

Wachstumsmodulierende und nicht-versteifende Skoliosechirurgie

Alice Baroncini, Per Trobisch

Einleitung

Eine Skoliose ist eine drei-dimensionale unphysiologische Deformität der Wirbelsäule. Der Schweregrad einer Skoliose wird anhand des Cobb-Winkels gemessen [1]. Skoliosen mit Werten von über 40° haben eine hohe Wahrscheinlichkeit einer lebenslangen Progredienz, weswegen in solchen Fällen die operative Spondylodese (=Wirbelsäulenversteifung) empfohlen wird. Mit heutigen Techniken und Mitteln lässt sich zwar die Skoliose in der Regel zu 60 % bis 80 % korrigieren – in einigen Fällen sogar bis zu 100 %. Dennoch bleibt es eine langstreckige Versteifung mehrerer Wirbelsäulensegmente. Ziel der Behandlung einer idiopathischen Skoliose ist es daher, eine Progredienz auf Werte von mehr als 40° zu verhindern. Sind diese Werte noch nicht erreicht, besteht die Behandlung je nach Schweregrad der Skoliose und Alter des Patienten überwiegend aus reiner Beobachtung oder aus einer konsequenten Korsetttherapie, ggf. in Kombination mit Physiotherapie. Insbesondere die Korsettbehandlung zielt auf eine Progredienzverlangsamung der Skoliose bis hin zu kritischen Werten ab. Nachteil der Korsettbehandlung ist das relativ kleine Behandlungsfenster. In Anlehnung an die Datenlage empfiehlt die Scoliosis Research Society die Korsettbehandlung nur bei heranwachsenden Patienten mit Skoliosen zwischen 20° und 40° nach Cobb (Risserstadium unter 3). Hinzu kommt für einen Behandlungserfolg die notwendige hohe Compliance mit einer Tragedauer von idealerweise über 13 Stunden

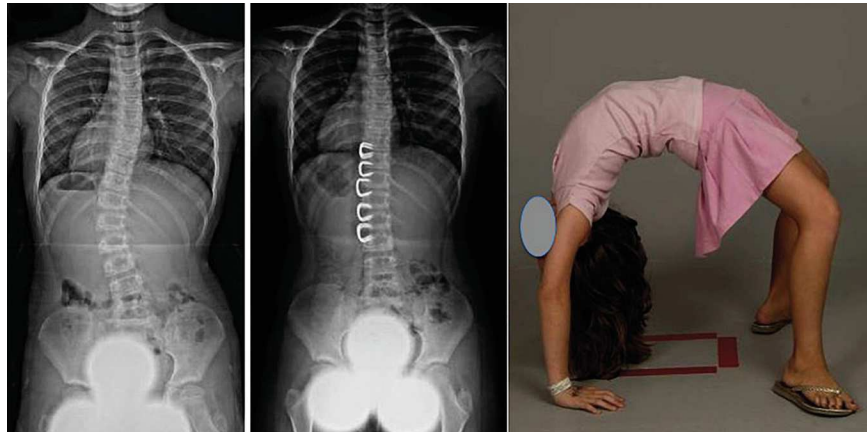


Abb. 1: Radiologisches und funktionelles Ergebnis nach Vertebral Body Stapling. Links: Präoperatives Röntgenbild mit einer 38° Skoliose bei einem 8-jährigen Mädchen. Mitte und rechts: Ergebnis ein Jahr postoperativ.

täglich, teilweise für mehrere Jahre. Sind diese Kriterien erfüllt, ist die Korsettbehandlung in 90 % erfolgreich [2]. Ausnahmen bilden die besonders jungen Kinder mit noch nicht verschlossener Y-Fuge (Verknöcherungsfuge am Hüftgelenk). Bei diesem Patientengut besteht trotz mehr als 18-stündiger täglicher Tragedauer weiterhin ein ca. 70 %iges Risiko für eine Skolioseprogredienz bis hin zur OP-Indikation [3].

Historie der Wachstumsmodellierung

Ein anderes Behandlungskonzept zielt auf die Begradigung der Skoliose mittels Wachstumslenkung ab. Ähnlich dem bewährten Prinzip der Epiphysiodese bei kindlichen Achsabweichungen am Bein, gibt es auch in der Skoliosebehandlung bereits seit Jahrzehnten vereinzelte Versuche. Hierbei wurde versucht, die konvexe Seite einer Skoliosekrümmung mit bandscheibenüberbrückenden Klammern zu versehen

um somit das verbleibende Wirbelsäulenwachstum auf der konvexen Seite zu reduzieren, mit der Hypothese, dass sich die Wirbelsäule dann wieder gerade wächst. Nach diversen Fehlversuchen aufgrund von ausbleibender Wirkung oder Materialversagens - bereits in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts - wurde die Technik nicht weiter verfolgt. Mit der Entwicklung einer neuen Metalllegierung, dem Nitinol, hat Randal Betz aus Philadelphia die Technik jedoch mit ersten Erfolgen wiederbelebt [4, 5]. Beim Nitinol handelt es sich um eine Metalllegierung, die im kalten Zustand flexibel ist und im warmen Zustand ihre vordefinierte Ausgangsposition erreicht. Die Staples wurden industriell so hergestellt, dass die Zinken C-förmig aufeinander zu zeigen, sich also zusammenziehen. Im kalten Zustand hingegen sind die Zinken gerade. Somit lassen sich die eisgekühlten Staples problemlos thorakoskopisch in die Wirbelsäule einbringen und Verklebungen



Abb.2: Schematische Darstellung des Vertebral Body Tetherings am Modell. Die Schrauben sind über ein flexibles Band miteinander verbunden.

sich nach Erreichen der Körpertemperatur, so dass eine Dislokation nahezu unmöglich wird.

Ergebnisse VBS

2010 publizierte Betz die Ergebnisse von 28 heranwachsenden Kindern mit einem Risser-Stadium 0 oder 1 und einer Skoliose zwischen 20° und 45°, die mittels Vertebral Body Stapling behandelt worden waren [6]. Der Nachbeobachtungszeitraum

betrug im Durchschnitt 3,2 Jahre. Erfolgreich war die Behandlung zu 78% bis 87% (je nach Ausprägung, Flexibilität und Lokalisation der Skoliose). Eine weitere Studie aus dem gleichen Krankenhaus beobachtete eine 100%ige Erfolgsquote [7], wenn die Kinder zum Zeitpunkt der OP unter 10 Jahren waren und eine Skoliose zwischen 30° und 39° hatten Abb. ▶ 1. Diese Gruppe zählt als Hochrisikogruppe für die Notwendigkeit einer späteren Spondylodese. Allerdings wurde nicht nur die Korrektur sondern auch bereits eine sich nicht weiter verschlechternde Skoliose als Erfolg gezählt – ähnlich der Erwartungshaltung der Korsettbehandlung. Andere, unabhängige Studiengruppen konnten ähnlich gute Ergebnisse auch nach längerem Follow-Up reproduzieren [8]. Es stellte sich jedoch schließlich auch heraus, dass das VBS diverse Limitierungen hat. Die wichtigste Limitierung war die geringe Erfolgsquote bei thorakalen Krümmungen mit mehr als 35° nach Cobb.

Als Konsequenz dieser Limitierung sowie als Resultat diverser Ergebnisse aus tierexperimentellen Studien

wurde das VBS durch ein VBT abgelöst [5]. Der Hintergrund der konvexseitigen Wachstumsverlangsamung ist der selbe, jedoch handelt es sich um deutlich stärkere Implantate. Beim VBT werden die Wirbel von vorne bzw. der Seite mit Schrauben besetzt, in die dann ein flexibles aber äußerst rigides Seil eingelegt wird (Abbildung ▶ 2 und ▶ 3). Hierüber lässt sich bereits intraoperativ eine gute Korrektur erreichen, es muss jedoch immer das verbleibende Längenwachstum und eine mögliche Überkorrektur mit einkalkuliert werden. Die Technik wird von knapp einem Duzend Chirurgen in den USA und einer Handvoll Chirurgen in Europa angewandt. Es ist wichtig zu erwähnen, dass es sich ausschließlich um eine „Off-Label“-Anwendung handelt, d.h., die Implantate sind für diese Technik nicht zugelassen. Ein eigens für VBT entwickeltes System befindet sich in Europa jedoch kurz vor der Zulassung.

Ergebnisse des VBT

Die Datenlage hinsichtlich der Ergebnisse von VBT ist bisher äußerst limitiert. 2015 publizierte Amer Samdani stellvertretend für die Philadelphia-Gruppe die 1-Jahresergebnisse von 32 Patienten, die mittels VBT behandelt worden waren [9]. Im Durchschnitt konnte die präoperative thorakale Skoliose von 43° auf 21° direkt postoperativ reduziert werden. Mit dem weiteren Wachstum kam es zu einer fortlaufenden Korrektur im Verlauf (auf 18° zum Zeitpunkt der letzten Röntgenuntersuchung). Für die lumbalen Krümmungen fanden sich ähnliche Werte (präoperativ 25°, postoperativ 18°, im Verlauf 13°). Es fanden sich mit Ausnahme eines Patienten, der eine Atelektase entwickelte und bronchioskopiert werden musste, keine größeren Komplikationen. Peter Newton präzentierte im Rahmen des jährlichen

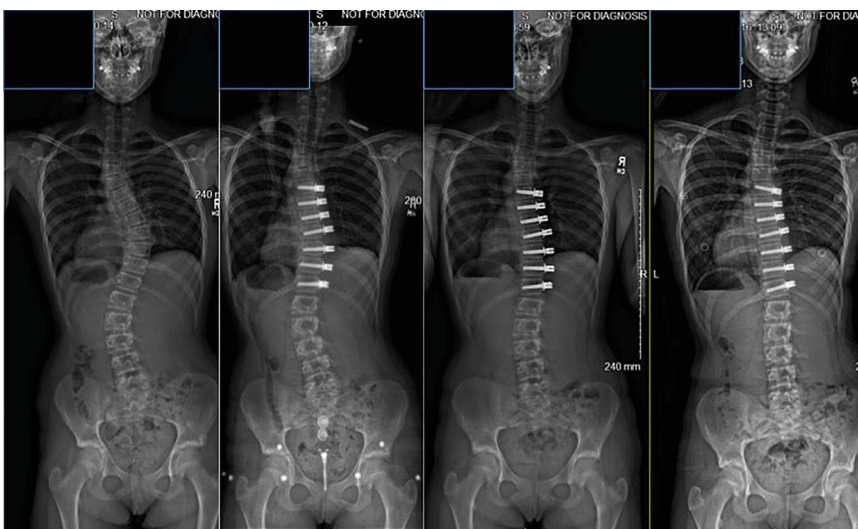


Abb.3: Röntgenbilder von präoperativ bis 1,5 Jahre postoperativ bei einem initial 11-jährigem Mädchen. Mit freundlicher Genehmigung von Amer Samdani, Shriners Hospital for Children, Philadelphia, USA

Kongresses der Scoliosis Research Society im September 2016 die Ergebnisse der San Diego-Gruppe [10]. Es wurden die 2- bis 4-Jahresergebnisse von 17 Patienten vorgestellt.

Die Patienten waren zum Zeitpunkt der OP durchschnittlich 11 Jahre alt und hatten eine thorakale Skoliose von 52°. Die Skoliose konnte postoperativ durchschnittlich auf 20° reduziert werden und stieg im Verlauf wieder um 3° an. Allerdings zeigte sich hierbei eine große Varianz. Die Re-Operationsrate war mit 10 Operationen bei 8 Patienten sehr hoch. Bei 4 Patienten kam es zu einer Überkorrektur und das Tether musste entfernt werden. Bei 4 Patienten war die Technik erfolglos und die Spondylodese wurde schließlich dennoch nötig (möglicherweise aufgrund eines Tether-Risses).

Einmal musste ein gerissenes Tether ersetzt werden und einmal bei einer Anschlusskoliose ein weiteres Tether eingesetzt werden. Trotz der hohen Komplikationsrate gelang es, 13 von 17 Patienten, die eine klare Indikation zur Spondylodese hatten, vor einer Versteifung zu bewahren.

Die persönliche Kommunikation mit den VBT-erfahrenen Kollegen in den USA bestätigt die bisher optimistischen Ergebnisse. Der größte Nachteil wird aktuell noch beim Implantat gesehen, das noch eine viel zu hohe Rupturrate aufweist. Inzwischen dürften weltweit einige Hundert Patienten mit VBT operiert worden sein. Erste Operationen wurden nun auch bei ausgewachsenen Patienten durchgeführt.

Apifix

Eine weitere nicht-versteifende Operationsmethode ist das Apifix-System. Dieses unterscheidet sich von den bisher genannten Techni-

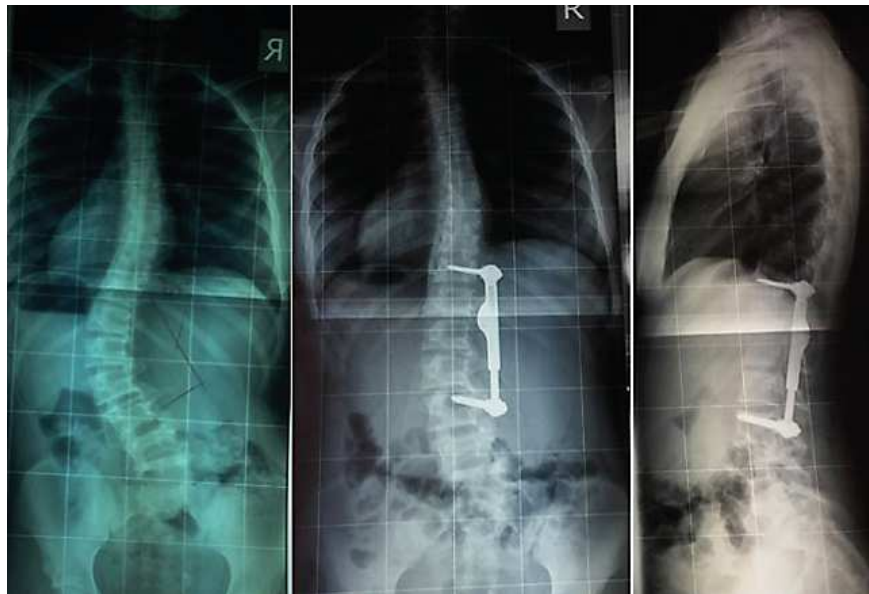


Abb.4: 14-jähriges Mädchen vor und nach polyaxialer, konkaver Distraction mittels Apifixsystem. Die Skoliose konnte von 48° auf 14° reduziert werden. Mit freundlicher Genehmigung von Yizhar Floman, Tel Aviv, Israel

ken durch seine Wirkung an der konkaven Seite sowie seine Implantation von dorsal. In die Endwirbel der Konkavität wird jeweils eine Schraube eingesetzt. Die beiden Schrauben werden dann mit einem Stab polyaxial verbunden. Der Stab kann schließlich im Bereich einer eingebauten Ratsche distrahert und die Konkavität somit begradigt werden. Die Begradigung findet zum einen direkt intraoperativ statt, zum anderen jedoch auch mit dem weiteren Wachstum bzw. mit postoperativ weiter durchgeführten krankengymnastischen Dehnungsübungen.

Die polyaxiale Schrauben-Stab-Verbindung erlaubt eine freie Beweglichkeit, die Ratsche verhindert das erneute Zusammensinken in der Konkavität. Ein Vorteil dieser Technik ist die geringe perioperative Morbidität (►Abb. 4).

Mit Ausnahme einer kleinen Fallserie, wurden detailliertere Daten noch nicht publiziert. Weltweit wurden bisher etwas über 100 Patienten operiert. Nach Meinung der

Autoren könnte das System, das auch als inneres Korsett angesehen werden kann, eine gute Option für mittelschwere bis schwere Skiosen (ca. 30° bis 60°) darstellen.

Literatur

1. Trobisch P, Suess O, Schwab F. Idiopathic scoliosis. Dtsch Arztebl Int 2010;107:874-884
2. Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB. Effects of bracing adolescents with idiopathic scoliosis. N Engl J Med 2013;369:1512-1521
3. Karol LA, Virostek D, Felton K, et al. The effect of the Risser stage on bracing outcomes in adolescent idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am 2016;98:1253-1259
4. Trobisch PD, Samdani A, Cahill P, Betz RR. Vertebral body stapling as an alternative in the treatment of idiopathic scoliosis. Oper Orthop Traumatol 2011;23:227-231
5. Jain V, Lykissas M, Trobisch P, et al. Surgical aspects of spinal growth modulation in scoliosis correction. Instr Course Lect 2014;63:335-344
6. Betz RR, Ranade A, Samdani AF, et al. Vertebral body stapling: a fusionless treatment option for a growing child with moderate idiopathic scoliosis. Spine 2010;35:169-176
7. Theologis AA, Cahill P, Auriemma M, et al. Vertebral body stapling in children younger than 10 years with idiopathic scoliosis with curve magnitude

of 30° to 39°. Spine 2013;38:E1538-E1588

8. Bumpass DB, Fuhrhop SK, Schootman M, et al. Vertebral body stapling for moderate juvenile and early adolescent idiopathic scoliosis. Spine 2015;40:E1305-E1314
9. Samdani AF, Ames RJ, Kimball JS, et al. Anterior vertebral body tethering for immature adolescent idiopathic scoliosis: one-year results on the first 32 patients. Eur Spine J 2015;24:1533-1539
10. Newton PO, Saitu W, Yaszay B, et al. Successes and failures following spinal growth tethering for scoliosis – a retrospective look 2 to 4 years later.

SRS 51st Annual Meeting, September 2016, Prague, Czech Republic

Korrespondenzadresse:

Priv. Doz. Dr. Per Trobisch
 Chefarzt Zentrum für
 Orthopädische Chirurgie
 Wirbelsäulenchirurgie
 Eifelklinik St. Brigida
 Kammerbruchstr. 8
 52152 Simmerath
 Tel.: (02473)89-2325
 Fax.: (02473)89-2440
 Email: per.trobisch@st-brigida.de

PD Dr. Per Trobisch



Zusammenfassung

Die aktuelle Behandlung der idiopathischen adoleszenten Skoliose lässt sich wie folgt vereinfacht zusammenfassen. Bei wachsenden Kindern (Risser-Status 2 oder weniger) sollte bei einer Skoliose von bis zu 20° in regelmäßigen Abständen eine Kontrolluntersuchung stattfinden. Bei Skoliosen zwischen 20° und 40° ist die Korsettbehandlung zur Vermeidung einer weiteren Skolioseprogredienz zu empfehlen. Bei Patienten mit stärkeren Skoliosen sollte aufgrund der hohen Progredienzwahrscheinlichkeit die Operation diskutiert werden. Die Standard-Operation ist heute eine Korrekturspondylodese.

Seit einigen Jahren werden des Weiteren wachstumsmodellierende Operationstechniken erprobt. Das VBS hat gegenüber der nicht-operativen Korsettbehandlung keine eindeutigen Erfolge aufweisen können, weswegen es heutzutage nicht mehr fortgeführt wird. Aus den Erfahrungen mit VBS hat sich jedoch das

VBT (off-label) weiterentwickelt. Die Kurzzeitergebnisse sind ambivalent. Die Technik hat großes Potential, nicht versteifend eine Skoliose zu begradigen. Allerdings ist die Komplikations- bzw. Revisionsrate noch deutlich zu hoch.

Hier werden die nächsten Jahre zeigen, ob es sich um anfängliche Probleme handelt, die mit verbesserten Systemen bereinigt werden können. Das Distrahierung der Konkavität mittels Apifix-System ist die am wenigsten erprobte Technik. Hier sind weitere Ergebnisse abzuwarten, jedoch stimmen die Ergebnisse der ersten 100 Patienten optimistisch.

Schlüsselwörter:

Idiopathischen adoleszenten Skoliose, wachstumsmodellierende Operationstechniken, nicht-operative Korsettbehandlung