una certa confusione fra le attività sportive in generale e gli esercizi fisioterapici specifici [317, 318], il loro diverso ruolo può essere compreso osservando le differenze specifiche nel complesso: gli esercizi fisioterapici specifici sono ideati appositamente per affrontare le compromissioni e le biomeccaniche associate alla scoliosi [305], mentre l'obiettivo delle attività sportive è quello di ottenere risultati agonistici o di migliorare la forma fisica e il benessere; inoltre, gli esercizi fisioterapici specifici lavorano esplicitamente sui muscoli vertebrali e sul controllo della postura [217, 272, 305, 319], mentre le attività sportive lavorano sui grandi muscoli correlati ai movimenti degli arti. Nondimeno, l'interazione e la sovrapposizione fra i due tipi di attività fisica esiste e può essere riconosciuta. In particolare, lo specifico ruolo sociale ed educativo delle attività sportive in termini di gioco, sia in ambito scolastico che extrascolastico, non andrebbe trascurato, dato che i pazienti scoliotici dovrebbero giocare "nella stessa misura o persino in misura maggiore rispetto agli altri" [2]. È stato sottolineato come gli aspetti psicologici e sociali siano correlati all'immagine negativa del paziente per quanto concerne il suo corpo [320]: l'attività fisica consente ai pazienti di lavorare su questi aspetti e di mantenere un coinvolgimento nel gruppo dei coetanei, in particolare, ma non solo, durante le ore di educazione fisica a scuola.

La partecipazione a svariati tipi di attività sportive non sembra influire sulla presenza o sul grado della scoliosi [317]. I pazienti scoliotici preferiscono praticare sport come la ginnastica (solitamente iniziata prima di scoprire la scoliosi) [321, 322]: questo dato sembra essere correlato a una maggiore prevalenza di lassità articolare rispetto ai soggetti di controllo [322]. Un ritardo del menarca e una lassità articolare generalizzata sono comuni anche negli individui che praticano ginnastica ritmica e in questo gruppo è stata osservata un'incidenza di 10 volte maggiore della scoliosi (12%) rispetto ai soggetti di controllo normali (1,1%) [323]: una "triade pericolosa" è stata ipotizzata e include lassità articolare generalizzata, ritardo della maturità e carico vertebrale asimmetrico. In modo analogo, una maggior incidenza della scoliosi è stata osservata nei ballerini classici (24%) [324] ed è stata ipotizzata un'eziologia separata per i ballerini classici e gli atleti che praticano ginnastica ritmica, rispetto alla scoliosi idiopatica dell'adolescenza [325]. Tuttavia, in una coppia di gemelle omozigote di 13,5 anni di età che praticavano il nuoto sincronizzato ad alto livello, una sola ha evidenziato una curva dorso-lombare di 32°: questo sembra suggerire che anche fattori diversi dalla genetica e dalle attività sportive rivestano un ruolo importante [326].

Per quanto riguarda gli altri sport, sebbene il nuoto sia stato tradizionalmente proposto come buona attività sportiva per la scoliosi (e persino prescritto da alcuni medici come trattamento), nei nuotatori è stata osservata un'incidenza del 6,9% della scoliosi, quindi 3,5 volte l'incidenza osservata nei soggetti di controllo normali [327]. Non esistono articoli che analizzano gli sport asimmetrici, tradizionalmente biasimati, ma senza alcuna evidenza scientifica.

Gli adolescenti con curve doppie maggiori svolgono più attività sportive rispetto a quelli con una singola curva maggiore, ma entrambi i gruppi in misura minore rispetto ai soggetti di controllo normali: è stato ipotizzato che il primo gruppo scoliotico possa essere meno soggetto a

ripercussioni biomeccaniche correlate alla scoliosi e che abbia quindi un migliore controllo dell'equilibrio [321]. A lungo termine, i pazienti con una importante scoliosi idiopatica presentano una compromissione delle attività sportive rispetto ai soggetti di controllo di pari età, a causa della compromissione funzionale e del mal di schiena. Dopo un'artrodesi vertebrale estesa, l'attività sportiva non risulta più limitata rispetto a quanto avviene dopo il trattamento conservativo [328]. A tale riguardo, i chirurghi della Scoliosis Research Society fanno tornare i pazienti allo sport senza contatto fra sei mesi e l'anno dopo l'intervento, mentre gli sport di contatto vengono solitamente evitati fino a un anno dopo l'intervento chirurgico; quasi il 20% di coloro che hanno risposto ha richiesto e il 35% ha suggerito che i pazienti evitassero in via permanente gli sport che prevedono urti o scontri. Il 20% dei chirurghi ha riferito di aver rilevato esiti notevolmente avversi attribuiti all'attività atletica dopo l'intervento chirurgico [275].

### **Raccomandazioni sulle "attività sportive"**

40. Si raccomanda che gli sport non vengano prescritti come trattamento per la scoliosi idiopatica (SoR: C) (SoE: III) [317, 321-324, 326, 327]
41. Si raccomanda che le attività sportive in generale siano eseguite in vista degli specifici benefici che possono apportare ai pazienti in termini di benessere psicologico, neuromotorio e organico in generale (SoR: B) (SoE: V)
42. Si raccomanda che durante tutte le fasi del trattamento l'educazione fisica a scuola prosegua. In base alla gravità della curva, alla progressione della deformità e all'opinione di un medico specializzato nel trattamento conservativo delle deformità vertebrali, è possibile stabilire restrizioni alla pratica di alcuni tipi di attività sportive (SoR: B) (SoE: V)
43. Si raccomanda che le attività sportive proseguano anche durante il trattamento ortesico, grazie ai benefici fisici (capacità aerobica) e psicologici che queste attività sono in grado di apportare (SoR: B) (SoE: IV) [316]
44. Si raccomanda che durante il trattamento ortesico le attività sportive di contatto o molto dinamiche siano eseguite con cautela (SoR: B) (SoE: VI)
45. Si raccomanda che le attività competitive che mobilitano grandemente il rachide siano evitate nei pazienti che presentano una scoliosi ad alto rischio di progressione (SoR: C) (SoE: III) [284-287, 317, 322-324]

### **Valutazione**

Il SOSORT ha pubblicato sullo Scoliosis Journal un articolo di consenso intitolato "Methodology of evaluation of morphology of the spine and the trunk in idiopathic scoliosis and other spinal deformities - 6th SOSORT consensus paper" [329]: questo può servire come riferimento per approfondimenti specifici.

Dato che la scoliosi viene diagnosticata come idiopatica solo per esclusione, è necessario che in occasione della prima valutazione si stenda l'anamnesi clinica della famiglia e del singolo paziente, e si esegua un esame medico e neurologico approfondito [329].

Il principale test di valutazione per l'esame clinico dei pazienti affetti da scoliosi è il test di Adam mediante il piegamento in avanti. Un risultato positivo al test è patognomonico per la scoliosi [330]. Il valore predittivo positivo del test varia, dato che esso è proporzionale al grado di curvatura e dipende dall'esperienza dell'operatore [331].

Lo scoliometro [332, 333] misura il gibbo che compare come conseguenza del test di Adam: si tratta di uno strumento di valutazione che si è dimostrato molto utile. Lo scoliometro misura l'angolo di inclinazione del tronco (ATI, o ATR – angolo di rotazione del tronco) e presenta un'elevata riproducibilità inter-osservatore, la quale consente la determinazione di limiti massimi

oltre i quali è indicato un approfondimento radiografico. Presenta una sensibilità di circa il 100% e una specificità di circa il 47% quando si sceglie un angolo ATI di 5°. Con un angolo ATI di 7°, la sensibilità scende all'83%, ma la specificità aumenta fino all'86% [28, 334, 335]. Mentre 7° possono essere considerati un buon limite massimo in ambito chirurgico, quando si desidera attuare una prevenzione attraverso un buon approccio conservativo, 5° è un limite massimo migliore.

La misurazione del gibbo è un altro strumento che può fornire un ulteriore parametro di valutazione e differisce dallo scoliometro per il fatto che misura l'altezza della differenza fra la concavità e la convessità della curva [89, 336]. Un limite di 5 mm è stato definito come significativo per misurare il gibbo costale [336, 337] e l'affidabilità di questa misurazione è stata riferita [89, 334]. Un nuovo strumento che ha dimostrato una elevata riproducibilità è stato provato di recente [338].

Dato che l'aspetto estetico costituisce una preoccupazione di primaria importanza per i pazienti affetti da scoliosi idiopatica dell'adolescenza [42], andrebbe utilizzata una valutazione specifica dell'asimmetria del tronco. La scala TRACE è stata recentemente proposta e convalidata: si tratta di una scala a 12 punti basata su una valutazione visiva dell'asimmetria delle spalle, delle scapole, della vita e dell'emitorace. La ripetibilità intra-valutatore è stata buona, dato che il cambiamento minimo significativo è stato pari a 3 su 12, mentre la ripetibilità intra-valutatore è stata scarsa, dato che il cambiamento minimo significativo è stato pari a 4 [88]. Inoltre, la autovalutazione da parte dei pazienti è molto importante a tale riguardo e sono state proposte scale convalidate come la Walter-Reed e la TAPS [339-342].

Le questioni correlate alla qualità di vita (QoL) e la disabilità sono altri elementi importanti da prendere in considerazione nel trattamento dei pazienti affetti da scoliosi idiopatica [42]. Una serie di strumenti (questionari) è stata proposta in questi anni al fine di valutare la qualità di vita, iniziando dal primo che costituisce quasi uno standard, vale a dire l'SRS-22 [343-346]. tuttavia, in caso di utilizzo quotidiano in ambito clinico per il trattamento conservativo, l'SRS-22 mostra alcuni limiti e sono stati ideati altri questionari come il BrQ [163, 347-350] e il BSSQ [347, 351-354].

Il profilo sagittale del rachide è spesso modificato nei pazienti scoliotici e si raccomanda una misurazione sagittale. Esistono molti strumenti diversi, come il filo a piombo, l'Inclimed e l'Arcometro [355-357].

La valutazione radiografica rimane lo standard di riferimento: è importante utilizzare uno dei limiti clinici massimi menzionati in precedenza (ATI o gibbo) prima di ordinare un approfondimento radiografico e durante un regolare follow-up, per ridurre l'esposizione alle radiazioni [329]. Le misurazioni dell'angolo di Cobb sulla stessa immagine radiografica avevano una variabilità intra- e inter-osservatore pari rispettivamente a 3-5° e a 6-7° [358]; questo errore classicamente riferito aumenta quando si considerano le variazioni posturali e perfino diurne nei diversi esami [358, 359]. La misurazione radiografica della rotazione vertebrale utilizzando il torsionometro di Perdriolle ha dimostrato di essere riproducibile [360]. Sulla base dello stesso principio, l'uso delle tabelle o del regolo di Raimondi rende la misurazione più semplice e leggermente più riproducibile [361].

Nelle radiografie sul piano frontale per la scoliosi idiopatica infantile, una misurazione molto importante è stata proposta da Mehta: l'angolo costo-vertebrale, che fornisce un fattore prognostico consentendo all'esaminatore di distinguere fra una scoliosi in evoluzione e in risoluzione [111, 362, 363].

L'esame radiografico sul piano sagittale è importante, ma presenta difficoltà intrinseche a causa dell'esigenza di spostare il braccio dalla posizione anatomica per esporre il rachide [357, 364-

366]: come conseguenza, dopo la sua esecuzione per scopi diagnostici, le misurazioni di superficie possono sostituirlo nel follow-up dei pazienti [329, 367, 368].

Il segno di Risser [369] costituisce un ulteriore parametro per la valutazione radiografica ed è utile per stabilire lo status di crescita del paziente, dato che la stadiazione mediante i gradi Risser può essere eseguita utilizzando la stessa radiografia per valutare la scoliosi [128, 370-372]. Altri parametri essenziali da prendere in considerazione sono la maturità radiografica delle apofisi ad anello (apofisi anulari), la comparsa del menarca nelle ragazze e la stadiazione secondo Tanner [329]. Altre procedure di imaging diagnostico sono utilizzate per la scoliosi idiopatica, come svariate tecniche radiografiche oltre alle proiezioni classiche [373], alla risonanza magnetica [373, 374] e agli esami neurofisiologici [375]. tuttavia, oltre alla loro importanza in ambito chirurgico, nell'impiego quotidiano per scopi conservativi queste tecniche non sono supportate da una reale evidenza, a meno che non vi siano segni e sintomi di compromissione neurologica: solo in questi casi, infatti, è utile una diagnosi specifica [376].

Gli argomenti "chiave" della ricerca che sono quasi pronti per entrare nel mondo clinico quotidiano e che presumibilmente saranno trattati fra pochi anni nella prossima edizione di queste linee guida includono:

- Misurazioni mediante topografia di superficie, che sono state ampiamente utilizzate per scopi di ricerca in questi anni, ma che solo recentemente sembra stiano entrando nel mondo clinico quotidiano [329, 367, 368]. Le valutazioni correlate all'aspetto estetico e al piano sagittale potrebbero presumibilmente entrare in modo piuttosto rapido nella pratica clinica quotidiana.
- Valutazione genetica [Ogilvie: 123-126]. tuttavia, si consiglia prudenza nell'utilizzo di questi strumenti per decidere se trattare o meno i pazienti: infatti, allontanandosi dalla ricerca, anche se eseguita in ampi campioni composti da centinaia di pazienti, l'applicazione alla popolazione generale richiede cautela.

Infine, un punto chiave da prendere in considerazione nella valutazione della scoliosi idiopatica è lo screening: attraverso delle iniziali misurazioni della superficie generale e la valutazione successiva da parte di un clinico esperto al fine di effettuare un esame radiografico finale, la deformità può essere rilevata e trattata precocemente evitando la progressione. Nonostante siano stati sollevati alcuni dubbi, lo screening per la scoliosi idiopatica negli adolescenti asintomatici va raccomandato [377]. Il SOSORT ha pubblicato sullo Scoliosis Journal un articolo di consenso intitolato "SOSORT consensus paper: school screening for scoliosis: Where are we today?"[377]: questo può servire come riferimento per approfondimenti specifici.

### **Raccomandazioni**

46. I programmi di screening scolastico sono raccomandati per la diagnosi precoce della scoliosi idiopatica (SoR: B) (SoE: IV)
47. Si raccomanda che ogni volta in cui si valutano bambini di età compresa fra 8 e 15 anni i pediatri, i medici di base e i medici dello sport eseguano il test di Adam ai fini di uno screening per la scoliosi, utilizzando lo scoliometro (SoR: A) (SoE: V)
48. Si raccomanda che l'uso del test di Adam sia diffuso nella comunità scolastica e fra tutte le persone coinvolte nella salute dei bambini (genitori inclusi) (SoR: B) (SoE: V)
49. Si raccomanda che la valutazione diagnostica sia eseguita da medici specializzati nelle deformità vertebrali (SoR: B) (SoE: IV)
50. Si raccomanda che i pazienti siano sempre esaminati dagli stessi medici specializzati in deformità vertebrali. Nelle strutture in cui questo non è possibile, si raccomandano processi regolari di standardizzazione e convalida dei metodi utilizzati (SoR: B) (SoE: IV)

51. Per il follow-up clinico, si raccomanda l'uso di metodi di valutazione convalidati e di moduli standardizzati per la raccolta dei dati clinici (SoR: A) (SoE: V)
52. Si raccomanda che la valutazione includa aspetti patologici, estetici, psicologici, funzionali e familiari (SoR: B) (SoE: V)
53. Si raccomanda la valutazione dell'allineamento sagittale del rachide (SoR: A) (SoE: V)
54. Si raccomanda l'uso dello scoliometro e del gibbometro per la valutazione clinica e il follow-up dei pazienti (SoR: B) (SoE: V)
55. Durante la crescita si raccomanda che le visite per il follow-up clinico siano eseguite almeno due volte all'anno, a eccezione dei periodi di rapida crescita (scatto di crescita puberale, primi tre anni di vita) (SoR: B) (SoE: V)
56. Si raccomanda di non eseguire radiografie se il test di Adam risulta negativo e se il valore dello scoliometro è al di sotto dei 5°, salvo decisione contraria da parte di un medico specializzato nel trattamento conservativo delle deformità vertebrali (SoR: B) (SoE: IV)
57. Si raccomanda che la decisione di eseguire un approfondimento radiografico sia presa da un medico specializzato nelle deformità vertebrali (SoR: A) (SoE: V)
58. Si raccomanda che gli accertamenti radiografici sul piano frontale siano eseguiti in proiezione posteriore-anteriore, utilizzando radiografie digitali con una proporzione radiografica, includendo la visualizzazione delle teste femorali e la protezione delle gonadi, in qualsiasi posizione eretta senza l'uso di ausili di supporto né dell'indicazione della postura corretta, salvo diverso parere di un medico specializzato nelle deformità vertebrali (SoR: A) (SoE: IV)
59. Si raccomanda che l'ampiezza della curva sia misurata utilizzando il metodo di Cobb (SoR: A) (SoE: V)
60. Si raccomanda che la rotazione vertebrale sia misurata alla vertebra apicale utilizzando il torsionometro di Perdriolle o il regolo/le tabelle di Raimondi (SoR: B) (SoE: IV)
61. Si raccomanda che la prima e l'ultima valutazione radiografica includano anche una proiezione laterale in ortostatismo (SoR: A) (SoE: V)
62. Sulla radiografia in proiezione laterale, gli arti superiori del paziente devono essere posti in una posizione tale da non coprire il rachide dorsale superiore. Le posizioni consigliate includono: (1) braccia in flessione a 45°, gomiti estesi e mani appoggiate su un supporto, al fine di preservare la curva sagittale del rachide, (2) braccia incrociate sul petto, (3) mani appoggiate sulla regione ipsilaterale delle spalle, senza esercitare alcuna pressione (SoR: B) (SoE: IV)
63. Per ridurre l'invasività del follow-up, si consiglia di non eseguire più di un accertamento radiografico all'anno, tranne nei casi in cui questo si renda assolutamente necessario, e in base alla decisione di un medico specializzato nelle patologie vertebrali (SoR: B) (SoE: IV)
64. Per ridurre l'invasività del follow-up, si consiglia di eseguire il numero più basso possibile di proiezioni in caso di accertamenti radiografici (SoR: A) (SoE: V)
65. Si raccomanda che tutti i pazienti affetti da scoliosi idiopatica, anche se non trattati, siano seguiti su base regolare (SoR: A) (SoE: V)

## **Conclusioni ed esigenze future in materia di ricerca**

Queste linee guida rappresentano un miglioramento significativo quando messe a confronto con le esperienze precedenti prodotte a livello internazionale dal SOSORT o a livello nazionale da altri gruppi [1-4, 378]. È stato profuso un notevole sforzo da parte della commissione e della società, al fine di descrivere la situazione attuale in questo campo, iniziando dalle evidenze attuali e cercando di colmare al meglio tutte le aree oscure non coperte dalla letteratura, attraverso la ben sperimentata metodologia di consenso del SOSORT [38, 42, 101, 114, 130, 305, 329, 379].

Come sempre, le linee guida offrono una panoramica dell'evidenza in un campo specifico e di conseguenza forniscono approfondimenti ai ricercatori in merito a quale area andrebbe studiata di più. Osservando le tabelle 8 e 9 (pag. 89), che riassumono la classificazione finale delle raccomandazioni in termini rispettivamente di forza dell'evidenza (SoE) e di forza della raccomandazione (SoR), è possibile comprendere la già descritta carenza di ricerca in generale in questa area specifica [99, 100, 260, 380]: nessuna evidenza di un livello di forza I, pochissime di livello II.

Invitiamo i ricercatori a unirsi a questo sforzo e i medici a sviluppare buone strategie di ricerca le quali ci consentano di raccogliere dati utili e nuove evidenze.

### ***Interessi concorrenti***

Tutti i membri della commissione sono medici, tecnici ortopedici e fisioterapisti che vivono del loro lavoro. I conflitti di interesse dichiarati dagli autori sono:

Stefano Negrini detiene una quota di ISICO (Istituto Scientifico Italiano Colonna vertebrale), Italia

Dimitris Papadopoulos è socio di maggioranza di Spondylos Laser Spine Lab, Grecia.

Manuel Rigo è consulente presso Ortholutions, Germania.

Charles H. Rivard è consulente presso Spinecorporation Ltd, Regno Unito.

Michele Romano detiene una quota di ISICO (Istituto Scientifico Italiano Colonna vertebrale), Italia

Hans-Rudolf Weiss è consulente presso Koob-Scolitech, Abtweiler, Germania.

James H. Wynne è dipendente di Boston Brace Corp., Stati Uniti d'America.

Nessun altro conflitto di interesse è stato dichiarato.

### ***Contributi degli autori***

SN ha preparato tutte le versioni del documento unendo tutti i suggerimenti, ha proposto e ha steso la versione finale della metodologia, ha preparato tutte le versioni dei diagrammi di flusso unendo tutti i suggerimenti. AGA ha revisionato e approvato la metodologia, ha revisionato il documento iniziale, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. LA ha revisionato e approvato la metodologia, ha revisionato il documento iniziale, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. ABC ha revisionato e approvato la metodologia, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. JCDM ha revisionato e approvato la metodologia, ha revisionato il documento iniziale, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. JD ha revisionato il documento iniziale, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. TBG ha revisionato il documento iniziale, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. PK ha approvato i diagrammi di flusso. TK ha revisionato e ha approvato la metodologia, ha revisionato il documento iniziale, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. TM ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. SM ha revisionato e approvato la metodologia, ha effettuato la revisione metodologica finale del manoscritto. JOB ha effettuato la revisione pratica finale del manoscritto. DP ha revisionato e approvato la metodologia, ha revisionato documento iniziale. MaRi ha revisionato e approvato la metodologia, ha revisionato il documento iniziale, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. CHR ha revisionato il documento iniziale, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. MiRo ha revisionato e approvato la metodologia, ha revisionato il documento iniziale. JHW ha revisionato e approvato la metodologia, ha revisionato il documento iniziale. MV ha revisionato e approvato la metodologia,

ha revisionato il documento iniziale. HRW ha approvato i diagrammi di flusso. FZ ha revisionato e approvato la metodologia, ha revisionato il documento iniziale, ha contribuito allo sviluppo dei diagrammi di flusso per la pratica clinica. Tutti gli autori hanno letto e approvato il manoscritto finale.

### ***Ringraziamenti***

Desideriamo ringraziare tutti i partecipanti che hanno contribuito a questo lavoro e che sono stati elencati (previa autorizzazione) nel file aggiuntivo 1: appendice.

Non vi è stato alcun finanziamento per questo progetto, il quale è stato sviluppato su base volontaria dei membri della commissione.



## Bibliografia

1. Weiss H-R, Negrini S, Rigo M, Kotwicki T, Hawes M, Grivas T, Maruyama T, Landauer F, committee Sg: **Indications for conservative management of scoliosis (guidelines)**. *Scoliosis* 2006, **1**(1):5.
2. Negrini S, Aulisa L, Ferraro C, Fraschini P, Masiero S, Simonazzi P, Tedeschi C, Venturin A: **Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescents with scoliosis or other spinal deformities**. *Eura Medicophys* 2005, **41**(2):183-201.
3. **Scoliose structurale évolutive (dont l'angle est égal ou supérieur à 25°) jusqu'à maturation rachidienne** [www.has-sante.fr]
4. Kotwicki T, Durmala J, Czaprowski D, Glowacki M, Kolban M, Snela S, Sliwinski Z, Kowalski IM: **Conservative management of idiopathic scoliosis--guidelines based on SOSORT 2006 Consensus**. *Ortop Traumatol Rehabil* 2009, **11**(5):379-395.
5. Vasiliadis ES, Grivas TB, Kaspiris A: **Historical overview of spinal deformities in ancient Greece**. *Scoliosis* 2009, **4**(1):6.
6. Grivas TB, Burwell GR, Vasiliadis ES, Webb JK: **A segmental radiological study of the spine and rib - cage in children with progressive Infantile Idiopathic Scoliosis**. *Scoliosis* 2006, **1**:17.
7. Grivas TB, Vasiliadis ES, Rodopoulos G, Bardakos N: **The role of the intervertebral disc in correction of scoliotic curves. A theoretical model of idiopathic scoliosis pathogenesis**. *Stud Health Technol Inform* 2008, **140**:33-36.
8. Grivas TB, Vasiliadis ES, Rodopoulos G: **Aetiology of Idiopathic Scoliosis. What have we learned from school screening?** *Stud Health Technol Inform* 2008, **140**:240-244.
9. Nachemson A, Sahlstrand T: **Etiologic factors in adolescent idiopathic scoliosis**. *Spine* 1977, **1**(2):176-184.
10. Burwell RG, Cole AA, Cook TA, Grivas TB, Kiel AW, Moulton A, Thirlwall AS, Upadhyay SS, Webb JK, Wemyss-Holden SA *et al*: **Pathogenesis of idiopathic scoliosis. The Nottingham concept**. *Acta Orthop Belg* 1992, **58 Suppl** 1:33-58.
11. Grivas TB, Burwell RG, Purdue M, Webb JK, Moulton A: **A segmental analysis of thoracic shape in chest radiographs of children. Changes related to spinal level, age, sex, side and significance for lung growth and scoliosis**. *J Anat* 1991, **178**:21-38.
12. Burwell RG, Aujla RK, Grevitt MP, Dangerfield PH, Moulton A, Randell TL, Anderson SI: **Pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis in girls - a double neuro-osseous theory involving disharmony between two nervous systems, somatic and autonomic expressed in the spine and trunk: possible dependency on sympathetic nervous system and hormones with implications for medical therapy**. *Scoliosis* 2009, **4**:24.
13. Grivas TB, Samelis P, Chadziargiropoulos T, Polyzois B: **Study of the rib cage deformity in children with 10 degrees-20 degrees of Cobb angle late onset idiopathic scoliosis, using rib-vertebra angles--aetiologic implications**. *Stud Health Technol Inform* 2002, **91**:20-24.
14. Weinstein SL: **Natural history**. *Spine* 1999, **24**(24):2592-2600.
15. Grivas TB, Dangas S, Polyzois BD, Samelis P: **The Double Rib Contour Sign (DRCS) in lateral spinal radiographs: aetiologic implications for scoliosis**. *Stud Health Technol Inform* 2002, **88**:38-43.
16. Stagnara P: **Les déformations du rachis**. Paris: Masson; 1985.
17. Perdriolle R: **La scoliose. Son étude tridimensionnelle**. Maloine Edieur, Paris 1979.
18. Dubousset J: **Importance of the three-dimensional concept in the treatment of scoliotic deformities**. In: *International Symposium on 3D Scoliotic deformities joined with the VIIth International Symposium on Spinal Deformity and Surface Topography*. Edited by Dansereau J. Germany: Gustav Fisher Verlag; 1992: 302-311.
19. Kotwicki T, Kinel E, Stryla W, Szulc A: **Discrepancy in clinical versus radiological parameters describing deformity due to brace treatment for moderate idiopathic scoliosis**. *Scoliosis* 2007, **2**:18.
20. Xiong B, Sevastik JA, Hedlund R, Sevastik B: **Radiographic changes at the coronal plane in early scoliosis**. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994, **19**(2):159-164.
21. Burwell RG, James NJ, Johnson F, Webb JK, Wilson YG: **Standardised trunk asymmetry scores. A study of back contour in healthy school children**. *J Bone Joint Surg Br* 1983, **65**(4):452-463.
22. Brooks H, Azen S, Gerberg E, Brooks R, Chan L: **Scoliosis: a prospective epidemiological study**. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1975, **57**:968 - 972.
23. Wong HK, Hui JH, Rajan U, Chia HP: **Idiopathic scoliosis in Singapore schoolchildren: a prevalence study 15 years into the screening program**. *Spine* 2005, **30**(10):1188-1196.
24. Grivas TB, Vasiliadis E, Mouzakis V, Mihos C, Koufopoulos G: **Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes**. *Scoliosis* 2006, **1**:9.
25. Dickson RA: **Scoliosis in the community**. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1983, **286**(6379):1745.
26. Soucacos PN, Soucacos PK, Zacharis KC, Beris AE, Xenakis TA: **School-screening for scoliosis. A prospective epidemiological study in northwestern and central Greece**. *J Bone Joint Surg Am* 1997, **79**(10):1498-1503.
27. Pin LH, Mo LY, Lin L, Hua LK, Hui HP, Hui DS, Chang BD, Chang YY, Yuan L: **Early diagnosis of scoliosis based on school-screening**. *J Bone Joint Surg Am* 1985, **67**(8):1202-1205.
28. Huang SC: **Cut-off point of the Scoliometer in school scoliosis screening**. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997, **22**(17):1985-1989.
29. Nissinen M, Heliövaara M, Ylikoski M, Poussa M: **Trunk asymmetry and screening for scoliosis: a longitudinal cohort study of pubertal schoolchildren**. *Acta Paediatr* 1993, **82**(1):77-82.
30. Willner S, Uden A: **A prospective prevalence study of scoliosis in Southern Sweden**. *Acta Orthop Scand* 1982, **53**(2):233-237.
31. Laulund T, Sojbjerg JO, Horlyck E: **Moire topography in school screening for structural scoliosis**. *Acta Orthop Scand* 1982, **53**(5):765-768.
32. Morais T, Bernier M, Turcotte F: **Age- and sex-specific prevalence of scoliosis and the value of school screening programs**. *Am J Public Health* 1985, **75**(12):1377-1380.
33. Yawn BP, Yawn RA, Hodge D, Kurland M, Shaughnessy WJ, Ilstrup D, Jacobsen SJ: **A population-based study of school scoliosis screening**. *Jama* 1999, **282**(15):1427-1432.
34. Gore DR, Passehl R, Sepic S, Dalton A: **Scoliosis screening: results of a community project**. *Pediatrics* 1981, **67**(2):196-200.
35. Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J: **Scoliosis: incidence and natural history. A prospective epidemiological study**. *J Bone Joint Surg Am* 1978, **60**(2):173-176.
36. Shands AR, Jr., Eisberg HB: **The incidence of scoliosis in the state of Delaware; a study of 50,000 minifilms of the chest made during a survey for tuberculosis**. *J Bone Joint Surg Am* 1955, **37**-A(6):1243-1249.

37. Koukourakis I, Giaourakis G, Kouvidis G, Kivernitakis E, Blazos J, Koukourakis M: **Screening school children for scoliosis on the island of Crete.** *J Spinal Disord* 1997, **10**(6):527-531.
38. Grivas TB, Wade MH, Negrini S, O'Brien JP, Maruyama T, Hawes MC, Rigo M, Weiss HR, Kotwicki T, Vasiliadis ES *et al*: **SOSORT consensus paper: school screening for scoliosis. Where are we today?** *Scoliosis* 2007, **2**:17.
39. Grivas TB, Vasiliadis E, Savvidou O, Mouzakis V, Koufopoulos G: **Geographic latitude and prevalence of adolescent idiopathic scoliosis.** *Stud Health Technol Inform* 2006, **123**:84-89.
40. Parent S, Newton PO, Wenger DR: **Adolescent idiopathic scoliosis: etiology, anatomy, natural history, and bracing.** *Instr Course Lect* 2005, **54**:529-536.
41. Lonstein JE: **Scoliosis: surgical versus nonsurgical treatment.** *Clin Orthop Relat Res* 2006, **443**:248-259.
42. Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Rigo M, Weiss HR: **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.
43. Kindsfater K, Lowe T, Lawellin D, Weinstein D, Akmakjian A: **Levels of platelet calmodulin for the prediction of progression and severity of AIS.** *Journal of Bone and Joint Surgery* 1994, **76-A**:1186 - 1192.
44. Aulisa L, Papaleo P, Pola E, Angelini F, Aulisa AG, Tamburrelli FC, Pola P, Logroscino CA: **Association between IL-6 and MMP-3 gene polymorphisms and adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2007, **32**(24):2700-2702.
45. Negrini A, Parzini S, Negrini MG, Romano M, Atanasio S, Zaina F, Negrini S: **Adult scoliosis can be reduced through specific SEAS exercises: a case report.** *Scoliosis* 2008, **3**:20.
46. Aebi M: **The adult scoliosis.** *Eur Spine J* 2005, **14**(10):925-948.
47. Bunnell WP: **The natural history of idiopathic scoliosis.** *Clin Orthop Relat Res* 1988(229):20-25.
48. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA: **Adolescent idiopathic scoliosis.** *Lancet* 2008, **371**(9623):1527-1537.
49. Hawes MC: **Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis.** *Jama* 2003, **289**(20):2644; author reply 2644-2645.
50. Zmurko MG, Mooney JF, 3rd, Podeszwa DA, Minster GJ, Mendelow MJ, Guirgues A: **Inter- and intraobserver variance of Cobb angle measurements with digital radiographs.** *J Surg Orthop Adv* 2003, **12**(4):208-213.
51. Pruijs JE, Hageman MA, Keessen W, van der Meer R, van Wieringen JC: **Variation in Cobb angle measurements in scoliosis.** *Skeletal Radiol* 1994, **23**(7):517-520.
52. Ylikoski M, Tallroth K: **Measurement variations in scoliotic angle, vertebral rotation, vertebral body height, and intervertebral disc space height.** *J Spinal Disord* 1990, **3**(4):387-391.
53. Carman DL, Browne RH, Birch JG: **Measurement of scoliosis and kyphosis radiographs. Intraobserver and interobserver variation.** *J Bone Joint Surg Am* 1990, **72**(3):328-333.
54. Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D, Cowie GH: **Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error.** *J Bone Joint Surg Am* 1990, **72**(3):320-327.
55. Goldberg MS, Poitras B, Mayo NE, Labelle H, Bourassa R, Cloutier R: **Observer variation in assessing spinal curvature and skeletal development in adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine* 1988, **13**(12):1371-1377.
56. Ponseti IV, Friedman B: **Prognosis in idiopathic scoliosis.** *J Bone Joint Surg Am* 1950, **32A**(2):381-395.
57. Schulthess W: **Die pathologie und Therapie der Ruckgratsverkrummungen.** In. Edited by Chirurgie HdO, vol. 1. Germany, Jena: Joachimsthal. G.: 1905-1907.
58. Winter R: **Classification and Terminology.** *Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities* 1995:39 - 43.
59. Lenke LG, Edwards CC, 2nd, Bridwell KH: **The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine.** *Spine* 2003, **28**(20):S199-207.
60. Lenke LG, Betz RR, Clements D, Merola A, Haheer T, Lowe T, Newton P, Bridwell KH, Blanke K: **Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: does classification correlate with treatment?** *Spine* 2002, **27**(6):604-611.
61. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K: **Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis.** *J Bone Joint Surg Am* 2001, **83-A**(8):1169-1181.
62. King H: **The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis.** *J Bone Joint Surg* 1983, **65-A**:1302-1313.
63. King HA: **Selection of fusion levels for posterior instrumentation and fusion in idiopathic scoliosis.** *Orthop Clin North Am* 1988, **19**(2):247-255.
64. Rigo M: **Intraobserver reliability of a new classification correlating with brace treatment.** *Pediatric Rehabilitation* 2004, **7**:63.
65. Rigo MD, Villagrasa M, Gallo D: **A specific scoliosis classification correlating with brace treatment: description and reliability.** *Scoliosis* 2009, **5**(1):1.
66. Lehnert-Schroth C: **Three-Dimensional Treatment for Scoliosis. The Schroth Orthopedic Breathing System. A Physiotherapeutic Method to Improve Deformities of the Spine.** Palo Alto (CA): The Martindale Press; 2007.
67. Weiss HR, Werkmann M: **"Brace Technology" Thematic Series - The ScoliOlogiC(R) Cheneau light brace in the treatment of scoliosis.** *Scoliosis* 2010, **5**:19.
68. Weiss HR: **"Brace technology" thematic series - the Gensingen brace in the treatment of scoliosis.** *Scoliosis* 2010, **5**:22.
69. Negrini A, Negrini S: **The three-dimensional easy morphological (3-DEMO) classification of scoliosis, part II: repeatability.** *Scoliosis* 2006, **1**:23.
70. Negrini S, Negrini A: **The three-dimensional easy morphological (3-DEMO) classification of scoliosis - Part III, correlation with clinical classification and parameters.** *Scoliosis* 2007, **2**:5.
71. Negrini S, Negrini A, Atanasio S, Santambrogio GC: **Three-dimensional easy morphological (3-DEMO) classification of scoliosis, part I.** *Scoliosis* 2006, **1**:20.
72. Duong L, Cheriet F, Labelle H: **Three-dimensional classification of spinal deformities using fuzzy clustering.** *Spine* 2006, **31**(8):923-930.
73. Poncet P, Dansereau J, Labelle H: **Geometric Torsion in Idiopathic Scoliosis : A Third 3D Analysis and a Proposal to a New Classification.** In: *Proceeding of the Second Biannual Meeting of the International Research Society of Spinal Deformities: 1998; Amsterdam:* IOS; 1998: 122-125.
74. Sangole AP, Aubin CE, Labelle H, Stokes IA, Lenke LG, Jackson R, Newton P: **Three-dimensional classification of thoracic scoliotic curves.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, **34**(1):91-99.
75. Stokes IA, Sangole AP, Aubin CE: **Classification of scoliosis deformity three-dimensional spinal shape by cluster analysis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, **34**(6):584-590.

76. Aulisa AG, Guzzanti V, Galli M, Perisano C, Falciglia F, Aulisa L: **Treatment of thoraco-lumbar curves in adolescent females affected by idiopathic scoliosis with a progressive action short brace (PASB): assessment of results according to the SRS committee on bracing and nonoperative management standardization criteria.** *Scoliosis* 2009, **4**:21.
77. Negrini S, Negrini F, Fusco C, Zaina F: **Idiopathic scoliosis patients with curves more than 45 Cobb degrees refusing surgery can be effectively treated through bracing with curve improvements.** *Spine J* 2011.
78. Negrini S, Atanasio S, Fusco C, Zaina F: **Effectiveness of complete conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis (bracing and exercises) based on SOSORT management criteria: results according to the SRS criteria for bracing studies - SOSORT Award 2009 Winner.** *Scoliosis* 2009, **4**:19.
79. Weiss HR, Weiss GM: **Brace treatment during pubertal growth spurt in girls with idiopathic scoliosis (IS): a prospective trial comparing two different concepts.** *Pediatr Rehabil* 2005, **8**(3):199-206.
80. 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**(5):559-567.
81. Mayo NE, Goldberg MS, Poitras B, Scott S, Hanley J: **The Ste-Justine Adolescent Idiopathic Scoliosis Cohort Study. Part III: Back pain.** *Spine* 1994, **19**(14):1573-1581.
82. Goldberg MS, Mayo NE, Poitras B, Scott S, Hanley J: **The Ste-Justine Adolescent Idiopathic Scoliosis Cohort Study. Part II: Perception of health, self and body image, and participation in physical activities.** *Spine* 1994, **19**(14):1562-1572.
83. Danielsson AJ, Nachemson AL: **Back pain and function 23 years after fusion for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study-part II.** *Spine* 2003, **28**(18):E373-383.
84. Danielsson AJ, Nachemson AL: **Back pain and function 22 years after brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study-part I.** *Spine* 2003, **28**(18):2078-2085; discussion 2086.
85. Danielsson AJ, Wiklund I, Pehrsson K, Nachemson AL: **Health-related quality of life in patients with adolescent idiopathic scoliosis: a matched follow-up at least 20 years after treatment with brace or surgery.** *Eur Spine J* 2001, **10**(4):278-288.
86. Weiss H: **Scoliosis related pain in adults - treatment influences.** *Eur J Phys Med Rehab* 1993, **3**:91-94.
87. Weiss H, Verres C, Lohschmidt K, El Obeidi N: **Pain and scoliosis - is there any relationship?** *Orthop Prax* 1998, **34**:602-606.
88. 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**(1):3.
89. Aulisa AG, Guzzanti V, Perisano C, Marzetti E, Menghi A, Giordano M, Aulisa L: **Correlation between Hump Dimensions and Curve Severity in Idiopathic Scoliosis before and after Conservative Treatment.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2011.
90. Negrini S, Romano M, Negrini A, Parzini S: **End-growth final results of an effective conservative treatment: a retrospective case series.** In: *4th International Conference on Conservative Management of Spinal Deformities: 13-16 May 2007 2007; Boston: SOSORT (Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment); 2007.*
91. Negrini S, Atanasio S, Zaina F, Romano M, Parzini S, Negrini A: **End-growth results of bracing and exercises for adolescent idiopathic scoliosis. Prospective worst-case analysis.** *Stud Health Technol Inform* 2008, **135**:395-408.
92. Sibilla P: **Trent'anni di scoliosi. Lezione "non" magistrale.** In: *Rachide & Riabilitazione 2002.* Edited by Negrini S, Rainero G, vol. 1. Vigevano: Gruppo di Studio Scoliosi e patologie vertebrali; 2002: 73-92.
93. Sibilla P: **Il trattamento conservativo attivo della scoliosi idiopatica in Italia.** In: *Le deformità vertebrali: stato dell'arte.* Edited by Negrini S, Sibilla P, vol. 2. Vigevano: Gruppo di Studio Scoliosi e patologie vertebrali; 2001: 20-41.
94. Negrini S: **The Evidence-Based ISICO Approach to Spinal Deformities,** 1st edition edn. Milan, Boston: ISICO; 2007.
95. Fowler PB: **Evidence-based medicine.** *Lancet* 1995, **346**(8978):838.
96. White KL: **Evidence-based medicine.** *Lancet* 1995, **346**(8978):837-838; author reply 840.
97. Naylor CD: **Grey zones of clinical practice: some limits to evidence-based medicine.** *Lancet* 1995, **345**(8953):840-842.
98. Sackett DL, Rosenberg WM: **The need for evidence-based medicine.** *J R Soc Med* 1995, **88**(11):620-624.
99. Negrini S, Grivas TB: **Introduction to the "Scoliosis" Journal Brace Technology Thematic Series: increasing existing knowledge and promoting future developments.** *Scoliosis* 2010, **5**(1):2.
100. Rigo MD, Grivas TB: **"Rehabilitation schools for scoliosis" thematic series: describing the methods and results.** *Scoliosis* 2010, **5**:27.
101. Grivas TB, de Mauroy JC, Negrini S, Kotwicki T, Zaina F, Wynne JH, Stokes IA, Knott P, Pizzetti P, Rigo M *et al*: **Terminology - glossary including acronyms and quotations in use for the conservative spinal deformities treatment: 8th SOSORT consensus paper.** *Scoliosis* 2010, **5**:23.
102. Coillard C, Circo AB, Rivard CH: **SpineCor treatment for Juvenile Idiopathic Scoliosis: SOSORT award 2010 winner.** *Scoliosis* 2010, **5**:25.
103. Coillard C, Vachon V, Circo AB, Beausejour M, Rivard CH: **Effectiveness of the SpineCor brace based on the new standardized criteria proposed by the scoliosis research society for adolescent idiopathic scoliosis.** *J Pediatr Orthop* 2007, **27**(4):375-379.
104. Wynne JH: **The Boston Brace and TriaC systems.** *Disabil Rehabil Assist Technol* 2008, **3**(3):130-135.
105. Veldhuizen AG, Cheung J, Bulthuis GJ, Nijebanning G: **A new orthotic device in the non-operative treatment of idiopathic scoliosis.** *Med Eng Phys* 2002, **24**(3):209-218.
106. de Mauroy JC, Fender P, Tato B, Lusenti P, Ferracane G: **Lyon brace.** *Stud Health Technol Inform* 2008, **135**:327-340.
107. de Mauroy JC, Lecante C, Barral F, Daureu D, Gualerzi S, Gagliano R: **The Lyon brace.** *Disabil Rehabil Assist Technol* 2008, **3**(3):139-145.
108. de Mauroy JC, Lecante C, Barral F: **"Brace Technology" Thematic Series - The Lyon approach to the conservative treatment of scoliosis.** *Scoliosis* 2011, **6**(1):4.
109. Mammano S, Scapinelli R: **Plaster casts for the correction of idiopathic scoliosis.** *Acta Orthop Belg* 1992, **58** Suppl 1:81-84.
110. Risser JC: **Scoliosis treated by cast correction and spine fusion.** *Clin Orthop Relat Res* 1976(116):86-94.
111. Mehta MH: **Growth as a corrective force in the early treatment of progressive infantile scoliosis.** *J Bone Joint Surg Br* 2005, **87**(9):1237-1247.
112. Negrini S, Atanasio S, Negrini F, Zaina F, Marchini G: **The Sforzesco brace can replace cast in the correction of adolescent idiopathic scoliosis: A controlled prospective cohort study.** *Scoliosis* 2008, **3**(1):15.
113. Negrini S, Marchini G: **Efficacy of the Symmetric, Patient-oriented, Rigid, Three-dimensional, active (SPoRT) concept of bracing for scoliosis: a prospective study of the Sforzesco versus Lyon brace.** *Eura Medicophys* 2006.
114. Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Rigo M, Zaina F: **Guidelines on "Standards of management of idiopathic scoliosis with corrective braces in everyday clinics and in clinical research": SOSORT Consensus 2008.** *Scoliosis* 2009, **4**(1):2.

115. Bunnell WP: **Selective screening for scoliosis**. *Clin Orthop Relat Res* 2005(434):40-45.
116. Asher MA, Burton DC: **Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects**. *Scoliosis* 2006, 1(1):2.
117. Grivas TB, Dangas S, Samelis P, Maziotou C, Kandris K: **Lateral spinal profile in school-screening referrals with and without late onset idiopathic scoliosis 10 degrees-20 degrees**. *Stud Health Technol Inform* 2002, 91:25-31.
118. Rigo M, Quera-Salva G, Villagrasa M: **Sagittal configuration of the spine in girls with idiopathic scoliosis: progressing rather than initiating factor**. *Stud Health Technol Inform* 2006, 123:90-94.
119. Bagnall K: **How can we achieve success in understanding the aetiology of AIS?** *Stud Health Technol Inform* 2008, 135:61-74.
120. Bagnall KM: **Using a synthesis of the research literature related to the aetiology of adolescent idiopathic scoliosis to provide ideas on future directions for success**. *Scoliosis* 2008, 3:5.
121. Bagnall KM, Grivas TB, Alos N, Asher M, Aubin CE, Burwell RG, Dangerfield PH, Edouard T, Hill D, Lou E *et al*: **The International Research Society of Spinal Deformities (IRSSD) and its contribution to science**. *Scoliosis* 2009, 4(1):28.
122. Grivas TB, Vasiliadis E, Malakasis M, Mouzakis V, Segos D: **Intervertebral disc biomechanics in the pathogenesis of idiopathic scoliosis**. *Stud Health Technol Inform* 2006, 123:80-83.
123. Ogilvie JW, Braun J, Argyle V, Nelson L, Meade M, Ward K: **The search for idiopathic scoliosis genes**. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006, 31(6):679-681.
124. Miller NH: **Idiopathic scoliosis: cracking the genetic code and what does it mean?** *J Pediatr Orthop* 2011, 31(1 Suppl):S49-52.
125. Ogilvie JW: **Update on prognostic genetic testing in adolescent idiopathic scoliosis (AIS)**. *J Pediatr Orthop* 2011, 31(1 Suppl):S46-48.
126. Ward K, Ogilvie JW, Singleton MV, Chettier R, Engler G, Nelson LM: **Validation of DNA-based prognostic testing to predict spinal curve progression in adolescent idiopathic scoliosis**. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011, 35(25):E1455-1464.
127. Peterson LE, Nachemson AL: **Prediction of progression of the curve in girls who have adolescent idiopathic scoliosis of moderate severity. Logistic regression analysis based on data from The Brace Study of the Scoliosis Research Society**. *J Bone Joint Surg Am* 1995, 77(6):823-827.
128. Little DG, Song KM, Katz D, Herring JA: **Relationship of peak height velocity to other maturity indicators in idiopathic scoliosis in girls**. *J Bone Joint Surg Am* 2000, 82(5):685-693.
129. Lonstein JE, Carlson JM: **The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth**. *J Bone Joint Surg Am* 1984, 66(7):1061-1071.
130. Rigo M, Negrini S, Weiss H, Grivas T, Maruyama T, Kotwicki T: **'SOSORT consensus paper on brace action: TLSO biomechanics of correction (investigating the rationale for force vector selection)'**. *Scoliosis* 2006, 1:11.
131. Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Zaina F, Chockalingam N, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Romano M, Vasiliadis ES: **Braces for idiopathic scoliosis in adolescents**. *Spine (Phila Pa 1976)*, 35(13):1285-1293.
132. Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Zaina F, Chockalingam N, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Romano M, Vasiliadis ES: **Braces for idiopathic scoliosis in adolescents**. *Cochrane Database Syst Rev* 2010(1):CD006850.
133. Nachemson AL, Peterson LE: **Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. A prospective, controlled study based on data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society**. *J Bone Joint Surg Am* 1995, 77(6):815-822.
134. Wong MS, Cheng JC, Lam TP, Ng BK, Sin SW, Lee-Shum SL, Chow DH, Tam SY: **The effect of rigid versus flexible spinal orthosis on the clinical efficacy and acceptance of the patients with adolescent idiopathic scoliosis**. *Spine* 2008, 33(12):1360-1365.
135. Rivard CH: **Re: Wong MS, Cheng JC, Lam TP, et al. The effect of rigid versus flexible spinal orthosis on the clinical efficacy and acceptance of the patients with adolescent idiopathic scoliosis**. *Spine* 2008;33:1360-5. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008, 33(25):2837; author reply 2837-2838.
136. Richards BS, Bernstein RM, D'Amato CR, Thompson GH: **Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management**. *Spine* 2005, 30(18):2068-2075; discussion 2076-2067.
137. Coillard C, Circo AB, Rivard CH: **Effectiveness of the SpineCor brace based on the standardized criteria proposed by the S.R.S. for adolescent idiopathic scoliosis – up to date results**. In: *6th International Conference on Conservative Management of Spinal Deformities: 2009; Lyon*; 2009: saa15.
138. Janicki JA, Poe-Kochert C, Armstrong DG, Thompson GH: **A comparison of the thoracolumbosacral orthoses and providence orthosis in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: results using the new SRS inclusion and assessment criteria for bracing studies**. *J Pediatr Orthop* 2007, 27(4):369-374.
139. Gammon SR, Mehlman CT, Chan W, Heifetz J, Durrett G, Wall EJ: **A comparison of thoracolumbosacral orthoses and SpineCor treatment of adolescent idiopathic scoliosis patients using the Scoliosis Research Society standardized criteria**. *J Pediatr Orthop* 2010, 30(6):531-538.
140. Zaborowska-Sapeta K, Kowalski IM, Kotwicki T, Protasiewicz-Faldowska H, Kiebzak W: **Effectiveness of Cheneau brace treatment for idiopathic scoliosis: prospective study in 79 patients followed to skeletal maturity**. *Scoliosis* 2011, 6(1):2.
141. Dolan LA, Weinstein SL: **Surgical rates after observation and bracing for adolescent idiopathic scoliosis: an evidence-based review**. *Spine* 2007, 32(19 Suppl):S91-S100.
142. Rigo M, Reiter C, Weiss HR: **Effect of conservative management on the prevalence of surgery in patients with adolescent idiopathic scoliosis**. *Pediatr Rehabil* 2003, 6(3-4):209-214.
143. Maruyama T, Kitagawa T, Takeshita K, Mochizuki K, Nakamura K: **Conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis: can it reduce the incidence of surgical treatment?** *Pediatr Rehabil* 2003, 6(3-4):215-219.
144. Weiss HR, Weiss G, Schaar HJ: **Incidence of surgery in conservatively treated patients with scoliosis**. *Pediatr Rehabil* 2003, 6(2):111-118.
145. Rowe DE, Bernstein SM, Riddick MF, Adler F, Emans JB, Gardner-Bonneau D: **A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis**. *J Bone Joint Surg Am* 1997, 79(5):664-674.
146. Bunnell WP, MacEwen GD, Jayakumar S: **The use of plastic jackets in the non-operative treatment of idiopathic scoliosis. Preliminary report**. *J Bone Joint Surg Am* 1980, 62(1):31-38.
147. Montgomery F, Willner S: **Prognosis of brace-treated scoliosis. Comparison of the Boston and Milwaukee methods in 244 girls**. *Acta Orthop Scand* 1989, 60(4):383-385.
148. Katz DE, Richards BS, Browne RH, Herring JA: **A comparison between the Boston Brace and the Charleston bending brace in adolescent idiopathic scoliosis**. *Spine* 1997, 22(12):1302-1312.

149. Howard A, Wright JG, Hedden D: **A comparative study of TLSO, Charleston, and Milwaukee braces for idiopathic scoliosis.** *Spine* 1998, **23**(22):2404-2411.
150. Yrjonen T, Ylikoski M, Schlenzka D, Kinnunen R, Poussa M: **Effectiveness of the Providence nighttime bracing in adolescent idiopathic scoliosis: a comparative study of 36 female patients.** *Eur Spine J* 2006, **15**(7):1139-1143.
151. Negrini S, Marchini G: **Efficacy of the symmetric, patient-oriented, rigid, three-dimensional, active (SPoRT) concept of bracing for scoliosis: a prospective study of the Sforzesco versus Lyon brace.** *Eura Medicophys* 2007, **43**(2):171-181; discussion 183-174.
152. Negrini S, Grivas TB: **Introduction to the "Scoliosis" Journal Brace Technology Thematic Series: increasing existing knowledge and promoting future developments.** *Scoliosis*, **5**(1):2.
153. Grivas TB, Bountis A, Vrasami I, Bardakos NV: **Brace technology thematic series: the dynamic derotation brace.** *Scoliosis* 2010, **5**:20.
154. Weiss HR: **"Brace technology" thematic series - the Gensingen brace in the treatment of scoliosis.** *Scoliosis*, **5**:22.
155. Weiss HR, Werkmann M: **"Brace Technology" Thematic Series - The ScolIOlogiC(R) Cheneau light brace in the treatment of scoliosis.** *Scoliosis*, **5**:19.
156. Katz DE, Durrani AA: **Factors that influence outcome in bracing large curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine* 2001, **26**(21):2354-2361.
157. Landauer F, Wimmer C, Behensky H: **Estimating the final outcome of brace treatment for idiopathic thoracic scoliosis at 6-month follow-up.** *Pediatr Rehabil* 2003, **6**(3-4):201-207.
158. Upadhyay SS, Nelson IW, Ho EK, Hsu LC, Leong JC: **New prognostic factors to predict the final outcome of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine* 1995, **20**(5):537-545.
159. Allington NJ, Bowen JR: **Adolescent idiopathic scoliosis: treatment with the Wilmington brace. A comparison of full-time and part-time use.** *J Bone Joint Surg Am* 1996, **78**(7):1056-1062.
160. Katz DE, Herring JA, Browne RH, Kelly DM, Birch JG: **Brace wear control of curve progression in adolescent idiopathic scoliosis.** *J Bone Joint Surg Am* 2010, **92**(6):1343-1352.
161. Negrini S, Fusco C, Romano M, Zaina F, Atanasio S: **Clinical and postural behaviour of scoliosis during daily brace weaning hours.** *Stud Health Technol Inform* 2008, **140**:303-306.
162. Seifert J, Selle A, Flieger C, Gunther KP: **[Compliance as a prognostic factor in the treatment of idiopathic scoliosis].** *Orthopade* 2009, **38**(2):151-158.
163. Rivett L, Rothberg A, Stewart A, Berkowitz R: **The relationship between quality of life and compliance to a brace protocol in adolescents with idiopathic scoliosis: a comparative study.** *BMC Musculoskelet Disord* 2009, **10**:5.
164. Lindeman M, Behm K: **Cognitive strategies and self-esteem as predictors of brace-wear noncompliance in patients with idiopathic scoliosis and kyphosis.** *J Pediatr Orthop* 1999, **19**(4):493-499.
165. Birbaumer N, Flor H, Cevey B, Dworkin B, Miller NE: **Behavioral treatment of scoliosis and kyphosis.** *J Psychosom Res* 1994, **38**(6):623-628.
166. MacLean WE, Jr., Green NE, Pierre CB, Ray DC: **Stress and coping with scoliosis: psychological effects on adolescents and their families.** *J Pediatr Orthop* 1989, **9**(3):257-261.
167. Bunge EM, de Bekker-Grob EW, van Biezen FC, Essink-Bot ML, de Koning HJ: **Patients' preferences for scoliosis brace treatment: a discrete choice experiment.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, **35**(1):57-63.
168. DiRaimondo CV, Green NE: **Brace-wear compliance in patients with adolescent idiopathic scoliosis.** *J Pediatr Orthop* 1988, **8**(2):143-146.
169. Morton A, Riddle R, Buchanan R, Katz D, Birch J: **Accuracy in the prediction and estimation of adherence to bracewear before and during treatment of adolescent idiopathic scoliosis.** *J Pediatr Orthop* 2008, **28**(3):336-341.
170. Helfenstein A, Lankes M, Ohlert K, Varoga D, Hahne HJ, Ulrich HW, Hassenpflug J: **The objective determination of compliance in treatment of adolescent idiopathic scoliosis with spinal orthoses.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2006, **31**(3):339-344.
171. Havey R, Gavin T, Patwardhan A, Pawelczak S, Ibrahim K, Andersson GB, Lavender S: **A reliable and accurate method for measuring orthosis wearing time.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2002, **27**(2):211-214.
172. Lou E, Raso J, Hill D, Durdle N, Mahood J, Moreau M: **Brace monitoring system for the treatment of scoliosis.** *Stud Health Technol Inform* 2002, **88**:218-221.
173. Takemitsu M, Bowen JR, Rahman T, Glutting JJ, Scott CB: **Compliance monitoring of brace treatment for patients with idiopathic scoliosis.** *Spine* 2004, **29**(18):2070-2074; discussion 2074.
174. Vandal S, Rivard CH, Bradet R: **Measuring the compliance behavior of adolescents wearing orthopedic braces.** *Issues Compr Pediatr Nurs* 1999, **22**(2-3):59-73.
175. Nicholson GP, Ferguson-Pell MW, Smith K, Edgar M, Morley T: **The objective measurement of spinal orthosis use for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine* 2003, **28**(19):2243-2250; discussion 2250-2241.
176. Rahman T, Bowen JR, Takemitsu M, Scott C: **The association between brace compliance and outcome for patients with idiopathic scoliosis.** *J Pediatr Orthop* 2005, **25**(4):420-422.
177. Lou E, Hill D, Parent E, Raso J, Mahood J, Moreau M, Hedden D: **Preliminary validation of curve progression model for brace treatment.** *Stud Health Technol Inform* 2008, **140**:294-298.
178. Negrini S: **Bracing adolescent idiopathic scoliosis today.** *Disabil Rehabil Assist Technol* 2008, **3**(3):107-111.
179. Weiss HR, Rigo M: **The cheneau concept of bracing--actual standards.** *Stud Health Technol Inform* 2008, **135**:291-302.
180. Weiss HR, Rigo M: **Expert-driven Cheneau applications: Description and in-brace corrections.** *Physiother Theory Pract* 2011, **27**(1):61-67.
181. Noonan KJ, Weinstein SL, Jacobson WC, Dolan LA: **Use of the Milwaukee brace for progressive idiopathic scoliosis.** *J Bone Joint Surg Am* 1996, **78**(4):557-567.
182. Spoonamore MJ, Dolan LA, Weinstein SL: **Use of the Rosenberger brace in the treatment of progressive adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine* 2004, **29**(13):1458-1464.
183. Clin J, Aubin CE, Sangole A, Labelle H, Parent S: **Correlation between immediate in-brace correction and biomechanical effectiveness of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, **35**(18):1706-1713.
184. Lou E, Hill D, Raso J: **Brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis.** *Stud Health Technol Inform* 2008, **135**:265-273.
185. Emans JB, Kaelin A, Bancel P, Hall JE, Miller ME: **The Boston bracing system for idiopathic scoliosis. Follow-up results in 295 patients.** *Spine* 1986, **11**(8):792-801.

186. Kessler JI: **Efficacy of a new computer-aided design/computer-aided manufacture orthosis in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis.** *J Pediatr Orthop B* 2008, **17**(4):207-211.
187. Sankar WN, Albrektson J, Lerman L, Tolo VT, Skaggs DL: **Scoliosis in-brace curve correction and patient preference of CAD/CAM versus plaster molded TLSOs.** *J Child Orthop* 2007, **1**(6):345-349.
188. Weiss HR, Werkmann M, Stephan C: **The ScolioLogiC "Cheneau light" brace--does the reduction of material affect the desired correction?** *Stud Health Technol Inform* 2006, **123**:250-254.
189. Wong MS, Cheng JC, Lo KH: **A comparison of treatment effectiveness between the CAD/CAM method and the manual method for managing adolescent idiopathic scoliosis.** *Prosthet Orthot Int* 2005, **29**(1):105-111.
190. Castro FP, Jr.: **Adolescent idiopathic scoliosis, bracing, and the Hueter-Volkman principle.** *Spine J* 2003, **3**(3):180-185.
191. Beausejour M, Petit Y, Grimard G, Aubin CE, Dansereau J, Labelle H: **Relationships between strap tension, interface pressures and spine correction in brace treatment of scoliosis.** *Stud Health Technol Inform* 2002, **88**:207-211.
192. Perie D, Aubin CE, Lacroix M, Lafon Y, Labelle H: **Biomechanical modelling of orthotic treatment of the scoliotic spine including a detailed representation of the brace-torso interface.** *Med Biol Eng Comput* 2004, **42**(3):339-344.
193. Tolo VT, Gillespie R: **The characteristics of juvenile idiopathic scoliosis and results of its treatment.** *J Bone Joint Surg Br* 1978, **60-B**(2):181-188.
194. Figueiredo UM, James JI: **Juvenile idiopathic scoliosis.** *J Bone Joint Surg Br* 1981, **63-B**(1):61-66.
195. Mannherz RE, Betz RR, Clancy M, Steel HH: **Juvenile idiopathic scoliosis followed to skeletal maturity.** *Spine (Phila Pa 1976)* 1988, **13**(10):1087-1090.
196. McMaster MJ: **Infantile idiopathic scoliosis: can it be prevented?** *J Bone Joint Surg Br* 1983, **65**(5):612-617.
197. Kahanovitz N, Levine DB, Lardone J: **The part-time Milwaukee brace treatment of juvenile idiopathic scoliosis. Long-term follow-up.** *Clin Orthop Relat Res* 1982(167):145-151.
198. Fusco C, Zaina F, Negrini S: **End-growth results in juvenile idiopathic scoliosis treated with conservative approach.** *Scoliosis* 2010, **5**(Suppl 1):O71.
199. Smith JR, Samdani AF, Pahys J, Ranade A, Asghar J, Cahill P, Betz RR: **The role of bracing, casting, and vertical expandable prosthetic titanium rib for the treatment of infantile idiopathic scoliosis: a single-institution experience with 31 consecutive patients. Clinical article.** *J Neurosurg Spine* 2009, **11**(1):3-8.
200. Goldberg CJ, Gillic I, Connaughton O, Moore DP, Fogarty EE, Canny GJ, Dowling FE: **Respiratory function and cosmesis at maturity in infantile-onset scoliosis.** *Spine* 2003, **28**(20):2397-2406.
201. Mener G, Rigault P, Pouliquen JC, Tanguy D: **[Results of the orthopedic treatment of scoliosis in children under 7 years of age. Apropos of 75 cases].** *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1986, **72**(5):355-366.
202. Sanders JO, D'Astous J, Fitzgerald M, Khoury JG, Kishan S, Sturm PF: **Derotational casting for progressive infantile scoliosis.** *J Pediatr Orthop* 2009, **29**(6):581-587.
203. McMaster MJ, Macnicol MF: **The management of progressive infantile idiopathic scoliosis.** *J Bone Joint Surg Br* 1979, **61**(1):36-42.
204. James JI: **The management of infants with scoliosis.** *J Bone Joint Surg Br* 1975, **57**(4):422-429.
205. Bergoin M: **[Treatment of idiopathic scoliosis in children].** *Ann Pediatr (Paris)* 1993, **40**(4):259-269.
206. Negrini S, Atanasio S, Fusco C, Zaina F: **Efficacy of bracing immediately after the end of growth: final results of a retrospective case series.** *Scoliosis* 2009, **4**(Suppl 2):O49.
207. Wong MS, Cheng JC, Wong MW, So SF: **A work study of the CAD/CAM method and conventional manual method in the fabrication of spinal orthoses for patients with adolescent idiopathic scoliosis.** *Prosthet Orthot Int* 2005, **29**(1):93-104.
208. Perie D, Aubin CE, Petit Y, Labelle H, Dansereau J: **Personalized biomechanical simulations of orthotic treatment in idiopathic scoliosis.** *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2004, **19**(2):190-195.
209. Perie D, Aubin CE, Petit Y, Beausejour M, Dansereau J, Labelle H: **Boston Brace correction in idiopathic scoliosis: a biomechanical study.** *Spine* 2003, **28**(15):1672-1677.
210. Gignac D, Aubin CE, Dansereau J, Labelle H: **Optimization method for 3D bracing correction of scoliosis using a finite element model.** *Eur Spine J* 2000, **9**(3):185-190.
211. Poncet P, Dansereau J, Labelle H: **Geometric torsion in idiopathic scoliosis: three-dimensional analysis and proposal for a new classification.** *Spine* 2001, **26**(20):2235-2243.
212. Zaina F, Negrini S, Atanasio S, Fusco C, Romano M, Negrini A: **Specific exercises performed in the period of brace weaning can avoid loss of correction in Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) patients: Winner of SOSORT's 2008 Award for Best Clinical Paper.** *Scoliosis* 2009, **4**(1):8.
213. Weiss H, Negrini S, Hawes M, Rigo M, Kotwicki T, Grivas T, SOSORT Mamot: **Physical Exercises in the Treatment of Idiopathic Scoliosis at Risk of brace treatment - SOSORT Consensus paper 2005.** *Scoliosis* 2005.
214. Romano M, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Zaina F, Chockalingam N, Weiss H-R, Maier-Hennes A, Negrini S: **Exercises for adolescent idiopathic scoliosis.** *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009(2):CD007837.
215. Wan L, Wang G-x, Bian R: **Exercise therapy in treatment of essential S-shaped scoliosis: evaluation of Cobb angle in breast and lumbar segment through a follow-up of half a year.** *Zhongguo Linchuang Kangfu (Chinese Journal of Clinical Rehabilitation)* 2005, **9**(34):82-84.
216. Negrini S, Zaina F, Romano M, Negrini A, Parzini S: **Specific exercises reduce brace prescription in adolescent idiopathic scoliosis: A prospective controlled cohort study with worst-case analysis.** *J Rehabil Med* 2008, **40**(6):451-455.
217. Hawes MC: **The use of exercises in the treatment of scoliosis: an evidence-based critical review of the literature.** *Pediatr Rehabil* 2003, **6**(3-4):171-182.
218. Hawes MC: **The use of exercises in the treatment of scoliosis. An evidence-based critical review of the literature.** In: *4th International Conference on Conservative Management of Spinal Deformities: 2007; Boston: SOSORT (Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment); 2007.*
219. Sponseller PD: **Bracing for adolescent idiopathic scoliosis in practice today.** *J Pediatr Orthop* 2011, **31**(1 Suppl):S53-60.
220. Schiller JR, Thakur NA, Ebersson CP: **Brace management in adolescent idiopathic scoliosis.** *Clin Orthop Relat Res* 2010, **468**(3):670-678.
221. Stone B, Beekman C, Hall V, Guess V, Brooks HL: **The effect of an exercise program on change in curve in adolescents with minimal idiopathic scoliosis. A preliminary study.** *Phys Ther* 1979, **59**(6):759-763.

222. Focarile FA, Bonaldi A, Giarolo MA, Ferrari U, Zilioli E, Ottaviani C: **Effectiveness of nonsurgical treatment for idiopathic scoliosis. Overview of available evidence.** *Spine* 1991, **16**(4):395-401.
223. Fusco C, Zaina F, Atanasio S, Romano M, Negrini A, Negrini S: **Physical exercises in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: an updated systematic review.** *Physiother Theory Pract* 2011, **27**(1):80-114.
224. Negrini S, Antonini G, Carabalona R, Minozzi S: **Physical exercises as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review.** *Pediatr Rehabil* 2003, **6**(3-4):227-235.
225. Negrini S, Fusco C, Minozzi S, Atanasio S, Zaina F, Romano M: **Exercises reduce the progression rate of adolescent idiopathic scoliosis: results of a comprehensive systematic review of the literature.** *Disabil Rehabil* 2008, **30**(10):772-785.
226. Lenssinck ML, Frijlink AC, Berger MY, Bierman-Zeinstra SM, Verkerk K, Verhagen AP: **Effect of bracing and other conservative interventions in the treatment of idiopathic scoliosis in adolescents: a systematic review of clinical trials.** *Phys Ther* 2005, **85**(12):1329-1339.
227. Negrini S, Romano M: **On "effect of bracing..."** Lenssinck et al *Phys Ther* 2005;**85**:1329-1339. *Phys Ther* 2007, **87**(1):112; author reply 112-113.
228. Weiss HR, Weiss G, Petermann F: **Incidence of curvature progression in idiopathic scoliosis patients treated with scoliosis in-patient rehabilitation (SIR): an age- and sex-matched controlled study.** *Pediatr Rehabil* 2003, **6**(1):23-30.
229. Mollon G, Rodot J: **Scolioses structurales mineures et kinésithérapie. Etude statistique comparative des résultats.** *Kinesithérapie scientifique* 1986(244):47-56.
230. Duong P: **La rééducation de la scoliose. Mythe ou réalité?** *Résonance Europeennes Du Rachis* 2002(10):1229-1236.
231. Klisic P, Nikolic Z: **Scoliotic attitudes and idiopathic scoliosis.** In: *Proceedings of the International Congress on Prevention of Scoliosis in Schoolchildren.* vol. 1. Milan: Edizioni Pro-Juventute; 1985: 91-92.
232. Negrini S, Negrini A, Romano M, Verzini N, Parzini S: **A controlled prospective study on the efficacy of SEAS.02 exercises in preventing progression and bracing in mild idiopathic scoliosis.** *Stud Health Technol Inform* 2006, **123**:523-526.
233. Negrini S, Negrini A, Romano M, Verzini N, Parzini S: **A controlled prospective study on the efficacy of SEAS.02 exercises in preparation to bracing for idiopathic scoliosis.** *Stud Health Technol Inform* 2006, **123**:519-522.
234. Ferraro C, Masiero S, Venturin A: **Effect of exercise therapy on mild idiopathic scoliosis.** *Europa Medicophysica* 1998(34):25-31.
235. Durmala J, Dobosiewicz K, Kotwicki T, Jendrzejek H: **Influence of asymmetric mobilisation of the trunk on the Cobb angle and rotation in idiopathic scoliosis in children and adolescents.** *Ortop Traumatol Rehab* 2003, **5**(1):80-85.
236. den Boer WA, Anderson PG, v Limbeek J, Kooijman MA: **Treatment of idiopathic scoliosis with side-shift therapy: an initial comparison with a brace treatment historical cohort.** *Eur Spine J* 1999, **8**(5):406-410.
237. Weiss HR, Lohschmidt K, el-Obeidi N, Verres C: **Preliminary results and worst-case analysis of in patient scoliosis rehabilitation.** *Pediatr Rehabil* 1997, **1**(1):35-40.
238. Otman S, Kose N, Yakut Y: **The efficacy of Schroth s 3-dimensional exercise therapy in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey.** *Saudi Med J* 2005, **26**(9):1429-1435.
239. Mamyama T, Kitagawa T, Takeshita K, Nakainura K: **Side shift exercise for idiopathic scoliosis after skeletal maturity.** *Stud Health Technol Inform* 2002, **91**:361-364.
240. Mooney V, Gulick J, Pozos R: **A preliminary report on the effect of measured strength training in adolescent idiopathic scoliosis.** *J Spinal Disord* 2000, **13**(2):102-107.
241. McIntire K, Asher M, Burton D, Liu W: **Trunk rotational strength training for the management of adolescent idiopathic scoliosis (AIS).** *Stud Health Technol Inform* 2006, **123**:273-280.
242. Weiss HR: **Influence of an in-patient exercise program on scoliotic curve.** *Ital J Orthop Traumatol* 1992, **18**(3):395-406.
243. Maruyama T, Matsushita T, Takeshita K, Kitagawa K, Nakamura K, Kurokawa T: **Side shift exercises for idiopathic scoliosis after skeletal maturity.** *J Bone and Joint Surgery (Br)* 2003, **85 B**(Suppl. 1).
244. Rigo M, Quera-Salva G, Puigdevall N: **Effect of the exclusive employment of physiotherapy in patients with idiopathic scoliosis.** In: *Proceedings Book of the 11th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy.* vol. 3. London; 1991: 1319-1321.
245. Weiss H, Weiss G, Petermann F: **Incidence of curvature progression in idiopathic scoliosis patients treated with scoliosis in-patient rehabilitation (SIR): an age- and sex-matched controlled study.** *Pediatric Rehabilitation* 2003, **6**:23 - 30.
246. Soucacos P, Zacharis K, Soultanis K, Gelalis J, Kalos N, Beris A, Xenakis T, Johnson E: **Assessment of curve progression in Idiopathic Scoliosis.** *European Spine Journal* 1998, **7**:270 - 277.
247. Bunnell WP: **The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity.** *Spine* 1986, **11**(8):773-776.
248. Lonstein JE: **Natural history and school screening for scoliosis.** *Orthop Clin North Am* 1988, **19**(2):227-237.
249. Weinstein S: **Natural history.** *Spine* 1999, **24**:2592 - 2600.
250. Negrini S, Carabalona R: **Social acceptability of treatments for adolescent idiopathic scoliosis: a cross-sectional study.** *Scoliosis* 2006, **1**:14.
251. Neugebauer H: **[Active scoliosis in a modified Milwaukee brace (author's transl)].** *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1977, **115**(3):391-396.
252. Blount WP, Schmidt A: **The Milwaukee brace in the treatment of scoliosis.** *J Bone Joint Surg* 1957, **37**:693.
253. Blount W, Moe J: **The Milwaukee Brace.** Baltimore: The William and Wilkins Company; 1973.
254. Watts HG, Hall JE, Stanish W: **The Boston Brace system for the treatment of low thoracic and lumbar scoliosis by the use of a girdle without superstructure.** *Clin Orthop Relat Res* 1977(126):87-92.
255. Stagnara P: **Les déformations du rachis.** Paris: Expansion Scientifique Française; 1976.
256. Stagnara P, Mollon G, De Mauroy J: **Reéducation des scoliose.** Paris: Expansion Scientifique Française; 1990.
257. Biel T, Bach-Otho I, Kovermann S: **[Functional treatment of idiopathic scoliosis in the Cheneau corset. Exercise therapy guidelines for patients].** *Fortschr Med* 1983, **101**(29):1335-1339.
258. Cheneau J: **Das Cheneau-Korsett. Ein Handbuch,** vol. 1. Dortmund: Orthopädie Technik; 1993.
259. Cheneau J: **Corset-Cheneau. Manuel d'Orthopédie des scoliose suivant la technique originale,** vol. 1. Paris: Frison Roche; 1994.
260. Negrini S: **Approach to scoliosis changed due to causes other than evidence: patients call for conservative (rehabilitation) experts to join in team orthopedic surgeons.** *Disabil Rehabil* 2008, **30**(10):731-741.
261. Maruyama T, Takeshita K, Kitagawa T: **Side-shift exercise and hitch exercise.** *Stud Health Technol Inform* 2008, **135**:246-249.
262. Wong MS, Evans JH: **Biomechanical evaluation of the Milwaukee brace.** *Prosthet Orthot Int* 1998, **22**(1):54-67.

263. Rigo M, Quera-Salva G, Puigdevall N, Martinez M: **Retrospective results in immature idiopathic scoliotic patients treated with a Cheneau brace.** *Stud Health Technol Inform* 2002, **88**:241-245.
264. Rigo M, Reiter C, Weiss H: **Effect of conservative management on the prevalence of surgery in patients with adolescent idiopathic scoliosis.** *Pediatric Rehabilitation* 2003, **6**:209 - 214.
265. Weiss HR, Maier-Hennes A: **Specific exercises in the treatment of scoliosis--differential indication.** *Stud Health Technol Inform* 2008, **135**:173-190.
266. Negrini S, Atanasio S, Fzaina F, Romano M: **Rehabilitation of adolescent idiopathic scoliosis: results of exercises and bracing from a series of clinical studies.** **Europa Medicophysica-SIMFER 2007 Award Winner.** *Eur J Phys Rehabil Med* 2008, **44**(2):169-176.
267. Weiss HR, Weiss G: **Meta Analysis of Prevalence of Surgery in Patients with Scoliosis Following Conservative Treatment.** In: *International Research Society on Spinal Deformities: 2004; Vancouver; 2004*: 416-419.
268. Weiss H, Weiss G: **Meta Analysis of Prevalence of Surgery in Patients with Scoliosis Following Conservative Treatment.** In: *International Research on Spinal Deformities.* Vancouver; 2004: 416-419.
269. Dickson RA, Leatherman KD: **Cotrel traction, exercises, casting in the treatment of idiopathic scoliosis. A pilot study and prospective randomized controlled clinical trial.** *Acta Orthop Scand* 1978, **49**(1):46-48.
270. Miyasaki RA: **Immediate influence of the thoracic flexion exercise on vertebral position in Milwaukee brace wearers.** *Phys Ther* 1980, **60**(8):1005-1009.
271. Carman D, Roach JW, Speck G, Wenger DR, Herring JA: **Role of exercises in the Milwaukee brace treatment of scoliosis.** *J Pediatr Orthop* 1985, **5**(1):65-68.
272. Smania N, Picelli A, Romano M, Negrini S: **Neurophysiological basis of rehabilitation of adolescent idiopathic scoliosis.** *Disabil Rehabil* 2008, **30**(10):763-771.
273. Mollon G: **Kinesit rapie des scolioses.** In: *Encycl Med Chir 26300A10 4607.* 1990.
274. Stoboy H, Speierer B: **[Pulmonary function tests and spirometric parameters during rehabilitation of patients with idiopathic scoliosis (fusion of the spine with Harrington rod and training) (author's transl)].** *Arch Orthop Unfallchir* 1975, **81**(3):247-254.
275. Rubery PT, Bradford DS: **Athletic activity after spine surgery in children and adolescents: results of a survey.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2002, **27**(4):423-427.
276. Weiss HR: **Rehabilitation of scoliosis patients with pain after surgery.** *Stud Health Technol Inform* 2002, **88**:250-253.
277. Lewis C, Erhard R, Drysdale G: **Kyphoscoliosis improvement while treating a patient for adhesive capsulitis using the active therapeutic movement version 2.** *J Manipulative Physiol Ther* 2008, **31**(9):715-722.
278. Chen KC, Chiu EH: **Adolescent idiopathic scoliosis treated by spinal manipulation: a case study.** *J Altern Complement Med* 2008, **14**(6):749-751.
279. Aspegren DD, Cox JM: **Correction of progressive idiopathic scoliosis utilizing neuromuscular stimulation and manipulation: a case report.** *J Manipulative Physiol Ther* 1987, **10**(4):147-156.
280. Hawes MC, Brooks WJ: **Reversal of the signs and symptoms of moderately severe idiopathic scoliosis in response to physical methods.** *Stud Health Technol Inform* 2002, **91**:365-368.
281. Hawes MC, Brooks WJ: **Improved chest expansion in idiopathic scoliosis after intensive, multiple-modality, nonsurgical treatment in an adult.** *Chest* 2001, **120**(2):672-674.
282. 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.
283. Romano M, Negrini S: **Manual therapy as a conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review.** *Scoliosis* 2008, **3**:2.
284. Martinez-Llorens J, Ramirez M, Colomina MJ, Bago J, Molina A, Caceres E, Gea J: **Muscle dysfunction and exercise limitation in adolescent idiopathic scoliosis.** *Eur Respir J* 2010, **36**(2):393-400.
285. Leong JC, Lu WW, Luk KD, Karlberg EM: **Kinematics of the chest cage and spine during breathing in healthy individuals and in patients with adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine* 1999, **24**(13):1310-1315.
286. Lisboa C, Moreno R, Fava M, Ferretti R, Cruz E: **Inspiratory muscle function in patients with severe kyphoscoliosis.** *Am Rev Respir Dis* 1985, **132**(1):48-52.
287. Kotani T, Minami S, Takahashi K, Isobe K, Nakata Y, Takaso M, Inoue M, Maruta T, Akazawa T, Ueda T *et al*: **An analysis of chest wall and diaphragm motions in patients with idiopathic scoliosis using dynamic breathing MRI.** *Spine* 2004, **29**(3):298-302.
288. Kotani T, Minami S, Takahashi K, Isobe K, Nakata Y, Takaso M, Inoue M, Nishikawa S, Maruta T, Tamaki T *et al*: **Three dimensional analysis of chest wall motion during breathing in healthy individuals and patients with scoliosis using an ultrasonography-based system.** *Stud Health Technol Inform* 2002, **91**:135-139.
289. Smyth RJ, Chapman KR, Wright TA, Crawford JS, Rebeck AS: **Ventilatory patterns during hypoxia, hypercapnia, and exercise in adolescents with mild scoliosis.** *Pediatrics* 1986, **77**(5):692-697.
290. Estenne M, Derom E, De Troyer A: **Neck and abdominal muscle activity in patients with severe thoracic scoliosis.** *Am J Respir Crit Care Med* 1998, **158**(2):452-457.
291. Kafer ER: **Idiopathic scoliosis. Mechanical properties of the respiratory system and the ventilatory response to carbon dioxide.** *J Clin Invest* 1975, **55**(6):1153-1163.
292. Takahashi S, Suzuki N, Asazuma T, Kono K, Ono T, Toyama Y: **Factors of thoracic cage deformity that affect pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2007, **32**(1):106-112.
293. Padua S, Aulisa L, Fieri C, Ciappi G, Di Marzo A: **Valutazione dei valori polmonari in scoliosi idiopatiche dorsali e rapporti con la rotazione vertebrale prima e dopo l'intervento di artrodesi.** *Progressi in Patologie Vertebrali* 1979, **11**:81-91.
294. Piazzini DB, Aulisa AG: **Alterazioni della meccanica respiratoria nella scoliosi idiopatica.** *Eura Medicophys* 2003, **39**:291-293.
295. Giordano A, Fuso L, Galli M, Calcagni ML, Aulisa L, Pagliari G, Pistelli R: **Evaluation of pulmonary ventilation and diaphragmatic movement in idiopathic scoliosis using radioaerosol ventilation scintigraphy.** *Nucl Med Commun* 1997, **18**(2):105-111.
296. Barrios C, Perez-Encinas C, Maruenda JJ, Laguia M: **Significant ventilatory functional restriction in adolescents with mild or moderate scoliosis during maximal exercise tolerance test.** *Spine* 2005, **30**(14):1610-1615.
297. Kesten S, Garfinkel SK, Wright T, Rebeck AS: **Impaired exercise capacity in adults with moderate scoliosis.** *Chest* 1991, **99**(3):663-666.
298. DiRocco PJ, Breed AL, Carlin JJ, Reddan WG: **Physical work capacity in adolescent patients with mild idiopathic scoliosis.** *Arch Phys Med Rehabil* 1983, **64**(10):476-478.



299. Hawes MC: **Scoliosis and the human spine**, Second Edition edn. Tucson, Arizona, USA: West Press; 2003.
300. Pehrsson K, Bake B, Larsson S, Nachemson A: **Lung function in adult idiopathic scoliosis: a 20 year follow up**. *Thorax* 1991, **46**(7):474-478.
301. Pehrsson K, Nachemson A, Olofson J, Strom K, Larsson S: **Respiratory failure in scoliosis and other thoracic deformities. A survey of patients with home oxygen or ventilator therapy in Sweden**. *Spine* 1992, **17**(6):714-718.
302. Vercauteren M, Van Beneden M, Verplaetse R, Croene P, Uyttendaele D, Verdonk R: **Trunk asymmetries in a Belgian school population**. *Spine (Phila Pa 1976)* 1982, **7**(6):555-562.
303. Shneerson JM, Madgwick R: **The effect of physical training on exercise ability in adolescent idiopathic scoliosis**. *Acta Orthop Scand* 1979, **50**(3):303-306.
304. Shneerson JM: **Cardiac and respiratory responses to exercise in adolescent idiopathic scoliosis**. *Thorax* 1980, **35**(5):347-350.
305. Weiss HR, Negrini S, Hawes MC, Rigo M, Kotwicki T, Grivas TB, Maruyama T: **Physical exercises in the treatment of idiopathic scoliosis at risk of brace treatment - SOSORT consensus paper 2005**. *Scoliosis* 2006, **1**:6.
306. Weiss HR: **The effect of an exercise program on vital capacity and rib mobility in patients with idiopathic scoliosis**. *Spine* 1991, **16**(1):88-93.
307. Weiss H, Bickert W: **Improvement of the parameters of right-heart stress evidenced by electrocardiographic examinations by the in-patient rehabilitation program according to Schroth in adult patients with scoliosis**. *Orthop Prax* 1996, **32**:450-453.
308. Fuschillo S, De Felice A, Gaudiosi C, Balzano G: **Nocturnal mechanical ventilation improves exercise capacity in kyphoscoliotic patients with respiratory impairment**. *Monaldi Arch Chest Dis* 2003, **59**(4):281-286.
309. Buyse B, Meersseman W, Demedts M: **Treatment of chronic respiratory failure in kyphoscoliosis: oxygen or ventilation?** *Eur Respir J* 2003, **22**(3):525-528.
310. Nauffal D, Domenech R, Martinez Garcia MA, Compte L, Macian V, Perpina M: **Noninvasive positive pressure home ventilation in restrictive disorders: outcome and impact on health-related quality of life**. *Respir Med* 2002, **96**(10):777-783.
311. Margonato V, Fronte F, Rainero G, Merati G, Veicsteinas A: **Effects of short term cast wearing on respiratory and cardiac responses to submaximal and maximal exercise in adolescents with idiopathic scoliosis**. *Eura Medicophys* 2005, **41**(2):135-140.
312. Korovessis P, Filos KS, Georgopoulos D: **Long-term alterations of respiratory function in adolescents wearing a brace for idiopathic scoliosis**. *Spine* 1996, **21**(17):1979-1984.
313. Refsum HE, Naess-Andresen CF, Lange JE: **Pulmonary function and gas exchange at rest and exercise in adolescent girls with mild idiopathic scoliosis during treatment with Boston thoracic brace**. *Spine* 1990, **15**(5):420-423.
314. Kennedy JD, Robertson CF, Hudson I, Phelan PD: **Effect of bracing on respiratory mechanics in mild idiopathic scoliosis**. *Thorax* 1989, **44**(7):548-553.
315. Sevastikoglou JA, Linderholm H, Lindgren U: **Effect of the Milwaukee brace on vital and ventilatory capacity of scoliotic patients**. *Acta Orthop Scand* 1976, **47**(5):540-545.
316. Athanasopoulos S, Paxinos T, Tsafantakis E, Zachariou K, Chatziconstantinou S: **The effect of aerobic training in girls with idiopathic scoliosis**. *Scand J Med Sci Sports* 1999, **9**(1):36-40.
317. Kenanidis E, Potoupnis ME, Papavasiliou KA, Sayegh FE, Kapetanos GA: **Adolescent idiopathic scoliosis and exercising: is there truly a liaison?** *Spine* 2008, **33**(20):2160-2165.
318. Negrini S, Kenanidis E, Potoupnis ME, Papavasiliou KA, et al: **Adolescent idiopathic scoliosis and exercising: is there truly a liaison?** *Spine* 2008;**33**:2160-5. *Spine* 2009, **34**(4):419; author reply 419-420.
319. Hawes MC, O'Brien J P: **The transformation of spinal curvature into spinal deformity: pathological processes and implications for treatment**. *Scoliosis* 2006, **1**(1):3.
320. Fallstrom K, Cochran T, Nachemson A: **Long-term effects on personality development in patients with adolescent idiopathic scoliosis. Influence of type of treatment**. *Spine* 1986, **11**(7):756-758.
321. Meyer C, Haumont T, Gauchard GC, Leheup B, Lascombes P, Perrin PP: **The practice of physical and sporting activity in teenagers with idiopathic scoliosis is related to the curve type**. *Scand J Med Sci Sports* 2008, **18**(6):751-755.
322. Meyer C, Cammarata E, Haumont T, Deviterne D, Gauchard GC, Leheup B, Lascombes P, Perrin PP: **Why do idiopathic scoliosis patients participate more in gymnastics?** *Scand J Med Sci Sports* 2006, **16**(4):231-236.
323. Tanchev PI, Dzherov AD, Parushev AD, Dikov DM, Todorov MB: **Scoliosis in rhythmic gymnasts**. *Spine* 2000, **25**(11):1367-1372.
324. Warren MP, Brooks-Gunn J, Hamilton LH, Warren LF, Hamilton WG: **Scoliosis and fractures in young ballet dancers. Relation to delayed menarche and secondary amenorrhea**. *N Engl J Med* 1986, **314**(21):1348-1353.
325. Burwell RG, Dangerfield PH: **The NOTOM hypothesis for idiopathic scoliosis: is it nullified by the delayed puberty of female rhythmic gymnasts and ballet dancers with scoliosis?** *Stud Health Technol Inform* 2002, **91**:12-14.
326. Potoupnis ME, Kenanidis E, Papavasiliou KA, Kapetanos GA: **The role of exercising in a pair of female monozygotic (high-class athletes) twins discordant for adolescent idiopathic scoliosis**. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008, **33**(17):E607-610.
327. Becker TJ: **Scoliosis in swimmers**. *Clin Sports Med* 1986, **5**(1):149-158.
328. Parsch D, Gartner V, Brocai DR, Carstens C, Schmitt H: **Sports activity of patients with idiopathic scoliosis at long-term follow-up**. *Clin J Sport Med* 2002, **12**(2):95-98.
329. Kotwicki T, Negrini S, Grivas TB, Rigo M, Maruyama T, Durmala J, Zaina F: **Methodology of evaluation of morphology of the spine and the trunk in idiopathic scoliosis and other spinal deformities - 6th SOSORT consensus paper**. *Scoliosis* 2009, **4**:26.
330. Cote P, Kreitz BG, Cassidy JD, Dzus AK, Martel J: **A study of the diagnostic accuracy and reliability of the Scoliometer and Adam's forward bend test**. *Spine (Phila Pa 1976)* 1998, **23**(7):796-802; discussion 803.
331. Berg AO: **Screening for adolescent idiopathic scoliosis: a report from the United States Preventive Services Task Force**. *J Am Board Fam Pract* 1993, **6**(5):497-501.
332. Bunnell WP: **Outcome of spinal screening**. *Spine* 1993, **18**(12):1572-1580.
333. Bunnell WP: **An objective criterion for scoliosis screening**. *J Bone Joint Surg Am* 1984, **66**(9):1381-1387.
334. Grosso C, Negrini S, Boniolo A, Negrini AA: **The validity of clinical examination in adolescent spinal deformities**. *Stud Health Technol Inform* 2002, **91**:123-125.
335. De Wilde L, Plasschaert F, Cattoir H, Uyttendaele D: **Examination of the back using the Bunnell scoliometer in a Belgian school population around puberty**. *Acta Orthop Belg* 1998, **64**(2):136-143.
336. Ferraro C, Gottardo A: **La misurazione del gibbo: studio critico mediante un dispositivo tascabile**. *Minerva Ortop Traumatol* 1993, **44**:637-643.

337. Agostini S, Tagliavoro G, Fabris D, Mammano S, Ferraro C: **Relationship between rib hump deformity and vertebral rotation in idiopathic scoliosis**. *Ital J Orthop Traumatol* 1983, **9**(3):387-395.
338. D'Osualdo F, Schierano S, Iannis M, Righini E: **The level protractor: a new simple instrument to measure Cobb angle and back hump. A validation study**. *Eura Medicophys* 2000, **36**:191-196.
339. Bago J, Sanchez-Raya J, Perez-Grueso FJ, Climent JM: **The Trunk Appearance Perception Scale (TAPS): a new tool to evaluate subjective impression of trunk deformity in patients with idiopathic scoliosis**. *Scoliosis* 2010, **5**:6.
340. Bago J, Climent JM, Pineda S, Gilperez C: **Further evaluation of the Walter Reed Visual Assessment Scale: correlation with curve pattern and radiological deformity**. *Scoliosis* 2007, **2**:12.
341. Pineda S, Bago J, Gilperez C, Climent JM: **Validity of the Walter Reed Visual Assessment Scale to measure subjective perception of spine deformity in patients with idiopathic scoliosis**. *Scoliosis* 2006, **1**:18.
342. Sanders JO, Polly DW, Jr., Cats-Baril W, Jones J, Lenke LG, O'Brien MF, Stephens Richards B, Sucato DJ: **Analysis of patient and parent assessment of deformity in idiopathic scoliosis using the walter reed visual assessment scale**. *Spine* 2003, **28**(18):2158-2163.
343. Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B: **Discrimination validity of the scoliosis research society-22 patient questionnaire: relationship to idiopathic scoliosis curve pattern and curve size**. *Spine* 2003, **28**(1):74-78.
344. Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B: **Scoliosis research society-22 patient questionnaire: responsiveness to change associated with surgical treatment**. *Spine* 2003, **28**(1):70-73.
345. Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B: **The reliability and concurrent validity of the scoliosis research society-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis**. *Spine* 2003, **28**(1):63-69.
346. Asher M, Lai SM, Burton D, Manna B: **Trunk deformity correction stability following posterior instrumentation and arthrodesis for idiopathic scoliosis**. *Stud Health Technol Inform* 2002, **91**:469-472.
347. Aulisa AG, Guzzanti V, Perisano C, Marzetti E, Specchia A, Galli M, Giordano M, Aulisa L: **Determination of quality of life in adolescents with idiopathic scoliosis subjected to conservative treatment**. *Scoliosis* 2011, **5**:21.
348. Vasiliadis E, Grivas TB: **Quality of life after conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis**. *Stud Health Technol Inform* 2008, **135**:409-413.
349. Vasiliadis E, Grivas TB, Savvidou O, Triantafyllopoulos G: **The influence of brace on quality of life of adolescents with idiopathic scoliosis**. *Stud Health Technol Inform* 2006, **123**:352-356.
350. Vasiliadis E, Grivas TB, Gkoltsiou K: **Development and preliminary validation of Brace Questionnaire (BrQ): a new instrument for measuring quality of life of brace treated scoliotics**. *Scoliosis* 2006, **1**:7.
351. Kotwicki T, Kinel E, Stryla W, Szulc A: **Estimation of the stress related to conservative scoliosis therapy: an analysis based on BSSQ questionnaires**. *Scoliosis* 2007, **2**:1.
352. Weiss HR, Werkmann M, Stephan C: **Brace related stress in scoliosis patients - Comparison of different concepts of bracing**. *Scoliosis* 2007, **2**:10.
353. Weiss HR, Reichel D, Schanz J, Zimmermann-Gudd S: **Deformity related stress in adolescents with AIS**. *Stud Health Technol Inform* 2006, **123**:347-351.
354. Botens-Helms C, Klein R, Stephan C: **The reliability of the Bad Sobernheim Stress Questionnaire (BSSQbrace) in adolescents with scoliosis during brace treatment**. *Scoliosis* 2006, **1**:22.
355. Zaina F, Atanasio S, Negrini S: **Clinical evaluation of scoliosis during growth: description and reliability**. *Stud Health Technol Inform* 2008, **135**:125-138.
356. D'Osualdo F, Schierano S, Iannis M: **Validation of clinical measurement of kyphosis with a simple instrument, the arcometer**. *Spine* 1997, **22**(4):408-413.
357. Zaina F, Atanasio S, Ferraro C, Fusco C, Negrini A, Romano M, Negrini S: **Review of rehabilitation and orthopedic conservative approach to sagittal plane diseases during growth: hyperkyphosis, junctional kyphosis, and Scheuermann disease**. *Eur J Phys Rehabil Med* 2009, **45**(4):595-603.
358. Negrini S, Negrini A, Santambrogio GC, Sibilla P: **Relation Between Static Angles of the Spine and a Dynamic Event Like Posture: Approach to the Problem**. In: *Three Dimensional Analysis of Spinal Deformities*. Edited by D'Amico M, Merolli A, Santambrogio GC, vol. 1. Amsterdam: IOS Press - Ohmsha; 1995: 209-214.
359. Beauchamp M, Labelle H, Grimard G, Stanciu C, Poitras B, Dansereau J: **Diurnal variation of Cobb angle measurement in adolescent idiopathic scoliosis**. *Spine* 1993, **18**(12):1581-1583.
360. Omeroglu H, Ozekin O, Bicimoglu A: **Measurement of vertebral rotation in idiopathic scoliosis using the Perdriolle torsionmeter: a clinical study on intraobserver and interobserver error**. *Eur Spine J* 1996, **5**(3):167-171.
361. Weiss HR: **Measurement of vertebral rotation: Perdriolle versus Raimondi**. *Eur Spine J* 1995, **4**(1):34-38.
362. Mehta MH: **The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis**. *J Bone Joint Surg Br* 1972, **54**(2):230-243.
363. McAlindon RJ, Kruse RW: **Measurement of rib vertebral angle difference. Intraobserver error and interobserver variation**. *Spine* 1997, **22**(2):198-199.
364. Horton WC, Brown CW, Bridwell KH, Glassman SD, Suk SI, Cha CW: **Is there an optimal patient stance for obtaining a lateral 36" radiograph? A critical comparison of three techniques**. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005, **30**(4):427-433.
365. Negrini S: **Focus on flexed posture and hyperkyphosis: prevention and rehabilitation to reduce disability and increase quality of life**. *Eur J Phys Rehabil Med* 2009, **45**(4):567-569.
366. Marks M, Stanford C, Newton P: **Which lateral radiographic positioning technique provides the most reliable and functional representation of a patient's sagittal balance?** *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, **34**(9):949-954.
367. Kotwicki T: **Evaluation of scoliosis today: Examination, X-rays and beyond**. *Disabil Rehabil* 2008, **30**(10):742-751.
368. Weiss HR, Elobeidi N: **Comparison of the kyphosis angle evaluated by video rasterstereography (VRS) with x-ray measurements**. *Stud Health Technol Inform* 2008, **140**:137-139.
369. Risser J: **The iliac apophysis. An invaluable sign in the management of scoliosis**. *Clin Orthop Relat Res* 1958, **11**:111-119.
370. Hoppenfeld S, Lonner B, Murthy V, Gu Y: **The rib epiphysis and other growth centers as indicators of the end of spinal growth**. *Spine* 2004, **29**(1):47-50.
371. Kotwicki T: **Improved accuracy in Risser sign grading with lateral spinal radiography**. *Eur Spine J* 2008, **17**(12):1676-1685.
372. Shuren N, Kasser JR, Emans JB, Rand F: **Reevaluation of the use of the Risser sign in idiopathic scoliosis**. *Spine (Phila Pa 1976)* 1992, **17**(3):359-361.

373. Malfair D, Flemming AK, Dvorak MF, Munk PL, Vertinsky AT, Heran MK, Graeb DA: **Radiographic evaluation of scoliosis: review.** *AJR Am J Roentgenol* 2010, **194**(3 Suppl):S8-22.
374. Sucato DJ: **Management of severe spinal deformity: scoliosis and kyphosis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, **35**(25):2186-2192.
375. Jones SJ: **What is the evidence justifying non-invasive SEP and MEP monitoring during spinal surgery?** *Suppl Clin Neurophysiol* 2006, **59**:305-310.
376. Fernandez AA, Guerrero AI, Martinez MI, Vazquez ME, Fernandez JB, Chesa i Octavio E, Labrado Jde L, Silva ME, de Araoz MF, Garcia-Ramos R *et al*: **Malformations of the craniocervical junction (Chiari type I and syringomyelia: classification, diagnosis and treatment).** *BMC Musculoskelet Disord* 2009, **10 Suppl 1**:S1.
377. Grivas TB, Wade MH, Negrini S, O'Brien JP, Maruyama T, Hawes MC, Rigo M, Weiss HR, Kotwicki T, Vasiliadis ES *et al*: **SOSORT consensus paper: school screening for scoliosis: Where are we today?** *Scoliosis* 2007, **2**(1):17.
378. **Appraisal of Guidelines for Research & Evaluation (AGREE) Instrument** [www.agreecollaboration.org]
379. de Mauroy J, Weiss H, Aulisa A, Aulisa L, Brox J, Durmala J, Fusco C, Grivas T, Hermus J, Kotwicki T *et al*: **7th SOSORT consensus paper: conservative treatment of idiopathic & Scheuermann's kyphosis.** *Scoliosis* 2010, **5**:9.
380. Weiss HR: **Scoliosis: a journal dedicated to multidisciplinary research on prevention, control, and treatment of scoliosis and other spinal deformities.** *Scoliosis* 2006, **1**(1):1.

## Figura

*Figura 1. Rappresentazione grafica della pratica clinica basata sull'evidenza come punto di intersezione fra evidenza (proveniente dalla medicina basata sull'evidenza), esperienza clinica del singolo medico e preferenze dei pazienti.*

## Tabelle

Tabella 1. Classificazione della forza dell'evidenza utilizzata in queste linee guida. Sono state prese in considerazione le domande sull'efficacia (risultati del trattamento) e sulla diagnosi (valutazione).

Forza dell'evidenza	Domanda	Significato
I	Efficacia	Svariati studi controllati randomizzati o revisioni sistematiche di tali studi
	Diagnosi	Svariati studi controllati randomizzati o studi trasversali con verifica mediante standard di riferimento (assoluti) o revisioni sistematiche di tali studi
II	Efficacia	Uno studio controllato randomizzato
	Diagnosi	Uno studio controllato randomizzato o uno studio trasversale con verifica mediante standard di riferimento (assoluti)
III	Efficacia	Svariati studi controllati non randomizzati o revisioni sistematiche di tali studi
	Diagnosi	Svariati studi trasversali con verifica incompleta e sbilanciata mediante standard di riferimento (assoluti)
IV	Efficacia Diagnosi	Altri studi
V	Efficacia Diagnosi	Consenso del SOSORT con più del 90% di accordo
VI	Efficacia Diagnosi	Consenso del SOSORT con il 70-89% di accordo

Tabella 2. Classificazione della forza delle raccomandazioni, utilizzata in queste linee guida.

Forza della raccomandazione	Significato
A	Va ampiamente applicata e a tutti i pazienti con questa esigenza specifica
B	È importante, ma non può essere applicata a tutti i pazienti con questa esigenza specifica
C	È meno importante e può essere applicata solo su base volontaria
D	Presenta un'importanza minima

Tabella 3. Classificazioni della scoliosi idiopatica.

Cronologica Età alla diagnosi (anni,mesi)		Angolare Gradi Cobb			Topografica		
					Apice		
					da	a	
Infantile	0-2,11	Bassa	Bassa	5-15	Cervicale	-	Disco C6-7
Giovanile	3-9,11	Da bassa a moderata	a moderata	16-24	Cervico-dorsale	C7	T1
Adolescenziiale	10-17,11	Moderata	Moderata	25-34	Dorsale	Disco T1-2	Disco T11-12
Dell'adulto	18-	Da moderata a grave	a grave	35-44	Dorso-lombare	T12	L1
		Grave		45-59	Lombare	Disco L1-2	-
		Molto grave		60 o più			

Tabella 4. Obiettivi del trattamento secondo l'articolo di consenso del SOSORT [42]. Solo gli obiettivi che hanno raggiunto l'80% di accordo sono elencati qui di seguito, iniziando dal più importante.

Aspetto estetico
Qualità di vita
Disabilità
Mal di schiena
Benessere psicologico
Progressione in età adulta
Funzione respiratoria
Gradi Cobb della scoliosi
Necessità di ulteriori trattamenti in età adulta

Tabella 5. Obiettivi specifici del trattamento conservativo durante la crescita (forza dell'evidenza VI, forza della raccomandazione C)

		Scoliosi idiopatica dell'adolescenza fino a 45°	Scoliosi idiopatica dell'adolescenza oltre i 45°	Scoliosi idiopatica infantile e giovanile
Obiettivi radiografici	Primari	Al di sotto dei 25°	Al di sotto dei 35°	Al di sotto dei 25°
	Secondari	Al di sotto dei 35°	Nessuna progressione	Al di sotto dei 50°
Obiettivi principali		Evitare l'intervento chirurgico Migliorare l'aspetto estetico e la qualità di vita Ridurre la disabilità e il dolore		

#### Note e definizioni

- I risultati finali dipendono dalle caratteristiche della malattia (potenziale di progressione) e non solo dalla qualità e dalla quantità del trattamento (che fanno affidamento sull'azione dell'intera équipe: medico, tecnico ortopedico, terapista, famiglia e paziente)
- **Obiettivi del trattamento:** ciò che l'équipe terapeutica vorrebbe ottenere a fronte di una situazione clinica specifica.
- **Obiettivi principali:** perseguiti in tutti i casi oltre i risultati a livello dei gradi Cobb
- **Obiettivi primari:** perseguiti all'inizio del trattamento, ma non possibili in tutti i casi
- **Obiettivi secondari:** da perseguire se gli obiettivi primari non sono raggiungibili; tuttavia, anche gli obiettivi secondari non sono sempre possibili

Tabella 6. Schema di approccio pratico (Practical Approach Scheme, PAS) per un approccio mediante la pratica clinica basata sull'evidenza alla scoliosi idiopatica (forza dell'evidenza VI, forza della raccomandazione B). Per ciascuna situazione clinica riportata in ogni singola cella, è elencata una forza del trattamento minima e massima. La classificazione della forza dei trattamenti è stata riferita nello schema della forza dei trattamenti descritto nella tabella 8. Di conseguenza tutti i trattamenti inclusi fra il minimo e il massimo possono essere presi in considerazione per quella specifica situazione clinica.

		Grad i Cobb	0-10 + gibbo	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	Più di 50	
Infantile	Min	Ob6	Ob6	Ob3	SSB	SSB	SSB	SSB	SSB	SSB	PTRB	FTRB	
	Max	Ob3	Ob3	PTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	Su	Su	
Giovanile	Min	Ob3	Ob3	Ob3	SSB	SSB	SSB	SSB	PTRB	PTRB	PTRB	FTRB	
	Max	PSE	PSE	PTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	Su	Su	
	Risser 0	Min	Ob6	Ob6	Ob3	PSE	PSE	SSB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	FTRB
		Max	Ob3	PSE	PTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	Su	Su
Risser 1	Min	Ob6	Ob6	Ob3	PSE	PSE	SSB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	FTRB	
	Max	Ob3	PSE	PTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	Su	Su	
Adolescenziiale	Risser 2	Min	Ob8	Ob6	Ob3	PSE	PSE	SSB	SSB	SSB	SSB	FTRB	
		Max	Ob6	PSE	PTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	Su	Su	
	Risser 3	Min	Ob12	Ob6	Ob6	Ob6	PSE	SSB	SSB	SSB	SSB	FTRB	
		Max	Ob6	PSE	PTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	Su	Su
Risser 4	Min	No	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	SSB	FTRB	
	Max	Ob12	PSE	PTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	Su	Su	
Risser 4-5	Min	No	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	Ob6	SSB	FTRB	
	Max	Ob12	PSE	PTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	FTRB	Su	Su	
Dell'adulto	Nessun dolore	Min	No	No	No	No	No	No	No	No	Ob12	Ob12	
		Max	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob6	Ob6
	Dolore cronico	Min	No	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE
		Max	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	Su	Su	Su	Su	Su	Su
Dell'anziano	Nessun dolore	Min	No	No	No	No	No	No	No	No	Ob12	Ob12	
		Max	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob12	Ob6	Ob6
	Dolore cronico	Min	No	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE
		Max	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	Su	Su
Scompenso	Min	No	No	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	PSE	
	Max	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	PTRB	Su	Su	

Obs 36 / 12 / 8 / 6 / 4: osservazione ogni 36, 12, 8, 6 o 4 mesi; PSE: esercizi fisioterapici specifici; NTRB: corsetto rigido notturno (8-12 ore); SIR: riabilitazione di pazienti ricoverati ; SB: corsetto morbido; PTRB: corsetto rigido indossato part-time (12-20 ore); FTRB: corsetto rigido indossato a tempo pieno (20-24 ore) o ingessatura; Su: intervento chirurgico.

Tabella 7. Schema della forza dei trattamenti (STS) (forza dell'evidenza V, forza della raccomandazione B): riferisce tutti i possibili trattamenti che possono essere proposti per la scoliosi idiopatica, classificati dal meno impegnativo al più impegnativo (in termini sia di carico per il paziente sia di possibile efficacia). Min: minimo; Max: massimo; Abb: abbreviazione.

Min	Trattamento	Abb	Note
0	Niente	No	
1	Osservazione ogni 36 mesi	Ob36	
2	Osservazione ogni 12 mesi	Ob12	- L'osservazione è la valutazione clinica e non la radiografia ogni volta
3	Osservazione ogni 8 mesi	Ob8	- Le radiografie sono solitamente eseguite una volta ogni due valutazioni cliniche, salvo diversa decisione da parte di un medico specializzato nel trattamento conservativo delle deformità vertebrali
4	Osservazione ogni 6 mesi	Ob6	
5	Osservazione ogni 3 mesi	Ob3	
6	Esercizi fisioterapici specifici (regime ambulatoriale)	PSE	- Il termine "fisioterapici" aggiunto a "esercizi fisioterapici specifici" non indica il fatto che un professionista specifico propone gli esercizi, ma indica l'approccio generale al paziente, che va oltre la semplice esecuzione degli esercizi
7	Corsetto rigido notturno (8-12 ore)	NTRB	- Secondo l'attuale evidenza, non è possibile stabilire quale trattamento è più efficace rispetto agli altri fra PSE (#6) e PTRB (#10); di conseguenza i numeri progressivi devono essere considerati solo come strumento da applicare alla tabella di approccio pratico e non come classificazione approvata dai membri del SOSORT
8	Riabilitazione di pazienti ricoverati	SIR	
9	Corsetto morbido specifico	SSB	
10	Corsetto rigido indossato part-time (12-20 ore)	PTRB	L'uso di un corsetto rigido implica sempre l'uso associato degli esercizi fisioterapici specifici
11	Corsetto rigido indossato a tempo pieno (20-24 ore) o ingessatura	FTRB	
12	Intervento chirurgico	Su	
Max			

Tabella 8. Forza dell'evidenza delle raccomandazioni approvate.

	I	I	II	IV	V	VI	Totale
	I	I					
Trattamento ortesico	0	0	2	7	8	3	20
Esercizi specifici per prevenire la progressione della scoliosi durante la crescita	0	1	2	0	1	4	8
Esercizi specifici durante il trattamento ortesico e la terapia chirurgica	0	1	1	2	1	0	5
Altri trattamenti conservativi	0	0	0	0	1	2	3
Funzione ed esercizi respiratori	0	0	0	2	1	0	3
Attività sportive	0	0	2	1	2	1	6
Valutazione	0	0	0	8	12	0	20
Totale	0	2	7	20	26	10	65



*Tabella 9. Forza delle raccomandazioni.*

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>Totale</i>
Trattamento ortesico	4	15	1	0	20
Esercizi specifici per prevenire la progressione della scoliosi durante la crescita	0	8	0	0	8
Esercizi specifici durante il trattamento ortesico e la terapia chirurgica	0	5	0	0	5
Altri trattamenti conservativi	0	3	0	0	3
Funzione ed esercizi respiratori	0	3	0	0	3
Attività sportive	0	4	2	0	6
Valutazione	9	11	0	0	20
Totale	13	49	3	0	65