

Die idiopathische Skoliose

*Viola Bullmann
Ulf Liljenqvist*

VNR: 2760512019156640599

DOI: 10.1055/a-0734-5344

Orthopädie und Unfallchirurgie *up2date* 2019; 14 (6): 571–585

ISSN 1611-7859

© 2019 Georg Thieme Verlag KG

Unter dieser Rubrik sind bereits erschienen:

Sagittale Balance und posttraumatische Kyphose – Teil 2

A. Pingel, P. Schleicher, M. Scholz, F. Kandziora Heft 2/2019

Operative Therapieoptionen bei extraduralen spinalen

Metastasen Christoph-E. Heyde Heft 6/2018

Sternumfrakturen – Rippenfrakturen

S. Hackl, M. T. Berninger, C. Erichsen, M. Lang, A. Woltmann Heft 6/2018

Sagittale Balance und posttraumatische Kyphose – Teil 1

A. Pingel, J. Franke, F. Kandziora Heft 2/2018

Nicht spezifischer Rückenschmerz

H. Bork Heft 6/2017

Assessment und multimodale Schmerztherapie beim

chronischen Rückenschmerz H.-R. Casser Heft 6/2017

Akutrehabilitation querschnittverletzter Patienten

F. Högel, R. Patrick Esser, V. Bühren Heft 5/2017

Verletzungen des Rückenmarks – Akutbehandlung

F. Högel, J. Vastmans, M. Vogel, V. Bühren Heft 6/2016

Der lumbale Bandscheibenvorfall

H. Mayer, F. Heider Heft 6/2016

Die AOSpine-Klassifikation thorakolumbalen Verletzungen

F. Kandziora, P. Schleicher, M. Reinhold, K. Schnake, M. Scholz Heft 5/2016

Untersuchung der Halswirbelsäule

C. Josten, C. Heyde, J.-S. Jarvers Heft 1/2016

Verletzungen der subaxialen Halswirbelsäule

M. Scholz, P. Schleicher, F. Kandziora Heft 6/2015

Intraspinalen Raumforderungen

M. Wostrack, B. Meyer Heft 6/2015

Untersuchungen der Brust- und Lendenwirbelsäule

F. Heider, C. Siepe Heft 6/2015

Die Skoliose im Wachstumsalter

P. Bernstein, J. Seifert Heft 4/2015

Multimodale interdisziplinäre Therapie beim chronischen

Rückenschmerz J. Mallwitz, T. Dörner, M. Richter Heft 6/2014

Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule

O. Gonschorek, V. Bühren Heft 6/2014

Die lumbale Spinalkanalstenose

U. Liljenqvist Heft 2/2014

Diagnostik und konservative Therapie von lumbalen Rücken-

schmerzen W. Beyer Heft 6/2013

Frakturen der unteren Lendenwirbelsäule

K. Schnake, F. Kandziora Heft 4/2013

Spondylitis und ihre Differenzialdiagnosen

R. Erlemann, A. Hoogeveen Heft 4/2013

Verletzungen und Erkrankungen der oberen HWS (C0–C2)

J. Madert, K.-H. Frosch, T. Niemeyer Heft 2/2013

Bandscheibenendoprothetik und andere bewegungserhaltende

Stabilisierungsverfahren der Lendenwirbelsäule – klinische

Aspekte W. Käfer, H.-J. Wilke, B. Cakir Heft 2/2012

Infektionen der Wirbelsäule

S. Mörk, R. Kothe, C. Ulrich Heft 5/2011

Injektionstherapie an der Wirbelsäule

J. Artner, P. Nichterlein, B. Cakir, H. Reichel Heft 4/2011

Subaxiale degenerative Instabilität und spondylotische Myelo-

pathie O. Meier, J. Zenner, L. Ferraris, A. Hempfing, H. Koller

Heft 2/2011

Die Therapie der hochgradigen Spondylolisthese und Spondy-

loptose A. Hempfing, H. Koller, L. Ferraris, J. Völpel, O. Meier

Heft 6/2010

Primäre Tumoren der Wirbelsäule

U. Liljenqvist, V. Bullmann Heft 5/2010

Operative Behandlung von Wirbelsäulenmetastasen

V. Bullmann, U. Liljenqvist Heft 4/2010

Isthmische Spondylolyse und Spondylolisthese

F. Kandziora, K. Schnake Heft 3/2010

ALLES ONLINE LESEN



Mit der eRef lesen Sie Ihre Zeitschrift: online wie offline, am PC und mobil, alle bereits erschienenen Artikel. Für Abonnenten kostenlos! <https://eref.thieme.de/ou-u2d>

JETZT FREISCHALTEN



Sie haben Ihre Zeitschrift noch nicht freigeschaltet? Ein Klick genügt: www.thieme.de/eref-registrierung

Die idiopathische Skoliose

Viola Bullmann, Ulf Liljenqvist



Bei der idiopathischen Adoleszentenskoliose handelt es sich um eine dreidimensionale Wirbelsäulendeformität unklarer Ätiologie. Sie sollte in der milden Form (Cobb-Winkel 20° – 40°) mit einem Korsett und ergänzender Krankengymnastik behandelt werden. Bei Versagen der konservativen Therapie oder einem Cobb-Winkel thorakal ab 50° und lumbal ab 40° ist die operative Therapie indiziert. Als Techniken stehen die ventrale Derotationsspondylothese und die dorsale Korrekturspondylothese zur Verfügung. Die meisten Skoliosen werden heute von dorsal operiert.

ABKÜRZUNGEN

BWS	Brustwirbelsäule
CPAP	Continuous positive Airway Pressure
CSVL	zentrale sakrale vertikale Linie
EOS	Early-Onset-Skoliose
GWS-Röntgen	Ganzwirbelsäulenaufnahme
HWS	Halswirbelsäule
LWS	Lendenwirbelsäule
MAD	mittlerer arterieller Druck
MEP	motorisch evozierte Potenziale
PDK	Periduralkatheter
RR	Blutdruck
WHO	World Health Organization

DEFINITION

Idiopathische Skoliose

Die idiopathische Skoliose ist eine dreidimensionale Wirbelsäulendeformität, die mit einer Seitabweichung, einer Fehlrotation und häufig mit einer Störung des seitlichen Profils der Wirbelsäule einhergeht. Die Ätiologie ist unklar.

Die Ursache der idiopathischen Skoliose bleibt trotz zahlreicher Untersuchungen zu diesem Thema letztendlich ungeklärt. Zusammenfassend wird eine Störung der Neuroregulation vermutet. Zahlreiche tierexperimentelle Studien haben ein Melatonindefizit als mögliche Ursache für die idiopathische Skoliose nachweisen können. Eine genetische Determinierung erscheint gesichert, 97%

aller Patienten mit einer idiopathischen Skoliose haben eine positive Familienanamnese [1].

Epidemiologie

Die idiopathische Skoliose tritt in der Regel bei ansonsten gesunden Jugendlichen vor allem im präpubertären Wachstumsschub auf, wobei Mädchen bei Krümmungen zwischen 10° und 20° $1,4 \times$ häufiger und bei Krümmungen über 40° sogar $7 \times$ häufiger betroffen sind als Jungen. Die Prävalenz wird mit zwischen 0,5 und 5% beziffert [2].

Am häufigsten wird die Skoliose in der Adoleszenz (Alter > 10 Jahre) diagnostiziert, seltener sind die juvenile (Diagnose zwischen dem 4. und dem 10. Lebensjahr) und die infantile Skoliose (Diagnose vor dem 4. Lebensjahr). Sämtliche Skoliosen (unabhängig von ihrer Genese), die vor dem 10. Lebensjahr auftreten, werden auch als Early-Onset-Skoliosen (EOS) klassifiziert.

Natürlicher Verlauf der Skoliose

Die heutigen Behandlungsrichtlinien ergeben sich insbesondere aus den Erfahrungen älterer Studien zum natürlichen Verlauf unbehandelter idiopathischer Skoliosen. Nachemson et al. publizierten 1982 eine Wahrscheinlichkeit der Krümmungszunahme idiopathischer Skoliosen in Abhängigkeit vom Krümmungsmaß [3]. Sie fanden bei den 10- bis 12-jährigen Patienten folgende Progredienzwahrscheinlichkeiten:

- bei Krümmungen unter 20° eine Progredienzwahrscheinlichkeit von 25%,
- bei Krümmungen zwischen 20° und 29° eine Progredienzwahrscheinlichkeit von 60%,
- bei Krümmungen von 30° – 60° eine Progredienzwahrscheinlichkeit von 90%.

- Skoliosen mit einem Winkel von mehr als 60° waren zu 100% progredient.

Bei Patienten mit abgeschlossenem Skelettwachstum erwiesen sich progredient:

- 10% der Krümmungen zwischen 20 und 29° nach Cobb,
- 30% der Krümmungen zwischen 30 und 60° nach Cobb,
- 70% der Krümmungen von > 60° nach Cobb.

Weinstein und Ponseti (1983) definierten Grenzwerte für eine Krümmungsprogredienz auch nach Wachstumsabschluss. Für Thorakalskoliosen waren dies Winkel von mehr als 50° und für Lumbalskoliosen Winkel von mehr als 30° [4].

Die Folgen unbehandelter Skoliosen im Erwachsenenalter umfassen überwiegend Rückenschmerzen bedingt durch die zunehmende Degeneration bei deformierter Wirbelsäule sowie psychosoziale Probleme durch die kosmetische Deformität. Einschränkungen der Herz- und Lungenfunktion sind vorwiegend bei hochgradigen Thorakalskoliosen zu beobachten.

Skoliosen, die vor dem 5. Lebensjahr auftreten, können zu einer gravierenden Störung der Lungenentwicklung führen bedingt durch das mangelnde Wachstum des Thoraxes. Dies hat eine erheblich reduzierte Lungenfunktion und eine vermehrte Rechtsherzbelastung bis hin zum Auftreten eines Cor pulmonale im Erwachsenenalter zur Folge. Aber auch adoleszente Thorakalskoliosen von mehr als 80° gehen mit einer reduzierten Lungenfunktion und einem gehäuftem Auftreten von subjektiver Atemnot einher [5].

Klassifikation

Man unterscheidet je nach Lokalisation der Hauptkrümmung:

- Thorakalskoliosen (Scheitelwirbel 11. Brustwirbel oder höher) von
- Thorakolumbalskoliosen (Scheitelwirbel 12. Brust- oder 1. Lendenwirbel) und
- Lumbalskoliosen (Scheitelwirbel 2. oder 3. Lendenwirbel).

Während Thorakalskoliosen häufig mit einer Abflachung der thorakalen Kyphose einhergehen, findet sich bei den Thorakolumbalskoliosen häufig eine Rotationskyphose im thorakolumbalen Übergang.

Lenke-Klassifikation

Die aktuell gültige Lenke-Klassifikation wird für die Planung einer operativen Therapie verwendet. Hierfür benötigt man Ganzwirbelröntgenaufnahmen in 2 Ebenen und Bending-Aufnahmen. Die Lenke-Klassifikation beruht auf einer zweidimensionalen Beurteilung der Röntgenbilder und hat somit die eindimensionale Klassifikation nach King abgelöst. Die Lenke-Klassifikation umfasst zunächst 6 Krümmungstypen (► **Abb. 1**).

Als strukturell gilt dabei eine Krümmung, die auf der reversen (d. h. in die Richtung der jeweiligen Konvexität geneigten) Bending-Aufnahme noch eine Restkrümmung von 25° oder mehr aufweist. Hochthorakale und thorakolumbale Krümmungen sind auch dann strukturell, wenn sie eine Kyphosierung von mehr als 20° aufweisen.

Bei mehrbogigen Skoliosen ist die primäre Krümmung definiert mit dem größten Cobb-Winkel aller Krümmungen.

Darüber hinaus werden die Lenke-Typen 1–4 in Abhängigkeit von der lumbalen Krümmungsform weiter in 3 Typen subklassifiziert (sogenannte lumbale Modifier Typ A, B und C). Dabei spielt die Lage des Scheitelwirbels der lumbalen Krümmung im Verhältnis zur zentralen sakralen vertikalen Linie (das auf den Dorn S1 gefällte Lot) die entscheidende Rolle. Verläuft diese Linie zwischen den Pedikeln des lumbalen Scheitelwirbels, handelt es sich um einen lumbalen Modifier Typ A, schneidet die Linie den konkaven Pedikel des lumbalen Scheitelwirbels, so liegt ein lumbaler Modifier Typ B vor, und verläuft die Linie medial des lumbalen Scheitelwirbels, ohne diesen zu schneiden, wird diese Form lumbaler Modifier Typ C genannt (► **Abb. 1**).

Schließlich werden alle 6 Skoliosetypen in Abhängigkeit vom sagittalen Profil der Brustwirbelsäule (gemessen zwischen dem 5. und 12. Brustwirbel) in einen sogenannten sagittalen Alignment-Modifier normal (N, Kyphose zwischen 10 und 40°), minus (-, Kyphose unter 10°) oder plus (+, Kyphose mehr als 40°) unterteilt [6].

Konservative Therapie

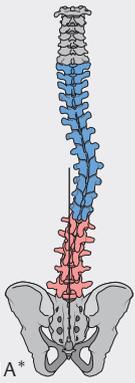
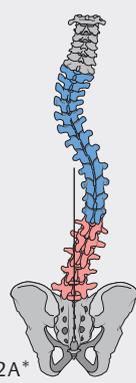
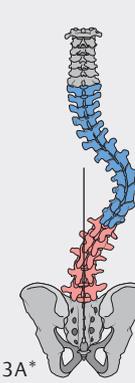
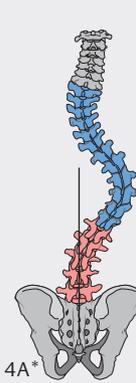
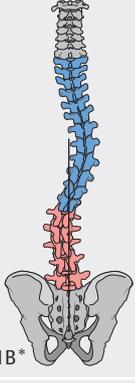
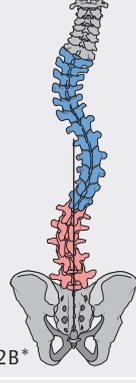
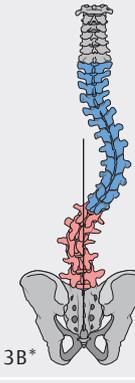
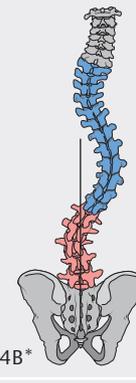
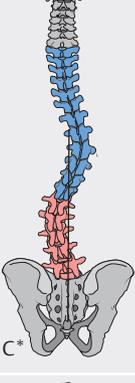
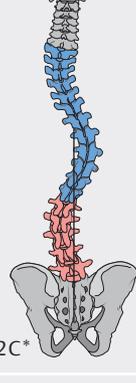
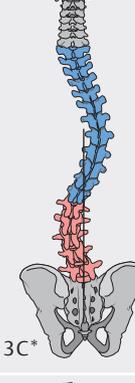
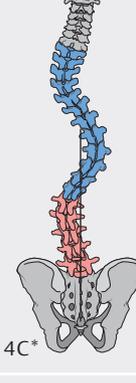
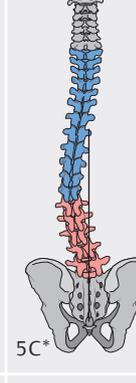
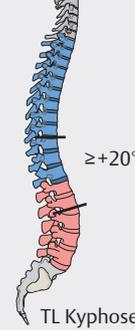
Indikation

Merke

Die konservative Therapie im Wachstumsalter hat ihren Stellenwert bei Krümmungen < 40° Cobb-Winkel.

Cobb-Winkel < 10°

Bei einer Krümmung mit einem Cobb-Winkel < 10° spricht man von einer skoliotischen Fehlhaltung. Hierbei sind lediglich Verlaufskontrollen erforderlich.

Lumbaler Modifikator	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6
A	 1A*	 2A*	 3A*	 4A*		
B	 1B*	 2B*	 3B*	 4B*		
C	 1C*	 2C*	 3C*	 4C*	 5C*	 6C*
mögliche sagittale structurelle Kriterien	 normal	 PT Kyphose ≥+20°	 TL Kyphose ≥+20°	 PT+TL Kyphose ≥+20°		

*Th5 – 12 sagittale Alignment Modifikatoren: -, N, oder +N. 10 – 40°
+ : < 40°
- : < 10°

► **Abb. 1** Lenke-Klassifikation der Krümmungstypen einer Skoliose.

Cobb-Winkel > 10° bis 20°

Bei einer Krümmung mit einem Cobb-Winkel > 10° bis 20° wird die skoliosespezifische Krankengymnastik empfohlen.

Merke

Eine Evidenz für die Effektivität der Krankengymnastik liegt jedoch leider immer noch nicht vor.

Cobb-Winkel > 20° bis 40°

Bei einer Krümmung mit einem Cobb-Winkel zwischen > 20° und 40° wird eine Korsetttherapie in Kombination mit Krankengymnastik empfohlen.

Korsetttherapie

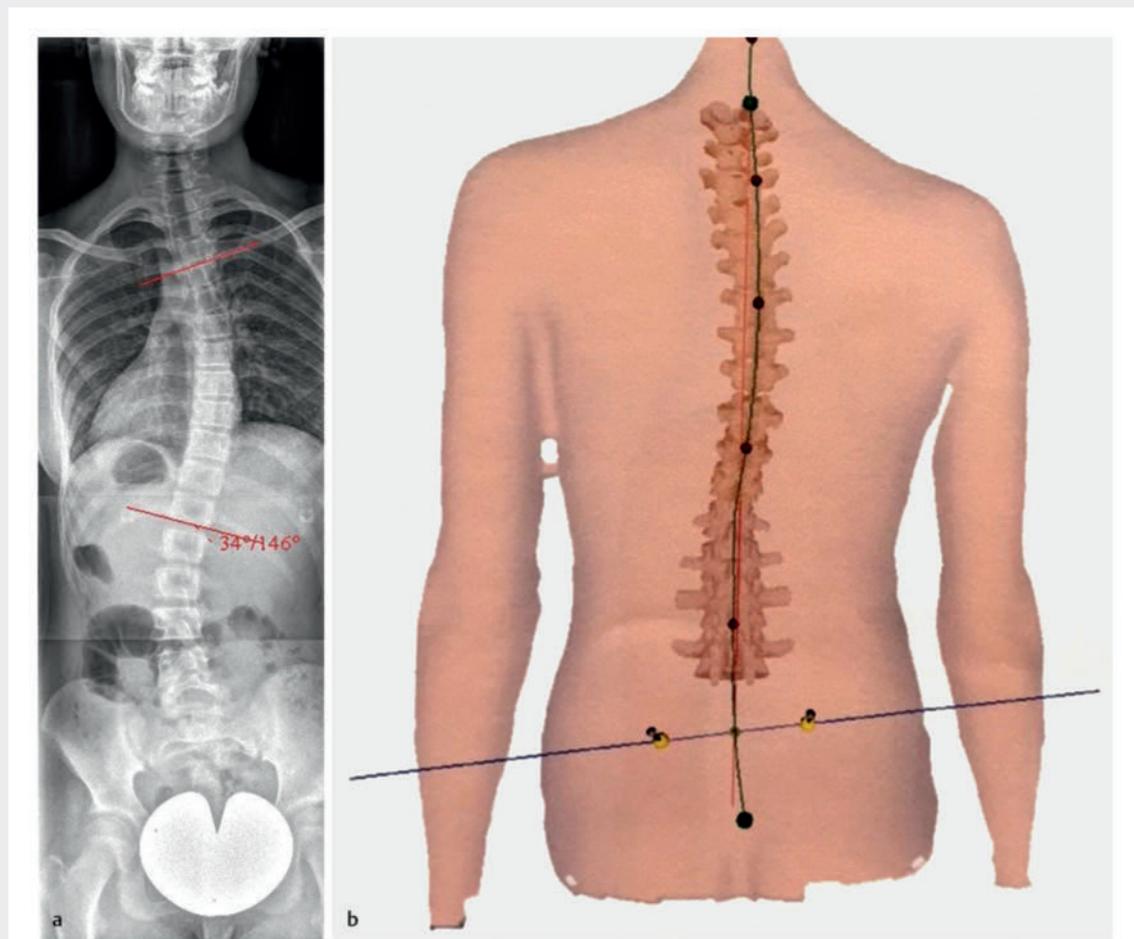
Der Erfolg einer Korsetttherapie ist abhängig von der Korsett-Compliance und wird für eine Tragezeit von 22–23 h/tgl. empfohlen. Die Zeit der sportlichen Betätigung wird auf die Korsetttragezeit angerechnet.

FALLBEISPIEL 1

11-jähriges Mädchen mit einer idiopathischen rechtskonvexen Thorakalskoliose vor Korsetttherapie mit einem Cobb-Winkel im Ganzwirbelsäulenröntgenbild a.–p. von 34° (► **Abb. 2 a**) und der korrespondierenden Oberflächenvermessung mit der Rasterstereografie (► **Abb. 2 b**).

Erfolgreiche Korrektur der rechts konvexen Krümmung von 34° auf 9° im Ganzwirbelsäulenröntgenbild a.–p. im Korsett (► **Abb. 3 a**). ► **Abb. 3 b** zeigt die korrespondierende Korrektur der Oberflächenrotation in der Rasterstereografie.

Die Korsetttherapie wird jetzt seit 3 Jahren durchgeführt.



► **Abb. 2** Fall 1 vor Therapie.

a Ganzwirbelsäulenröntgenbild a.–p.

b Korrespondierende Oberflächenvermessung mit der Rasterstereografie.

Cave

Beim Sport sollte das Korsett nicht getragen werden wegen mangelnder Bewegungsfähigkeit und Verletzungsgefahr bei Kontaktsportarten.

Neben der Korsett-Compliance sind auch andere Faktoren für den Erfolg der Korsetttherapie mitverantwortlich wie

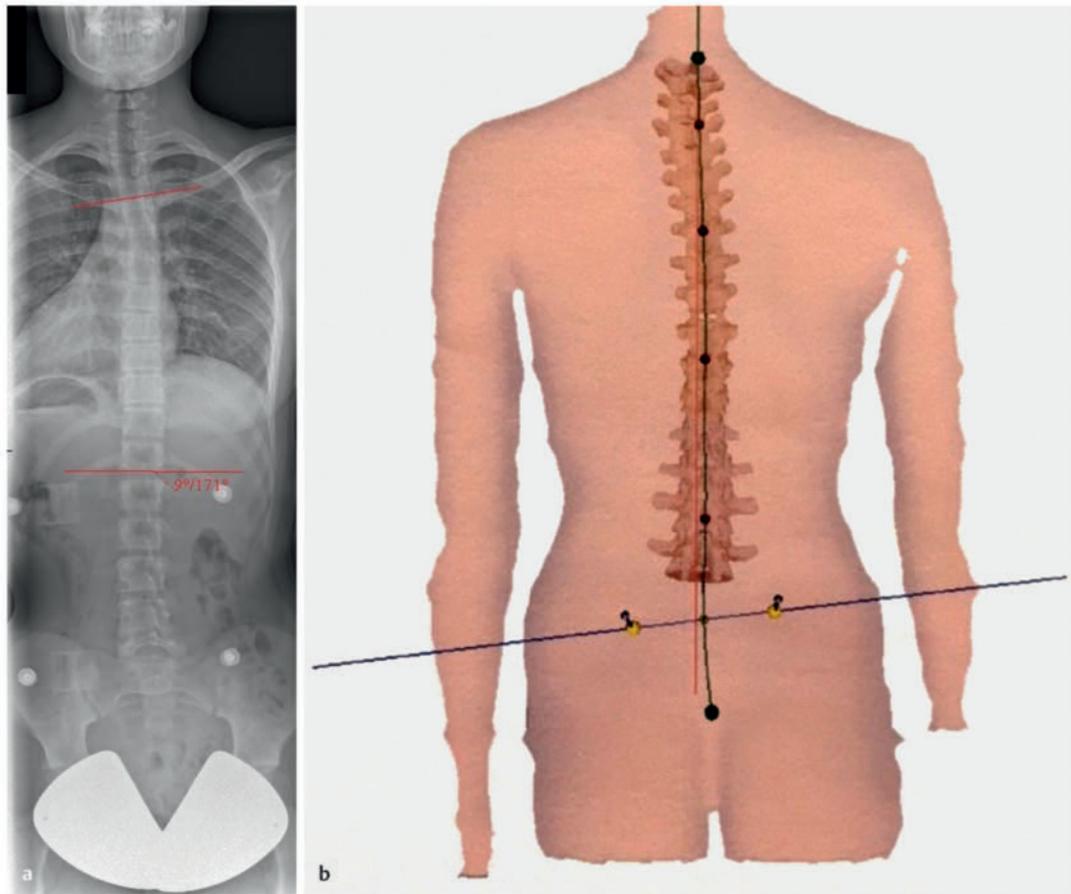
- Alter,
- Flexibilität der Krümmung,
- Lokalisation der Krümmung.

TIPP

Eine lumbale Krümmung hat aufgrund der besseren Flexibilität der LWS eine bessere konservative Therapiechance als eine thorakale Krümmung mit höherer Rigidität [7].

Es existieren jedoch auch Krümmungen, bei denen eine Korsetttherapie kontraproduktiv ist. So ist z. B. eine Korsetttherapie bei einer doppelbogigen Thorakalskoliose (Lenke-Typ 2) kontraindiziert, da das Korsett nur die tiefthorakale Krümmung und nicht die hochthorakale Krümmung beeinflussen kann. Des Weiteren sind thorakale Lordoskiosen nicht für eine Korsetttherapie geeignet, da jedes Korsett aufgrund des dorsolateralen Druckaufbaus die Lordose verstärken würde.

FALLBEISPIEL 1 (FORTSETZUNG)



► **Abb. 3** Fall 1 unter Korsetttherapie.
a Erfolgreiche Korrektur (Ganzwirbelsäulenröntgenbild a.–p. im Korsett).
b Korrespondierende Oberflächenvermessung mit der Rasterstereografie.

Abschulung

Der Zeitpunkt der Korsettabschulung richtet sich nach dem biologischen Alter, welches anhand des Skeletalters (Risser-Zeichen oder Greulich-Pyle) bestimmt werden kann. Ein grober Anhaltspunkt zum Erreichen des voraussichtlichen Wachstumsabschlusses ist bei Mädchen 2 Jahre nach Eintreten der Menarche.

Operative Therapie

Indikation

Merke

Indikationen zur operativen Therapie idiopathischer Skoliosen sind progrediente Krümmungen ab 40° bis 50°.

Für die Indikationsstellung einer Skolioseoperation spielt es keine Rolle, ob die Patienten bereits bei Erstdiagnose oder erst bei Versagen einer konservativen Therapie diese Cobb-Winkel erreicht haben. Dabei spielen jedoch Faktoren wie Patientenalter, Skoliose Typ und auch der Grad der kosmetischen Beeinträchtigung eine wichtige Rolle in der Indikationsstellung.

Bei Patienten unter 10–12 Jahren sollte man aufgrund des noch ausstehenden Wachstums mit einer definitiven Spondylodese zurückhaltend sein und eher wachstumslenkende Verfahren wählen.

Therapieziel

Ziel der operativen Behandlung ist

- die optimale dreidimensionale Krümmungskorrektur mit:
 - lotgerechter Ausrichtung der Wirbelsäule,
 - Wiederherstellung des normalen sagittalen Profils,
 - gutem kosmetischen Ergebnis mit Rippenbuckelkorrektur,
 - Schultergeradstand,
 - möglichst kurzer Versteifungsstrecke.

Operationstechnik

Seit der Entwicklung primär stabiler ventraler Instrumentationssysteme zur Skoliosekorrektur konkurrieren grundsätzlich ventrale und dorsale Verfahren miteinander, wobei die dorsalen pedikelschraubengestützten Korrekturtechniken ständig weiterentwickelt wurden und sich mittlerweile weitestgehend durchgesetzt haben.

Unbestrittene Vorteile der ventralen Korrektur sind die kurze Instrumentationsstrecke, die segmentale Derotationsmöglichkeit und die gegenüber dorsalen Verfahren bessere Korrektur des sagittalen Profils, insbesondere bei den häufigen thorakalen Lordoskoliosen. Die Nachteile des ventralen Zugangs umfassen zum einen die erhöhte operationstechnische Schwierigkeitsstufe und zum anderen die zugangsbedingte höhere Morbidität mit einer

postoperativen Einschränkung der Lungenfunktion, die sich auch nach 2 Jahren noch nicht ganz auf präoperative Werte erholt [8].

Durch die Weiterentwicklung der dorsalen Korrektursysteme und die höhere Implantatdichte von Pedikelschrauben haben sich die Korrekturmöglichkeiten deutlich verbessert. Diese umfassen nicht nur eine bessere Korrektur des Cobb-Winkels sowie der Rotation und Translation, sondern auch eine durch den Einsatz unterschiedlicher Stabmaterialien und Stabdurchmesser optimierte Kontrolle des sagittalen Profils.

PRINZIPIEN

Grundsätzlich gilt, dass einbogige Krümmungen (Lenke-Typ 1 und 5) sowohl von dorsal als auch von ventral gut zu korrigieren sind, während doppelbogige Krümmungen (Lenke-Typ 2, 3, 4, und 6) von dorsal versorgt werden.

Es gibt Vorteile für die Korrektur bestimmter einbogiger Krümmungen durch ein ventrales Verfahren. Hierzu gehören die oben bereits erwähnten thorakalen Lordoskoliosen und die thorakolumbalen Krümmungen mit Rotationskyphose [9, 10].

Zur Planung der Fusionslänge benötigt man neben einer Ganzwirbelsäulenaufnahme (GWS) im Stehen in 2 Ebenen auch Bending-Aufnahmen in beide Richtungen und ggf. eine Traktionsaufnahme.

Sämtliche strukturellen Anteile der Skoliose sollten in die Instrumentationsstrecke einbezogen werden. Bei mehrbogigen Skoliosen müssen die strukturellen von den nicht strukturellen (und somit flexiblen) Krümmungsabschnitten abgegrenzt werden (s. dazu die folgende Infobox).

ÜBERSICHT

MerkmaleinerstrukturellenKrümmung

- thorakaler Krümmungswinkel von mehr als 50°
- thorakaler Cobb-Winkel auf den reversen Bending-Aufnahmen von mehr als 25°
- ausgeprägter Rippenbuckel
- lumbaler Cobb-Winkel von mehr als 60°
- lumbaler Cobb-Winkel auf den reversen Bending-Aufnahmen von mehr als 25°
- ausgeprägter Lendenwulst
- hyperkyphotische Wirbelsäulenabschnitte

OP-SCHRITTE UND TRICKS

Bestimmung der Fusionslänge

Instrumentationsstrecke ventral

- In der Regel von End-zu-End-Wirbel.
- Lumbal sollte die Bandscheibe distal der Instrumentation auf den Bending-Aufnahmen zu beiden Seiten flexibel sein.
- Der unterste instrumentierte Wirbel sollte sich bei der lumbalen Krümmung auf der Bending-Aufnahme auf < 15° Tilt horizontalisieren.

Instrumentationstrecke dorsal

- Der distale letzt-zu-instrumentierende Wirbel sollte auf der präoperativen GWS-Aufnahme von der zentralen sakralen vertikalen Linie (CSVL) noch geschnitten werden.
- Der distale letzt-zu-instrumentierende Wirbel sollte auf der a.-p. GWS-Aufnahme neutral rotiert sein.
- Bei rechtsgerichtetem Tilt des 1. Brustwirbels auf der GWS-Aufnahme und insbesondere bei klinischem Schultertiefstand rechts sollte die hochthorakale Krümmung mit korrigiert und fusioniert werden.

Die Regeln zur Bestimmung der Fusionslänge unterscheiden sich je nach ventraler oder dorsaler Operationstechnik (s. Infobox „OP-Schritte und Tricks: Bestimmung der Fusionslänge“).

OP-Technik ventral

OP-SCHRITTE UND TRICKS

OP-Technik von ventral

- Präoperative Platzierung eines thorakalen Periduralkatheters (PDK) zur intraoperativen und postoperativen Schmerztherapie [11].
- Bei thorakalen Eingriffen Doppellumentubus.
- Zugang von der konvexen Seite der Primärkrümmung.
- Bei lumbalen Krümmungen ggf. intersomatische Cage-Platzierung zur Profilkontrolle.
- Interkorporelle Fusion mit zerkleinerten autologen Spänen der teilresezierten Rippe.

In Seitenlage erfolgt der Zugang über die Konvexität der Primärkrümmung. Thorakal wird dazu eine Doppelthorakotomie durchgeführt (in der Regel Teilresektion der 5. Rippe und interkostale Thorakotomie zwischen der 8. und 9. Rippe über einen Hautschnitt). Nach Einsetzen der Einlungenbeatmung werden die Bandscheiben bis zum hinteren Längsband ausgeräumt und die Wirbelkörperabschlussplatten angefrischt.

Der Zugang bei Thorakolumbalskoliosen erfolgt über die Thorakophrenolumbotomie. Nach vollständiger Bandscheibenausräumung erfolgt das Setzen der Bügelplatten und der Schrauben, wobei die Schraubenspitze die Gelenkörtikalis nur minimal perforieren sollte.

Cave

Eine übermäßige gegenseitige Perforation, insbesondere bei Thorakalskoliosen, ist zu unterlassen, um nicht die Aorta zu gefährden.

Thorakalskoliosen werden zunächst mit dem flexibleren, weiter dorsal gelegenen Stab durch segmentale Kompression korrigiert. Vorher werden die zerkleinerten Späne der entnommenen Rippe in die Intervertebrälräume eingelegt. Der zweite, weiter ventral gelegene, rigide Stab dient der Kontrolle des sagittalen Profils und der Primärstabilität. Flexible thorakolumbale Krümmungen können zunächst mit dem rigiden Stab über Stabrotation korrigiert werden, mit dem weiter dorsal gelegenen, flexiblen Stab kann durch segmentale Kompression die Lordose weiter verstärkt werden.

Durch das niedrige Profil des Implantates ist ein kompletter Pleuraverschluss möglich.

TIPPS

Die Länge der Instrumentationsstrecke erstreckt sich grundsätzlich von End-zu-End-Wirbel.

Die typische Instrumentation von Thorakalskoliosen ist Th5 bzw. Th6 bis Th11 bzw. Th12, die der Thorakolumbalskoliosen Th11 bis L3.

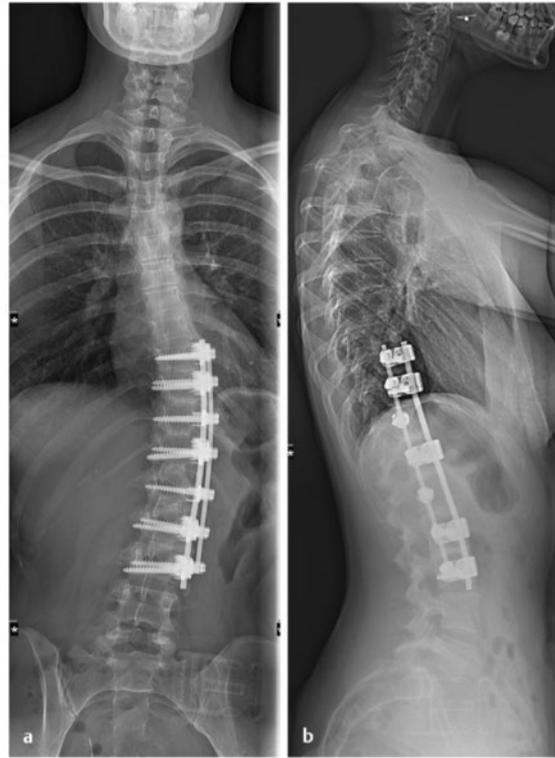
FALLBEISPIEL 2

► **Abb. 4** zeigt die Röntgenaufnahmen der Ganzwirbelsäule einer 17-jährigen Patientin mit einer links konvexen Thorakolumbalskoliose Typ Lenke 5CN mit einem Cobb-Winkel von 54°. Es erfolgte eine ventrale Derotationsspondylodese von Th9 bis L3 mit einem primär stabilen Doppelstabsystem. Hiermit konnte eine Korrektur auf einen Cobb-Winkel von 18° mit einer physiologischen Einstellung des sagittalen Profils erreicht werden (► **Abb. 5**).

Im Vergleich zu einer ebenfalls möglichen Korrekturspondylodese von dorsal hätte eine Instrumentationsstrecke von Th7 bis L4 gewählt werden müssen. Somit konnten über das ventrale Vorgehen zwei kraniale und ein kaudales Bewegungssegment eingespart werden.



► **Abb. 4** Fall 2 präoperativ.
a Röntgenaufnahme der Ganzwirbelsäule a.–p.
b Seitlicher Strahlengang.



► **Abb. 5** Fall 2 postoperativ.
a Röntgenaufnahme der Ganzwirbelsäule a.–p.
b Seitlicher Strahlengang.

OP-Technik dorsal**OP-SCHRITTE UND TRICKS****OP-Technik von dorsal**

- Intraoperatives Neuromonitoring.
- Pedikelschraubenverankerung in Freihandtechnik.
- Bei hochgradigen und rigiden Thorakalskoliosen ggf. konkavseitige Thorakoplastik.
- Verwendung von Chrom-Kobalt-Stäben zur optimierten Profilkontrolle auf der konkaven Seite.
- Die Korrektur erfolgt über Stabrotation, Translation, segmentale Derotation sowie konkavseitige Distraction und konvexseitige Kompression.
- Spondylodese mit lokalem Knochen und Knochenersatzmaterial (z. B. Kalziumphosphat), augmentiert mit stammzellhaltigem Blut aus den Pfriemkanälen.
- Intraoperative Platzierung eines thorakalen Peridural-katheters zur postoperativen Schmerztherapie.

Nach Präparation der Dornfortsätze, Wirbelbögen und der Facettengelenke im zu instrumentierenden Bereich erfolgt die fluoroskopische Höhensicherung des kaudalen Endwirbels. Dann sukzessives Eröffnen der Facettengelenke mit dem Meißel. Hierbei muss beachtet werden, dass das dem kranialen Ende der Instrumentation benachbarte Facettengelenk nicht mit eröffnet wird. Ebenfalls sollte hier das supra- und interspinöse Band geschont werden, um eine Anschlussproblematik zu vermeiden.

Präoperativ sollte der Plan für die Pedikulierung bereits feststehen. Hierbei wird meist die konkave Seite insbesondere im Scheitelbereich durchpedikuliert und konvexseitig alternierend besetzt. In der aktuellen Literatur wird eine optimale Schraubendichte von 50–80% angegeben [12].

Bei regelrechtem Tastbefund aller Pfiemkanäle kann jetzt, je nach Erfahrung des Operateurs, die Schraubenplatzierung oder erst eine fluoroskopische Kontrolle mit Markierungspins erfolgen. Zusätzlich kann auch jeder Schraubenkanal wahlweise mit dem Neuromonitoring stimuliert werden.

■ Cave

Bei der Pfiemrichtung ist auf die dreidimensionale Deformierung jedes einzelnen Wirbels zu achten, die zum Teil klinisch anhand der Dornfortsatz- und Laminaausrichtung sowie an der Rotation des Wirbels im Röntgenbild zu eruieren sind.

Bei regelrechten Tastbefund und Längenbestimmung kann die Pedikelschraube wahlweise monoaxial, polyaxial oder als Langkopfschraube eingebracht werden.

Im Bereich der thorakalen Konkavität sind die Pedikel bei der idiopathischen Skoliose sehr klein. Hier liegt aufgrund der Skoliose das Rückenmark dem Pedikel direkt an [13]. Die Pedikulierung konkavseitig im Krümmungsscheitel ist wegen der kleinen Pedikel sehr anspruchsvoll. Sollte die Pedikulierung in einem Pedikel nicht gelingen, so wird empfohlen, diesen auszulassen.

Nach Implantation der Pedikelschrauben wird empfohlen, die motorischen evozierten Potenziale mittels Neuromonitoring zu überprüfen. Zusätzlich sollte eine fluoroskopische Kontrolle aller Pedikelschrauben in zwei Ebenen erfolgen.

Die Stäbe werden in die gewünschte Lordose und Kyphose vorgebogen unabhängig von der jetzt noch bestehenden Skoliose. Mittels Cantilevertechnik wird der Stab auf der Konkavität eingebracht und die Madenschrauben zunächst nur locker aufgedreht. Sodann erfolgt die Korrektur mittels Translation, Stabrotation, ggf. Distraction und segmentaler Derotation.

Hierbei sei angemerkt, dass die segmentale Derotation auch mit modernen Implantaten aufgrund der Rigidität des Thoraxes eingeschränkt ist. Im Falle einer ausgeprägten Lordoskoliose mit ausgeprägtem Rippental kann ein zuvor durchgeführtes konkavseitiges Rippenrelease mit Anhebung der Rippen dann auf den konkavseitigen Stab hilfreich sein [14].

Neben der Cobb-Winkel-Korrektur und Derotation ist die Einstellung eines physiologischen sagittalen Profils entscheidend. Da der Titanstab auf der Konkavität beim Stabderotationsmanöver oder bei der Translation abflacht, wird zur Korrektur der Lordoskoliose ein Chrom-Kobalt-Stab empfohlen [15]. Nach Einbringen des konvexseitigen Titanstabes kann hier mittels segmentaler Kompression noch eine finale Korrektur erreicht werden.

Im Falle einer eher selteneren Kyphoskoliose werden periapikale Ponte-Osteotomien zur Korrektur der Kyphose empfohlen.

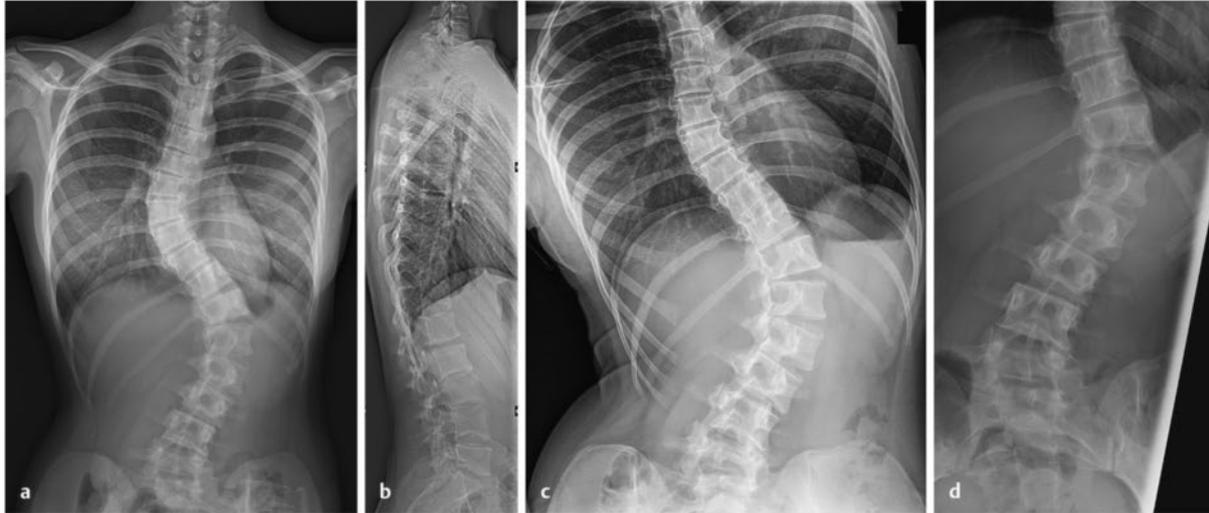
Eine erneute Neurostimulation mittels MEP zum Ausschluss einer Überdistraction sollte im Anschluss erfolgen.

Abschließend muss neben dem klinischen Ergebnis auch das fluoroskopische Ergebnis insbesondere mit harmonischer Einstellung des letzt-instrumentierten kranialen und kaudalen Wirbels kontrolliert werden. Zuletzt erfolgt die Resektion der Dornfortsätze unter Erhalt des Dornfortsatzes des kranial letzt-instrumentierten Wirbels und Anfrischen der Wirbelbögen mit dem Meißel. Einbringen eines thorakalen PDK etwa in der Mitte der Instrumentationsstrecke, der epidural ca. 5 cm nach kranial vorgeschoben wird. Lumbal sollte eine PDK-Anlage vermieden werden, da sonst die postoperative Neurologiekontrolle verfälscht sein kann.

Nun Auflagerung des autolog gewonnenen zerkleinerten Knochens vermischt mit Knochensatzstoff augmentiert in stammzellhaltigem Blut aus den Pfiemkanälen [16]. Der Faszienschluss erfolgt wasserdicht in fortlaufender Doppelnahttechnik, sodass eine Redon-Drainage-Anlage in Regel nicht erforderlich wird.

FALLBEISPIEL 3

15-jähriges Mädchen mit täglichen Rückenschmerzen und Krümmungsprogredienz unter Korsetttherapie. Die Ganzwirbelsäulenaufnahmen (► **Abb. 6 a**, **Abb. 6 b**) und Bending-Aufnahmen (► **Abb. 6 c**, **Abb. 6 d**) zeigen eine doppelbogige Skoliose mit einem links konvexen lumbalen Cobb-Winkel von 68° und einem rechts konvexen thorakalen Cobb-Winkel von 55° sowie einer Rotationskyphose im thorakolumbalen Übergang Typ Lenke 6CNTL.



► **Abb. 6** Fall 3 präoperativ.

- a Röntgenaufnahme der Ganzwirbelsäule a.–p.
- b Röntgenaufnahme der Ganzwirbelsäule, seitlicher Strahlengang.
- c Bending-Aufnahme nach rechts.
- d Bending-Aufnahme nach links.

► **Abb. 7 a** u. ► **Abb. 7 b** zeigen das Korrekturergebnis nach dorsaler Korrekturspondylodese Th5 bis L4 im 1-Jahres-Verlauf mit einem lumbalen Cobb-Winkel von 26° und thorakal von 25° mit einer vollständigen Kyphosekorrektur im thorakolumbalen Übergang.

Anzumerken ist, dass die konkavseitigen Pedikel so klein waren, dass diese überwiegend uninstrumentiert bleiben mussten [12].



► **Abb. 7** Fall 2 postoperativ.

- a Röntgenaufnahme der Ganzwirbelsäule a.–p.
- b Seitlicher Strahlengang.

Anästhesiologische Besonderheiten beim intraoperativen Neuromonitoring

Beim intraoperativen Neuromonitoring sind folgende anästhesiologische Besonderheiten zu beachten:

- Einsatz ausschließlich kurzwirksamer Muskelrelaxanzien zur Einleitung der Patienten.
- Kompletter Verzicht auf Inhalationsanästhetika.
- Vor Ableitung der motorisch evozierten Potenziale (MEP) Abflachen der Narkose, z. B.
 - Pausieren des Propofols,
 - Anheben des Blutdrucks auf einen MAD von über 70 mmHg.
- Intraoperatives arterielles RR-Monitoring.
- Schutz vor Auskühlen des Patienten.

Operationsrisiken

Die OP-Risiken bei der Korrekturspondylodese fasst

► **Tab. 1** zusammen.

PRAXIS

Operative Prinzipien

Bei Beachtung der o. g. Operationsregeln ist die Gefahr der langfristigen Dekompensation oder die Entwicklung einer Anschlussdegeneration bei der idiopathischen Skoliose als gering einzustufen [18, 19].

- Instrumentationsstrecke so kurz wie möglich und so lang wie nötig.
- Korrektur des frontalen Profils (Schultergeradstand, lotgerechte Wirbelsäule).
- Korrektur des sagittalen Profils (Rekonstruktion einer physiologischen BWS-Kyphose mit lordotischer Einstellung der HWS und LWS).
- Intraoperatives Neuromonitoring zur Früherkennung von neurologischen Problemen.

Nachbehandlung

Postoperative Schmerztherapie

Der prä- oder intraoperativ thorakal angelegte PDK wird die ersten 3–5 Tage für die postoperative Schmerztherapie verwendet. Eine zusätzliche orale bzw. i. v. Schmerzmedikation nach WHO-Schema ist erforderlich.

Neurologische Diagnostik

In den ersten postoperativen Tagen ist eine tägliche neurologische Untersuchung zwingend erforderlich, da neurologische Defizite auch mit einer zeitlichen Latenz auftreten können.

► **Tab. 1** Operationsrisiken der Korrekturspondylodese (nach Coe et al. 2006 [17]).

Komplikationsrate	ventraler Zugang	dorsaler Zugang
neurologisch	0,26%	0,32%
pulmonal	1,55%	0,96%
Wundinfektion	0,17%	1,35%
durch das Implantat bedingt	1,37%	0,64%

Mobilisation, Bewegung, sportliche Betätigung

Die postoperative Mobilisation beginnt mit dem 1. postoperativen Tag. Bei Patienten nach ventraler Skoliosekorrektur ist eine ergänzende Atemtherapie, ggf. auch CPAP, in den ersten postoperativen Tagen sinnvoll.

Die Patienten sind in der Regel nach 8–10 Tagen postoperativ entlassungsfähig. Die Schule kann nach etwa 4 Wochen postoperativ wieder besucht werden. Rehabilitationsmaßnahmen sind in der Regel nicht indiziert.

Sportverbot für Schulsport, Kontaktsportarten sowie Leichtathletik und Gerätturnen besteht für 12 Monate bis zum Abschluss der knöchernen Fusion. Freizeitaktivitäten wie Radfahren und Schwimmen können nach 3 Monaten wieder aufgenommen werden.

Merke

Adoleszente Patienten sind nach Skolioseoperationen meist nach 6–12 Wochen komplett schmerzfrei und in ihrem Alltag nicht mehr relevant eingeschränkt.

Keine Metallentfernung

Die eingebrachten Implantate sollten möglichst lebenslänglich in situ verbleiben, da eine Metallentfernung, trotz eingetretener knöcherner Fusion, einen gewissen Korrekturverlust mit sich bringt.

Kindliche Skoliosen

Bei Patienten mit noch relevantem Restwachstum (unter 10–12 Jahren) kommen mitwachsende Systeme zur Anwendung. Hier stehen unterschiedlichste Techniken wie z. B. Magnetstäbe oder pädiatrische Implantatsysteme mit der Möglichkeit der regelmäßigen Nachdistraktion zur Verfügung.

Ausblick

Die etablierte operative Therapie der idiopathischen adoleszenten Skoliose geht wie oben beschrieben bisher immer mit einer Versteifung einher. Seit einigen Jahren gibt es Implantatentwicklungen, die ein weiteres Wachstum und eine Restbeweglichkeit zulassen. Ergebnisse dieser neuen Operationstechniken (Tethering), z. B. mit einem ventralen Schrauben-Seil-System, bei dem die Bandscheiben in situ verbleiben, beschränken sich auf 1- bis 2-Jah-

res-Ergebnisse und wurden bisher nur auf Kongressen vorgestellt. Zitierbare Publikationen sowie Langzeitergebnisse stehen hierzu noch aus.

Schlussfolgerung

Die idiopathische Adoleszenten skoliose sollte ab einem Cobb-Winkel von 20°–40° mit einem Korsett und ergänzender Krankengymnastik therapiert werden. Bei Versagen der konservativen Therapie oder einem Cobb-Winkel thorakal ab 50° und lumbal ab 40° sollte die Indikation zu einer operativen Therapie geprüft werden. Hierbei stehen die ventrale Derotationsspondylodese für einbogige und die dorsale Korrekturspondylodese für ein- und doppelbogige Skoliosen zur Verfügung. Die meisten Skoliosen werden heutzutage von dorsal operiert.

KERNAUSSAGEN

- Die Ätiologie der idiopathischen Skoliose bleibt unklar, wobei eine familiäre Disposition besteht.
- Klassifikation erfolgt nach Lenke.
- Die konservative Therapie ist indiziert bei einem Cobb-Winkel zwischen 20° und 40° bis Wachstumsabschluss.
- Die operative Therapie sollte ab einem Cobb-Winkel von 40° bzw. 50° in Erwägung gezogen werden *unabhängig* von dem Alter des wachsenden Skoliosepatienten.
- Die Skolioseoperation bedarf einer intensiven Planung bei klaren Richtlinien wie oben beschrieben.
- Das neurologische Risiko beträgt < 0,4%.

Interessenkonflikt

Frau Prof. Dr. Viola Bullmann hat Honorare für Vorträge von folgenden Firmen erhalten: Aesculap, DepuySynthes, Medtronic, Stryker.

Herr Prof. Dr. Ulf Liljenqvist hat in diesem Jahr Honorare für Vorträge von folgenden Firmen erhalten: Silony.

Autorinnen/Autoren



Viola Bullmann

Prof. Dr. med. 1990–1996 Studium der Humanmedizin an der Universität Hamburg, 1997–2002 Facharztausbildung Orthopädie, 2008–2011 Leiterin der Sektion Wirbelsäulenorthopädie Universitätsklinik Münster. Seit 2011 Chefarztin der Klinik für Wirbelsäulenchirurgie St. Franziskus-Hospital Köln.



Ulf Liljenqvist

Prof. Dr. med. 1986–1992 Studium der Humanmedizin an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster sowie Medical Schools in Houston, Texas, und London, England. 2004–2006 Orthopädische Universitätsklinik Münster. Seit 2007 Chefarzt der Klinik für Wirbelsäulenchirurgie St. Franziskus-Hospital Münster.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Viola Bullmann

Stellvertretende ärztliche Direktorin
St. Franziskus-Hospital Köln-Ehrenfeld
Klinik für Wirbelsäulenchirurgie/Orthopädie II
Schönsteinstr. 63
50825 Köln
viola.bullmann@cellitinnen.de

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist Prof. Dr. med. Viola Bullmann, Köln.

Literatur

- [1] Dayer R, Haumont T, Belaieff W et al. Idiopathic scoliosis: etiological concepts and hypotheses. *J Child Orthop* 2013; 7: 11–16
- [2] Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent scoliosis. *J Child Orthop* 2013; 7: 3–9
- [3] Nachemson A, Lonstein J, Weinstein S. Report of the Scoliosis Research Society Prevalence and Natural History Committee 1982. Annual meeting.
- [4] Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65: 447–455
- [5] Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF et al. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis. *JAMA* 2003; 289: 559–567
- [6] Lenke LG, Betz RR, Harms J et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83-A: 1169–1181
- [7] Thompson RM, Hubbard EW, Jo CH et al. Brace success is related to curve type in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2017; 99: 923–928
- [8] Bullmann V, Schulte T, Schmidt C et al. Pulmonary function after anterior double thoracotomy approach versus posterior surgery with costectomies in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2013; 22: S164–S171
- [9] Liljenqvist U, Lerner T, Bullmann V. Selective fusion of idiopathic scoliosis with respect to the Lenke classification. *Orthopäde* 2009; 38: 189–192
- [10] Liljenqvist U, Halm H, Bullmann V. Spontaneous lumbar curve correction in selective anterior instrumentation and fusion of idiopathic thoracic scoliosis of Lenke type C. *Eur Spine J* 2013; 22: S138–S148
- [11] Wenk M, Ertmer C, Weber T et al. Feasibility and efficacy of preoperative epidural catheter placement for anterior scoliosis surgery. *Anesthesiology* 2010; 113: 353–359
- [12] De Kleuver M, Lewis SJ, Germscheid NM et al. Optimal surgical care for adolescent idiopathic scoliosis: an international consensus. *Eur Spine J* 2014; 23: 2603–2618
- [13] Liljenqvist UR, Allkemper T, Hackenberg L et al. Analysis of vertebral morphology in idiopathic scoliosis with use of magnetic resonance imaging and multiplanar reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84-A: 359–368
- [14] Samdani AF, Hwang SW, Miyajima F et al. Direct vertebral body derotation, thoracoplasty, or both: which is better with respect to inclinometer and scoliosis research society-22 scores? *Spine (Phila Pa 1976)* 2012; 37: E849–E853
- [15] Lamerain M, Bachy M, Delpont M et al. CoCr rods provide better frontal correction of adolescent idiopathic scoliosis treated by all-pedicle screw fixation. *Eur Spine J* 2014; 23: 1190–1196
- [16] Lerner T, Griefingholt H, Liljenqvist U. Knochenersatzstoffe in der Skoliosechirurgie. *Orthopäde* 2009; 38: 181–188
- [17] Coe JD, Arlet V, Donaldson W et al. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: 345–349
- [18] Bernstein P, Hentschel S, Platzeck I et al. Thoracic flat back is a risk factor for lumbar disc degeneration after scoliosis surgery. *Spine J* 2014; 14: 925–932
- [19] Schulz J, Asghar J, Bastrom T et al. Optimal radiographical criteria after selective thoracic fusion for patients with adolescent idiopathic scoliosis with a C lumbar modifier: does adherence to current guidelines predict success? *Spine (Phila Pa 1976)* 2014; 39: E1368–E1373

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0734-5344>
Orthopädie und Unfallchirurgie up2date 2019; 14: 571–585
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 1611-7859

Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist in der Regel 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Den genauen Einsendeschluss finden Sie unter <https://eref.thieme.de/CXBRX5M>. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter <https://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter <https://eref.thieme.de/CXBRX5M> oder über den QR-Code kommen Sie direkt zur Startseite des Wissenstests.

VNR 2760512019156640599



Frage 1

Die idiopathische Skoliose ...

- A ist angeboren.
- B geht meist mit einer Kyphoskoliose einher.
- C ist eine dreidimensionale Wirbelsäulendeformität.
- D betrifft nur Mädchen.
- E betrifft nur Jungen.

Frage 2

Welche Aussage zur Progredienzwahrscheinlichkeit der idiopathischen Skoliose in der Adoleszenz ist richtig?

- A zwischen 20° und 29° nach Cobb: Progredienzwahrscheinlichkeit 60%
- B zwischen 10° und 19° nach Cobb: 50% Progredienzwahrscheinlichkeit
- C zwischen 30° und 40° nach Cobb: 100%
- D zwischen 40° und 50° nach Cobb: 60%
- E zwischen 0° und 9° nach Cobb: 40%

Frage 3

Welche Aussage zur Klassifikation der Skoliose trifft zu?

- A Früher wurde die Lenke-Klassifikation angewendet.
- B Aktuell wird die King-Klassifikation angewendet.
- C Die Lenke-Klassifikation ist zweidimensional.
- D Für die Verwendung der Lenke-Klassifikation benötigt man nur GWS-Röntgen in 2 Ebenen.
- E Für die Verwendung der King-Klassifikation benötigt man GWS-Röntgen in 2 Ebenen.

Frage 4

Welche Aussage zur konservativen Therapie der idiopathischen Skoliose ist richtig?

- A Bei einer skoliotischen Fehllhaltung besteht die Indikation für Krankengymnastik.
- B Ab einem Cobb-Winkel von >40° ist eine Korsetttherapie nicht mehr indiziert.
- C Eine Korsetttherapie führt bei guter Korsett-Compliance immer zum Erfolg.
- D Das Korsett wird bei Mädchen im Alter von 16 Jahren abgeschult.
- E Eine Korsettindikation besteht ab einem Cobb-Winkel von 10°.

Frage 5

Wann besteht eine Operationsindikation bei der idiopathischen Skoliose?

- A ab einem Alter von 16 Jahren
- B bei einem Cobb-Winkel von 40–50°
- C bei Thorakalskoliosen ab 60°
- D bei Lumbalskoliosen ab 60°
- E bei einem Body-Mass-Index zwischen 18 und 24

Frage 6

Das Ziel der Skolioseoperation ist ...

- A eine komplette Korrektur der Krümmung.
- B die Induktion eines Flachrückens.
- C eine Korrektur nur des frontalen Profils.
- D eine Korrektur nur des sagittalen Profils.
- E eine dreidimensionale Formkorrektur.

Frage 7

Was ist der Vorteil der ventralen gegenüber der dorsalen Korrekturspondylodese?

- A bessere Lungenfunktion postoperativ.
- B geringere Invasivität
- C Körpergrößenzunahme durch Distractionskorrektur
- D kürzere Instrumentationsstrecke
- E intraoperativ Anlage eines Periduralkatheters problemlos

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung...

Frage 8

Eine der folgenden Aussagen zur dorsalen Korrekturspondylodese trifft *nicht* zu. Welche?

- A Die dorsale Korrekturspondylodese ist die am häufigsten angewandte operative Therapie der idiopathischen Skoliose.
- B Die dorsale Korrekturspondylodese eignet sich insbesondere auch bei doppelbogigen Skoliosen.
- C Heutzutage sollte die dorsale Korrekturspondylodese mit intraoperativem Neuromonitoring erfolgen.
- D Eine dorsale Korrekturspondylodese kann das sagittale Profil besser korrigieren als die ventrale Derotationsspondylodese.
- E Die dorsale Korrekturspondylodese geht mit einem statistischen Risiko für das Auftreten von neurologischen Defiziten von 0,32% einher.

Frage 9

Welche Aussage trifft zu?

- A Das Pedikulieren konkavseitig im Krümmungsscheitel ist besonders anspruchsvoll bedingt durch die sehr kleinen Pedikel.
- B Da der Chrom-Kobalt-Stab auf der Konkavität beim Stabderotationsmanöver oder bei der Translation abflacht, wird zur Korrektur der Lordoskoliose ein Titanstab empfohlen.
- C Die periapikale Ponte-Osteotomie wird nur zur Korrektur der thorakolumbalen Kyphose empfohlen.
- D Bei der dorsalen Korrekturspondylodese ist in der Regel die Anlage einer Redon-Drainage indiziert.
- E Bei der segmentalen Derotation kann mit den modernen Implantaten die Rigidität des Thoraxes gut ausgeglichen werden.

Frage 10

Eine der folgenden Aussagen trifft *nicht* zu. Welche?

- A Patienten dürfen ein Jahr nach einer Skolioseoperation wieder Sport treiben.
- B Vor einer Skolioseoperation müssen Patienten intensive Krankengymnastik durchführen, um die Wirbelsäule flexibel zu halten und die Muskulatur zu stärken.
- C Nach einer Operation ist in der Regel keine Rehabilitationsmaßnahme indiziert.
- D Das Sportverbot nach einer Operation sollte eingehalten werden, bis die knöchernen Fusion eingetreten ist.
- E Die eingebrachten Implantate sollten lebenslang verbleiben, um einen Korrekturverlust zu vermeiden.