

# Die konservative Behandlung der idiopathischen Adoleszentskoliose

Hasler C<sup>1</sup>, Bosshard Adrian<sup>2</sup>, Luchsinger-Lang C<sup>3</sup>, Rotach B<sup>4</sup>, Böni T<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Orthopädie, Universitätskinderspital beider Basel

<sup>2</sup> Ortho-Team AG, Orthopädietechnik, Bern

<sup>3</sup> Diplomierte Physiotherapeutin FH, Winterthur

<sup>4</sup> Psychiater und Psychotherapeut, Bottmingen BL

<sup>5</sup> Orthopädie, Balgristklinik, Zürich

## Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Carol-C. Hasler

Ärztlicher Beirat des Vereins Skoliose-Selbsthilfe

Chefarzt Orthopädie

Universitätskinderspital beider Basel

Postfach, 4031 Basel

Telefon +41 61 704 28 03

E-mail [carolclaudius.hasler@ukbb.ch](mailto:carolclaudius.hasler@ukbb.ch)

Bei der idiopathischen Adoleszentskoliose, *definiert als Seitverbiegung von mehr als 10°*<sup>1</sup> handelt es sich um die häufigste Wirbelsäulendeformität im Wachstumsalter. Die Gründe für die Entstehung sind weitgehend unverstanden (idiopathisch). Die Krümmungsmuster sind sehr unterschiedlich. Das verbleibende Wachstumspotential<sup>2</sup> stellt neben dem Ausmass der Verkrümmung den gewichtigsten Risikofaktor für eine Zunahme dar. Über 90% der idiopathischen Skoliosen manifestieren sich erstmals nach dem 10. Lebensjahr (Adoleszentskoliosen). Bei 16-jährigen Mädchen beträgt die Inzidenz 3 bis 4% für Kurven >10° Cobb-Winkel und 0.5% für Kurven >20° Cobb-Winkel<sup>1-3</sup>.

Die Bezeichnung „idiopathisch“ umfasst möglicherweise Kombinationen verschiedener *Ursachen*, wie dies die sehr unterschiedlichen Verläufe von Skoliosen nahe legen. *Genetische* Faktoren spielen eine entscheidende Rolle. Bei fast allen (97%) Skoliosepatienten lässt sich durch Genanalyse eine familiäre Ursache eruieren<sup>4</sup>. Verwandte ersten Grades zeigen in 7-33% eine Skoliose<sup>5-7</sup>. Diese Daten sprechen für ein multifaktorielles Vererbungsmuster, eine variable Penetranz (ein gewisser Prozentsatz der Träger drückt das Merkmal nicht aus) und Heterogenität (zwei oder mehrere Gene innerhalb einer Population verhalten sich unterschiedlich)<sup>8,9</sup>. Allerdings besteht keine Übereinstimmung zwischen Studien, was wahrscheinlich Ausdruck der verschiedenen Populationen ist<sup>8,10-13</sup>. Das Ziel besteht in der Zuordnung definierter genetischer Profile zu bestimmten Kurventypen und der Definition des Progressionsrisikos<sup>14</sup>. Falls es gelingen würde bei milden Skoliosen und hohem Wachstumspotential mittels DNA-Tests eine Aussage bezüglich des Zunahmerisikos zu treffen, wäre eine gezieltere Therapie (z.Bsp Korsette nur bei hohem genetischen Risiko), möglich.

Den idiopathischen Adoleszentskoliose ist ein Missverhältnis zwischen vorderem und hinterem Wirbelsäulenzwachstum gemeinsam<sup>15,16</sup>. Dies resultiert in einer dreidimensionalen Deformität mit apikaler Lordose (Sagittalebene), axiale Rotation (Transversalebene mit Rippenbuckel, Lendenwulst) und Seitverbiegung (Frontalebene)<sup>15,17-19,20</sup>. Der mechanische Druck durch die Schwerkraft ist konkavseitig grösser. Daraus ergibt sich die Dynamik der mit zunehmendem Cobb-Winkel zu asymmetrischen Druckverhältnissen und Wachstumsstörungen mit Wirbeldeformitäten führen kann.

Es liegt in dem Sinne eine *chronische Erkrankung* vor, als die Skoliose in der Regel lebenslänglich bestehen bleibt. Deshalb spielen neben der somatischen Behandlung psychologische Faktoren, wie Persönlichkeitsmerkmale, Kommunikationsstil der Behandelnden und Coping-Strategien eine bedeutungsvolle Rolle. Da mindestens anfänglich wenig Leidensdruck besteht, ist die intrinsische Motivation evtl. gering. Diese kann von den Behandelnden durch angemessene Information gefördert werden. In der Regel tritt die Skoliose in einer Phase der Identitätsfindung, der Suche nach Autonomie und der Ablösung vom Elternhaus auf. Daraus entstehende Konflikte spiegeln sich häufig im Umgang mit der Skoliose und in der Wahl der Behandlung. Behandlungskonzepte sollen diese Aspekte mitberücksichtigen<sup>21</sup>. Die Wirksamkeit von *Selbsthilfegruppen* ist relativ gut untersucht und dokumentiert. Sie dienen der Verstärkung von intrinsischer Motivation, dem Coping und vermehrter Eigenverantwortung bezüglich einer wirksamen Behandlung<sup>22</sup>. In der Regel sind verschiedene medizinische Fachpersonen (Hausarzt/Kinderarzt, Orthopäde, Physiotherapeutin, Orthopädietechniker) an der Behandlung beteiligt. Förderlich sind Besprechungen mit dem ganzen Behandlungsteam und unter Einbezug der Betroffenen und der Angehörigen zur Festlegung eines einheitlichen und realistischen Behandlungsziels.

<sup>1</sup> Scoliosis Research Society, 555 East Wells Street, Milwaukee/USA / [www.srs.org](http://www.srs.org) / [info@srs.org](mailto:info@srs.org)

*Progression* bedeutet Zunahme des Cobb-Winkels um 5° oder mehr zwischen zwei aufeinanderfolgenden Röntgenaufnahmen. Es ist mit den folgenden Risiken [%] bei unbehandelter Skoliose zu rechnen <sup>23</sup>:

Cobb-Winkel [°]	10 -12 Jahre alt	13-15 Jahre alt	16 Jahre alt
<20	25%	10	0
20-29	60	40	10
30-59	90	70	30
>60	100	90	70

Es besteht eine direkte Korrelation zwischen *Ausmass der Skoliose, Wirbelsäulen-Restwachstum* und dem Progressionsrisiko (s.Tabelle). <sup>24-29</sup>. In der Pubertät findet in Zusammenhang mit dem Auftreten der ersten Regelblutung bei den Mädchen (Menarche) respektive dem Stimmbruch bei den Knaben der Höhepunkt (peak growth velocity) des Wachstums statt. Diese Hochrisikophase erstreckt sich über einen Zeitraum von cirka 2 Jahren (1-2 Jahre vor bis ca. 2 Jahre nach Menarche). *Risser Zeichen*: Dabei handelt es sich um den Verknöcherungsgrad der Iliumapophyse (Wachstumsfuge am Beckenkamm). Das grösste Progressionsrisiko besteht bei den Verknöcherungsgraden 0 und I<sup>26</sup>.

Es gibt mehrere Studien welche zeigen, dass die Korsettbehandlung eine Zunahme der Deformität verhindern kann<sup>30,31</sup>. Eine *Korsettbehandlung* ist nur sinnvoll, wenn ein wesentliches Wachstumspotential vorhanden ist. Indikationen sind daher: Cobb-Winkel 25-40°, Risser 0-2, prämenarchal oder Menarche nicht länger als 1 Jahr zurückliegend. Das Korsett sollte bis zum Wachstumsabschluss (Risser 4, < 2cm Wachstum/Jahr, > 2 Jahre postmenarchal) 20-23 Stunden am Tag getragen werden. Auch bei konsequentem Tragen besteht allerdings ein Progressionsrisiko und die Möglichkeit, dass am Ende der Korsetttragezeit doch noch die Indikation zur Operation gestellt werden muss<sup>31</sup>. Das Korsett vermag zudem die Wirbelsäulendeformität nicht dreidimensional zu korrigieren. Im Erfolgsfall verhindert das Korsett eine Zunahme. Anprobe des Korsett 5 bis 10 Tage nach Massnahme (Gipsabdruck oder CAD Verfahren). Fertigstellung wenn möglich am gleichen Tag. Schrittweises Steigern der Tragezeit beginnend mit ca. 6 Std pro Tag tagsüber. Nachkontrolle des Korsett 2 Wochen später. Kontrollröntgen 3 bis 4 Wochen nach Erhalt. Neuanfertigung des Korsett je nach Bedarf und Entwicklung (Wachstum und pubertärer Gestaltwandel (breitere Hüften, Brustentwicklung bei Mädchen), erfahrungsgemäss ca. einmal jährlich. Das Korsett wird im Stehen oder Liegen selbständig angezogen und so, dass die Korsett-Taille genau in die Taille des Patienten passt. Das Korsett wird über einem T-Shirt aus 100% Baumwolle getragen, dessen Nähte an der Aussen-seite liegen (also verkehrt getragen). Die Haut unter dem Korsett und ganz besonders an den Druckpunkten muss sorgfältig gepflegt werden: Täglich baden oder duschen, Druckstellen mit Pflegesalbe behandeln, zu Beginn die Haut mehrmals täglich überprüfen. Sollten trotz sorgfältiger Pflege Hautschäden auftreten, muss die Therapie für 1 – 2 Tage unterbrochen werden. In dieser Zeit wird die Haut öfters mit Bepanthen-Lotion 5% behandelt. Die Haut muss nach dem Eincremen zuerst gut abtrocknen bevor das Korsett übergezogen wird. Sport kann mit und ohne Korsett betrieben werden. Schul- und Freizeitsport sind wünschenswert für die zusätzliche Muskelkräftigung. Dazu kommt das tägliche Üben des individuellen Physiotherapie-Programms. Die Resultate sind gut, wenn im Korsett mindestens eine 50% Korrektur des Cobb-Winkels erreicht wird. Nach der Korsettentwöhnung muss mit einem Korrekturverlust von 5 Grad gerechnet werden<sup>32</sup>. Die Effektivität der Korsettbehandlung steht heute ausser Frage. Nicht alle Patienten profitieren davon. Dies sollte uns nicht davon abhalten, diese Möglichkeit anzubieten. Die Korsettbehandlung kann somit die Anzahl der schweren Deformitäten mit der Notwendigkeit der chirurgischen Behandlung vermindern.<sup>33</sup> Bei Korsetten, welche über 12 Monate getragen werden müssen, übernimmt die Invalidenversicherung die Kosten (Anmeldung an IV nötig, die dazu nötigen Formulare werden vom Orthopädietechniker abgegeben).

*Physiotherapie* <sup>34-46</sup> bewältigt Aufgaben, welche je nach Alter, Krümmungsausmass, -muster, Beweglichkeit, muskulärem Status, Motivation des Patienten usw. in unterschiedlichen Kombinationen angewandt werden müssen. Die Betreuung soll durch spezifisch trainierte und erfahrene TherapeutInnen erfolgen.

- *Begleitung, Unterstützung und Überwachung der Korsett-Therapie*
- *Deformitätsspezifische Rückenschulung*. Instruktion zur aktiven dreidimensionalen Rumpfkorrektur.
- Erhaltung oder Wiederherstellung der *sagittalen und frontalen Balance*
- Stärkung der *Rumpfmuskulatur* in maximaler 3D Korrektur. Wiederherstellen des *Muskelgleichgewichts* mit Einbezug der Extremitäten bei allen Übungen
- Verbesserung der *Beweglichkeit, Körperwahrnehmung (Propriozeption) und Rumpfkontrolle*.
- *Ateminstruktion, -übungen* zur Unterstützung der Korrektur der Krümmung

- Schulung von *Haltung und Verhalten im Alltag*, Verbesserung der *Herz-Kreislauf- und Lungenfunktion*
- Instruktion und Supervision eines schriftlichen *Heimprogramms*

*Indikationen für ambulante Physiotherapie* (Kostenträger Invalidenversicherung, falls Begleittherapie zur Korsett-Therapie, sonst Krankenkasse)

- *Strukturelle* Krümmungen mit einem Cobb-Winkel zwischen 10-20° mit einer Rotationskomponente<sup>40,47-50</sup>
- als Begleitung einer Korsett-Therapie (Krümmungen von 20-40° und noch signifikantes Wirbelsäulenrestwachstum) Die Therapie soll einige Wochen über das Absetzen (Weaning) des Korsetts fortgeführt werden.
- Bei Rückenschmerzen ungeachtet des Ausmasses der Skoliose
- Bei SkoliosepatientInnen im Wachstum, welche bei 20-40° eine Korsett-Therapie ablehnen
- Falls bei Krümmungen >40-50° auf eine Operation verzichtet wird

Physiotherapeutische Einheiten sollten zu Beginn 1-3x wöchentlich durchgeführt werden. Sobald die Prognostik unter Kontrolle ist, reichen Supervision und Anpassung des Heimprogrammes alle 3-4 Wochen.

Eine *stationäre* Intensivrehabilitation sinnvoll sein bei nachgewiesener Progression (>5° innerhalb 6 oder mehr Monaten) unter Korsett-Therapie, bei ambulant nicht kontrollierbarer Schmerzsymptomatik, sowie bei Patienten mit Krümmungen >40-45°, welche eine empfohlene Operation ablehnen. Hier steht neben dem Versuch, die weitere Progression aufzuhalten vor allem die Erhaltung der Leistungsfähigkeit und damit Erwerbs- und Sportfähigkeit im Vordergrund. In diesen Fällen soll vorab eine Kostengutsprachege-such an den zuständigen Kostenträger (bei Korsettbehandlung meist IV, ansonsten Krankenkasse) gestellt werden.

*Die Skoliose-therapie nach Lehnert Schroth*<sup>51</sup> ist das in der Schweiz wohl am Häufigsten angewandte Konzept, das sich ausschliesslich mit der Behandlung von Skoliosen und Wirbelsäulendeformitäten befasst. Zu dieser Methode gibt es einige Studien, die die Wirksamkeit der Behandlung belegen.<sup>43-45,52,53</sup> Die dreidimensionale Skoliosebehandlung basiert auf sensomotorischen und kinästhetischen Grundsätzen. Oberstes Ziel ist die Korrektur des asymmetrischen Rumpfes und Schulung der Fähigkeit, diese Korrekturen in den Alltag zu übertragen. Dies geschieht durch: aktive Haltungskorrektur von Wirbelsäule und Brustkorb unter Berücksichtigung aller vorhandenen Krümmungen, durch selbständige Wiederholung der Haltungskorrekturen, durch reflektorische Aktivierung der korrigierenden Muskulatur und durch submaximale Spannung der Haltungsmuskulatur in optimaler Korrektur. Unterstützend wirkt die Korrektur-Atmung, welche über den Rippenhebel eingesunkene Rumpfteile zu füllen vermag, das skoliotische Atemmuster korrigiert und durch die sagittale Atemexkursion dem Flachrücken entgegenwirkt. Neben der ambulanten Behandlung werden die PatientInnen bei Bedarf in Rehabilitationszentren stationär behandelt.

Es gibt zahlreiche *alternative Behandlungsmethoden* wie zum Beispiel Spiraldynamik<sup>54</sup> Feldenkrais<sup>55</sup>, Alexander-Technik<sup>56</sup> und Osteopathie<sup>57</sup>, deren Wirksamkeit allerdings nicht nachgewiesen ist. Sie sind als Ergänzung zur spezialisierten Physiotherapie zu sehen. Sie können jedoch eine Korsettbehandlung und eine begleitende spezifische Skoliosegymnastik nicht ersetzen.

Die Behandlung von Skoliose-Betroffenen gehört in erfahrene Hände gehört und nur durch eine koordinierte Zusammenarbeit zwischen Arzt/Ärztin, Orthopädietechniker/-in und Physiotherapeut/-in gewährleistet ist. Wir sind überzeugt, dass das frühzeitige Eingreifen von geschulten Personen die Prognose der Skoliose längerfristig verbessert, die Lebensqualität von Betroffenen erhöht und so auch Folgekosten im Gesundheitswesen reduziert werden können.

## Referenzen

1. Daruwalla JS, Balasubramaniam P, Chay SO, Rajan U, Lee HP. Idiopathic scoliosis. Prevalence and ethnic distribution in Singapore schoolchildren. *J Bone Joint Surg Br.* Mar 1985;67(2):182-184.
2. Lonstein JE. Natural history and school screening for scoliosis. *Orthop Clin North Am.* Apr 1988;19(2):227-237.
3. Willner S, Uden A. A prospective prevalence study of scoliosis in Southern Sweden. *Acta Orthop Scand.* Apr 1982;53(2):233-237.
4. Ogilvie JW, Braun J, Argyle V, Nelson L, Meade M, Ward K. The search for idiopathic scoliosis genes. *Spine (Phila Pa 1976).* Mar 15 2006;31(6):679-681.
5. Cowell HR, Hall JN, MacEwen GD. Genetic aspects of idiopathic scoliosis. A Nicholas Andry Award essay, 1970. *Clin Orthop Relat Res.* Jul-Aug 1972;86:121-131.
6. Riseborough EJ, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. *J Bone Joint Surg Am.* Jul 1973;55(5):974-982.
7. Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey. *J Bone Joint Surg Br.* Feb 1968;50(1):24-30.
8. Miller NH, Justice CM, Marosy B, et al. Identification of candidate regions for familial idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* May 15 2005;30(10):1181-1187.
9. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, et al. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. *J Bone Joint Surg Am.* Aug 2000;82-A(8):1157-1168.
10. Wise CA, Barnes R, Gillum J, Herring JA, Bowcock AM, Lovett M. Localization of susceptibility to familial idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* Sep 15 2000;25(18):2372-2380.
11. Justice CM, Miller NH, Marosy B, Zhang J, Wilson AF. Familial idiopathic scoliosis: evidence of an X-linked susceptibility locus. *Spine (Phila Pa 1976).* Mar 15 2003;28(6):589-594.
12. Chan V, Fong GC, Luk KD, et al. A genetic locus for adolescent idiopathic scoliosis linked to chromosome 19p13.3. *Am J Hum Genet.* Aug 2002;71(2):401-406.
13. Alden KJ, Marosy B, Nzegwu N, Justice CM, Wilson AF, Miller NH. Idiopathic scoliosis: identification of candidate regions on chromosome 19p13. *Spine (Phila Pa 1976).* Jul 15 2006;31(16):1815-1819.
14. 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).* Dec 1;35(25):E1455-1464.
15. Dickson RA, Lawton JO, Archer IA, Butt WP. The pathogenesis of idiopathic scoliosis. Biplanar spinal asymmetry. *J Bone Joint Surg Br.* Jan 1984;66(1):8-15.
16. Guo X, Chau WW, Chan YL, Cheng JC. Relative anterior spinal overgrowth in adolescent idiopathic scoliosis. Results of disproportionate endochondral-membranous bone growth. *J Bone Joint Surg Br.* Sep 2003;85(7):1026-1031.
17. Cruickshank JL, Koike M, Dickson RA. Curve patterns in idiopathic scoliosis. A clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg Br.* Mar 1989;71(2):259-263.
18. Deacon P, Flood BM, Dickson RA. Idiopathic scoliosis in three dimensions. A radiographic and morphometric analysis. *J Bone Joint Surg Br.* Aug 1984;66(4):509-512.
19. Somerville EW. Rotational lordosis; the development of single curve. *J Bone Joint Surg Br.* Aug 1952;34-B(3):421-427.
20. Roaf R. Rotation movements of the spine with special reference to scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* May 1958;40-B(2):312-332.
21. Saccomani L, Vercellino F, Rizzo P, Becchetti S. Adolescents with scoliosis: psychological and psychopathological aspects. *Minerva Pediatrica.* 1998;50(1-2):9-14.
22. Borgetto B, ed *Selbsthilfe und Gesundheit. Analyse, Forschungsergebnisse und Perspektiven.* Bern: Huber AG Verlag; 2004.
23. Weinstein SL. Idiopathic scoliosis. Natural history. *Spine (Phila Pa 1976).* Oct 1986;11(8):780-783.
24. Ascani E, Bartolozzi P, Logroscino CA, et al. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity. *Spine (Phila Pa 1976).* Oct 1986;11(8):784-789.
25. Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. *Spine (Phila Pa 1976).* Oct 1986;11(8):773-776.
26. 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.* May 2000;82(5):685-693.
27. Weinstein SL, Ponsati IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* Apr 1983;65(4):447-455.
28. Diméglio A, Bonnel F, eds. *Le rachis en croissance.* Paris: Springer-Verlag; 1990.
29. Risser JC, Ferguson AB. Scoliosis: its prognosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1936;18:667-670.
30. Emans JB, Kaelin A, Bancel P, Hall JE, Miller ME. The Boston bracing system for idiopathic scoliosis. Follow-up results in 295 patients. *Spine (Phila Pa 1976).* Oct 1986;11(8):792-801.
31. 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.* Jun 1995;77(6):815-822.
32. Montgomery F, Willner S, Appelgren G. Long-term follow-up of patients with adolescent idiopathic scoliosis treated conservatively: an analysis of the clinical value of progression. *J Pediatr Orthop.* Jan-Feb 1990;10(1):48-52.
33. Winter RB, Lonstein JE. To brace or not to brace: the true value of school screening. *Spine (Phila Pa 1976).* Jun 15 1997;22(12):1283-1284.
34. Carman D, Roach JW, Speck G, Wenger DR, Herring JA. Role of exercises in the Milwaukee brace treatment of scoliosis. *J Pediatr Orthop.* Jan-Feb 1985;5(1):65-68.
35. 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.
36. dos Santos Alves VL, Střbulov R, Avanzi O. Impact of a physical rehabilitation program on the respiratory function of adolescents with idiopathic scoliosis. *Chest.* Aug 2006;130(2):500-505.
37. Focarile FA, Bonaldi A, Giarolo MA, Ferrari U, Zilioli E, Ottaviani C. Effectiveness of nonsurgical treatment for idiopathic scoliosis. Overview of available evidence. *Spine (Phila Pa 1976).* Apr 1991;16(4):395-401.
38. Hawes MC. The use of exercises in the treatment of scoliosis: an evidence-based critical review of the literature. *Pediatr Rehabil.* Jul-Dec 2003;6(3-4):171-182.
39. 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.* Dec 2005;85(12):1329-1339.
40. Negrini S, Antonini G, Carabalona R, Minozzi S. Physical exercises as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review. *Pediatr Rehabil.* Jul-Dec 2003;6(3-4):227-235.
41. Shneerson JM, Madgwick R. The effect of physical training on exercise ability in adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand.* Jun 1979;50(3):303-306.
42. 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.* Jun 1979;59(6):759-763.

43. Weiss HR. Rehabilitation of adolescent patients with scoliosis--what do we know? A review of the literature. *Pediatr Rehabil.* Jul-Dec 2003;6(3-4):183-194.
44. Weiss HR. [Conservative treatment of idiopathic scoliosis with physical therapy and orthoses]. *Orthopade.* Feb 2003;32(2):146-156.
45. 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.* Jan-Mar 2003;6(1):23-30.
46. Price CT, Abel MF, Richards BS, D'Amato C. *Alternative treatments for scoliosis. Report from the bracing and non-operative committee.* Scoliosis Research Society;2000.
47. Fusco C ZF, Atanasio S, Romano M, Negrini A, Negrini S. **Physical exercises in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: an updated systematic review.** *Physiother Theory Pract.* 2010;27(1):80-114.
48. 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.
49. Romano M MS, 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.
50. Wan L WG-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.
51. Weiss HR, ed *Ich habe Skoliose.* München: Pflaum Verlag KG; 2009.
52. Otman S KN, 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.
53. Weiss HR. The effect of an exercise program on vital capacity and rib mobility in patients with idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* Jan 1991;16(1):88-93.
54. Larsen C, Rosmann, K. *Skoliose: Hilfe durch Bewegung.*
55. Feldenkrais M. *Die Feldenkraismethode in Aktion.*
56. Stevens C. *Alexander Technik; Ein Weg zum besseren Umgang mit sich selbst.* 1989.
57. Dräger VdH, Kiessen. *Osteopathie - Architektur der Balance.* 2011.