

## Entwicklungskriterien der idiopathischen Skoliose

Dr. Dieter Göbel  
Arzt für Orthopädie  
Weinstr. 3  
8000 München 2

### Zusammenfassung

Definitionsgemäß handelt es sich bei der Skoliose um eine Seitverbiegung der Wirbelsäule. Während der Skelettreifung in der praepuberalen Wachstumsphase läßt sich bei Patienten mit idiopathischer Skoliose eine Höhenzunahme des ventralen Anteils der Grund- und Deckplattenepiphysen der Wirbelkörper an bestimmten Abschnitten der Wirbelsäule nachweisen. Nach den dargelegten Untersuchungen spielt diese bei der Entstehung der idiopathischen Skoliose eine wesentliche Rolle.

Hier wurde an 50 Fällen die Thoraxtiefe mittels des "Thoraxtiefenparameters" bestimmt.

### Summary

According to the definition scoliosis is a bending of the spine. During the growth of the skeleton in certain stages of growth an increase of height of the ventral parts of the base- and coverplateepiphyses in certain parts of the spine can be proved. According to above mentioned check-ups they play a great part in the development of the idiopathic scoliosis.

In 50 cases the "Thoraxdepthparameter" was defined.

Abb. 1a



Abb. 1b



- Abb. 1a: Darstellung der Hyperplasie der ventralen Anteile der Brustwirbelkörper
- Abb. 1b: Zustand nach Wachstumsende: hohe, kastenförmige Wirbelkörper bei dorso-lumbaler Skoliose

Bei regelmäßigen Untersuchungen von Kindern mit Haltungsschwächen und Wirbelsäulenverkrümmungen haben wir zwischen dem 8. und 13. Lebensjahr besonderen Wert auf eine seitliche Röntgenaufnahme der Brustwirbelsäule und der oberen Lendenwirbelsäule gelegt. Die Kinder wurden uns teilweise von Schulärzten, teils von Kurärzten zur weiteren Überwachung zugewiesen. Anschließend wurden die Eltern und die Hausärzte bei entsprechenden Befunden zu einer Kontrolle bzw. orthopädischen Überwachung angehalten. Die jugendärztlichen Untersuchungen am Städt. Gesundheitsamt ergaben bei den jährlichen Auswertungen, daß ca. 30 % der Einschulkinder an Haltungsschwächen leiden.

Aus diesem Grund wurde der Frage nachgegangen, die Hueter als erster 1865 stellte, nämlich ob dem Thorax die Schrittmacherfunktion bei der Skoliose-Entstehung zukomme.

Deshalb wurde von uns neben der a.p.-Aufnahmetechnik immer zusätzlich eine Seitenaufnahme, und zwar des gesamten Thorax durchgeführt. Die Röntgenaufnahme erfolgte im Liegen auf der konvexen Seite, wobei sich der Patient mit der linken Hand an der oberen Buckytischplatte festhalten konnte, so daß gelegentlich, je nach Schweregrad der Verbiegung, zusätzlich an der rechten unteren Extremität extendiert werden konnte. Konvex anliegend deshalb, damit sich die hinteren Rippenbögen aufgrund der paralaktischen Strahlendiskrepanz nicht zu weit auseinanderbewegten. Die Filmfoliengröße und die Ausblendung wurden so gewählt, daß sich auch das Sternum abzeichnete. Die Zentrierung des Strahlenganges erfolgte in der Axillarlinie in Höhe von D 8.

Die Seitenaufnahme gibt auch Aufschluß über den Angriffspunkt der stärksten Drehung. Hier weichen die dorsalen Rippenbögen entsprechend dem sich klinisch darstellenden Rippenbuckel am weitesten voneinander ab.

Einige unserer untersuchten 50 Fälle zeigten auf den im frontalen Strahlengang angefertigten Röntgenbildern des dorso-lumbalen Überganges an den Brustwirbelkörpern und oberen Lendenwirbelkörpern im Bereich der Grund- und Deckplattenepiphysen zu bestimmten Wachstumsabschnitten ventral eine leichte knöcherne Plateaubildung. Hierdurch kommt es in dieser Körperregion zu einer Steilstellung, teils zu einer leichten Lordosierung der Brustwirbelsäule. Von der Anatomie der Brustwirbelkörper wissen wir, daß

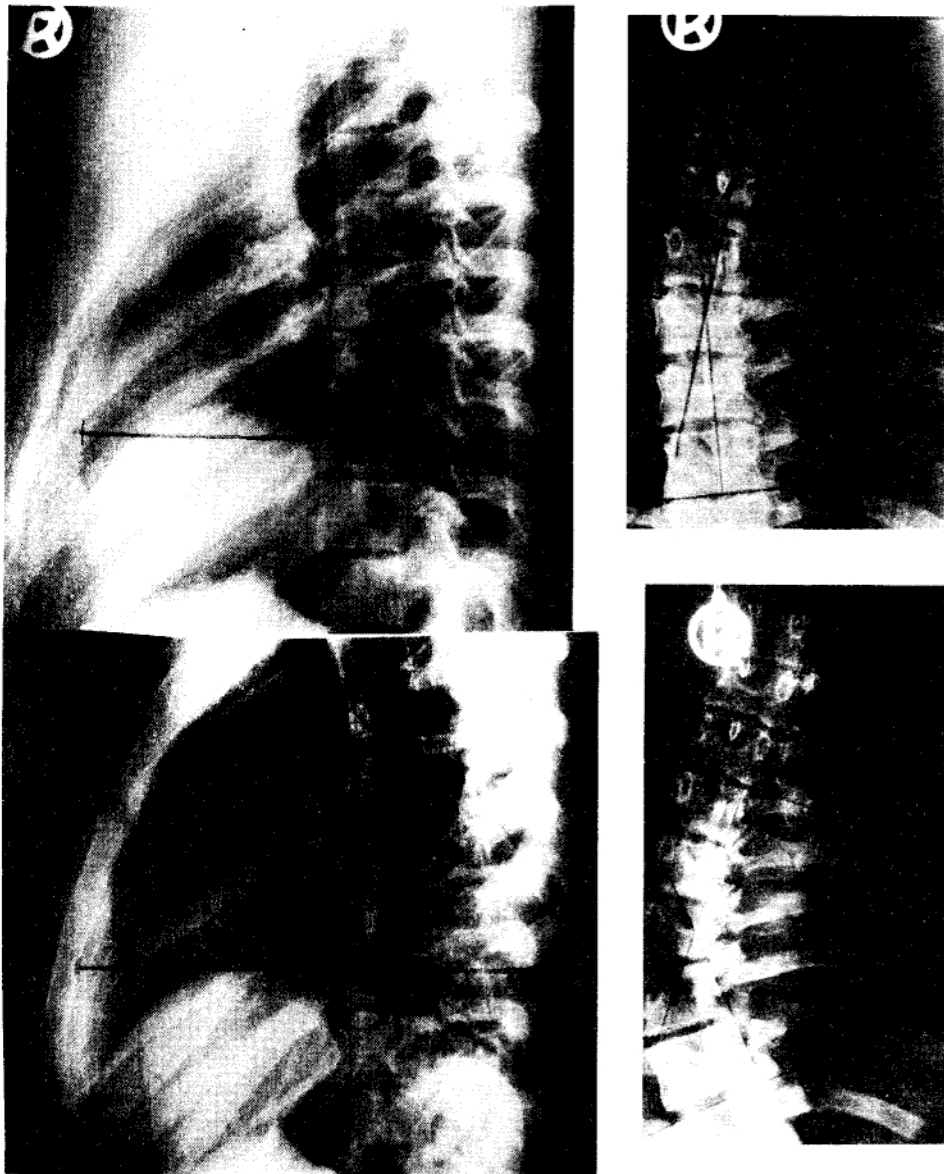


Abb. 2: Darstellung des Thoraxtiefenparameters. Dies ist das Abstandsverhältnis des paralaktischen Mittelpunktes zwischen den hinteren Rippenbögen zur Wirbelkörperpervorderwand und von dort zum Sternum. Gleiches Zwillingspaar im Alter von 18 Jahren wie Abb. 3  
 oben: W.H. Thoraxumfang exp./insp. 90/94 Cobb 17°  
 unten: W.S. Thoraxumfang exp./insp. 82/85 Cobb 41°

diese gegenüber den von der Aufsicht her eher nierenförmig bzw. queroval gestalteten Lenden- und Halswirbelkörpern nach ventral herzförmig spitz zulaufen, so daß es bei einer Höhenzunahme in diesem Bereich zu einer kugellagerartigen Instabilität und Sperrung der physiologischen Kyphosierung kommt.

Entwicklungsgeschichtlich ist der Knochenkern des Wirbelkörpers anfangs paarig angelegt; beide Teile verschmelzen jedoch alsbald miteinander. Außer diesen frühzeitig entstehenden Hauptverknöcherungspunkten treten später noch mehrere accessorische Knochenkerne auf. Drei von ihnen sind kleinere Knochenstücke, die sich an den Enden der Quer- und der Dornfortsätze befinden. Die beiden anderen sind dünne Scheiben, die sich an den Endflächen der Wirbelkörper bilden und den Namen "Epiphysenplatten" führen. Eine Hyperplasie der Wirbelkörper epiphysenplatten im ventralen Anteil ergibt eine Verlagerung der Druckverhältnisse, die physiologisch nur durch eine Zunahme der Lordosierung kompensiert werden kann. Anatomisch steht dieser Lordosierung von Seiten des Skelettes nichts im Wege, da eine Trennung von Wirbelkörper und Bogenreihe zu einer Verkürzung der Bogenreihe um ca. 1/7 der Wirbelsäulenlänge führen würde. Nach Fick finden wir ferner bei einer aufgerichteten Wirbelsäule des erwachsenen Menschen den Übergang von Brustkyphose zur Lendenlordose in der medialen Höhe des 9. Brustwirbelkörpers. Diese Höhe entspricht dem Schwerpunkt des gesamten Stammes mit den oberen Extremitäten. Bei Kindern im Alter von 6 - 12 Jahren fand W. Leger, daß die Wirbelsäule weniger individuelle Unterschiede als beim Erwachsenen bietet. So lagen die Beckenneigungswinkel durchschnittlich bei Werten von 70 Grad. Über dem steilgestellten Becken fand Leger eine kurze, aber deutlich gekrümmte Lendenlordose, deren Umschlagspunkt zur Brustkyphose in Höhe des 2. und 3. Lendenwirbelkörpers zu liegen kommt. Mit zunehmendem Alter erfolgt eine Tendenz zur Verschiebung des Punktes nach cranial.

Neben anderen praedisponierenden Ursachen ist vor allem die Mechanik das auslösende Moment für die Entstehung der Deformität. Nach unseren Untersuchungen kommt es während des Wachstums in der Praepubertät zu einem Knorpelaufquellen der Deck- und Grundplattenepiphysen im ventralen Bereich und so zu einer vermehrten chondralen Knochenbildung unter mechanischem Druck (Krombecher).

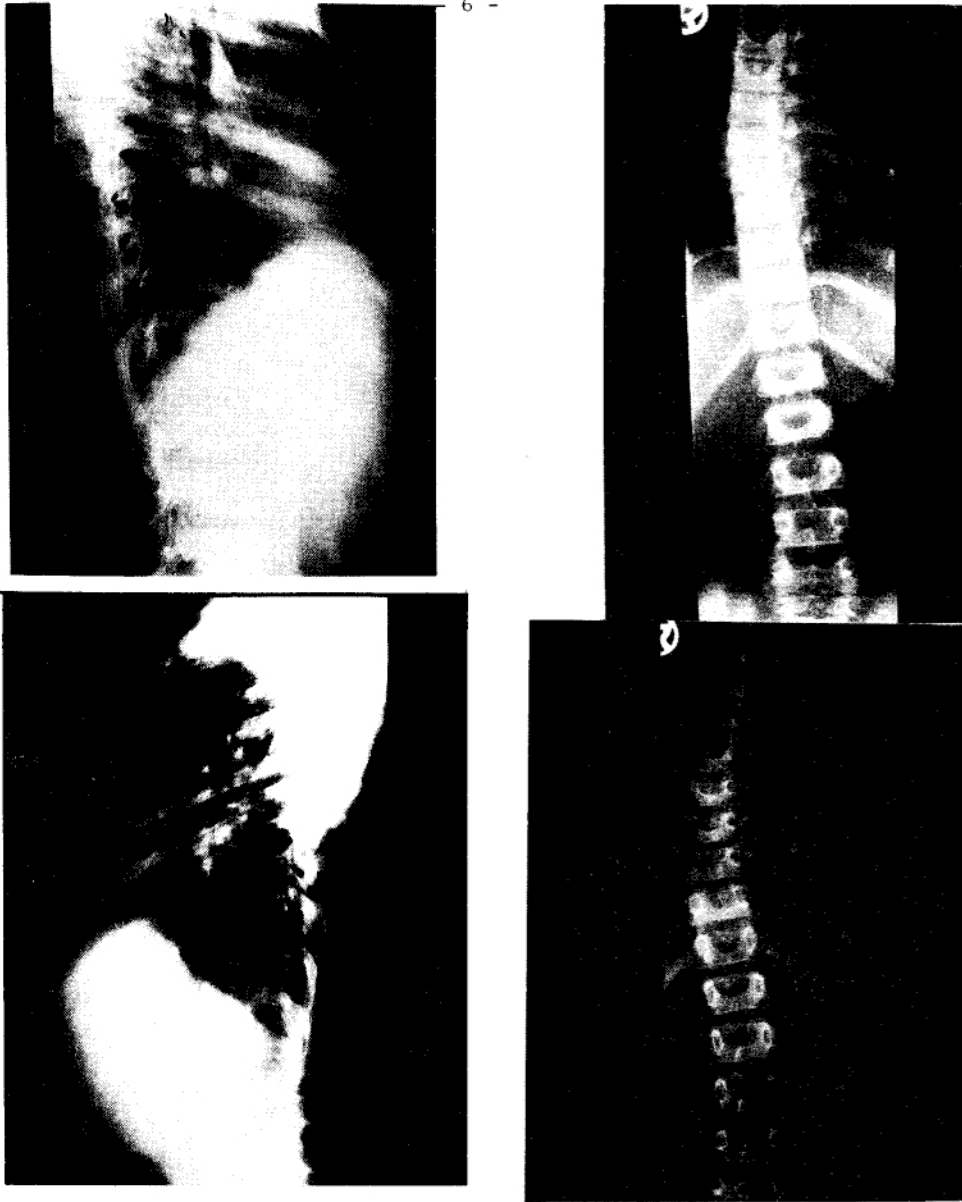


Abb. 3: Eineiiges weibliches Zwillingsspaar, das 1976 erstmals im Alter von 10 J. wegen einer rechts-konvexen BWS-Krümmung untersucht u. behandelt wurde. Das athletische Mädchen mit dem größeren Thoraxumfang hat die Ventralisation der Wirbelkörper deutlich besser kompensiert (s. Abb. 2).  
 oben: W.H. Thoraxumfang exp./insp. 64/69 Cobb 15°  
 unten: W.S. Thoraxumfang exp./insp. 63/67 Cobb 25°

Diese Veränderung findet vorwiegend an der unteren und mittleren Brustwirbelsäule statt und ist durch ein vermehrtes chondrales Knochenwachstum im Bereich der Epiphyse zu erklären.

Die ventrale Kantenerhöhung hemmt die Kyphosierung in dieser Region. Je weiter cranialwärts sich dieses abnorme Wachstum fortsetzt, desto mehr entwickelt sich ein ausgesprochener Flachrücken. Bei den sich nach cranial fortsetzenden Hyperplasien im Bereich der Brustwirbelsäule erfolgt eine Ventralisation der Brustwirbelkörper. Die Brustwirbelsäule schiebt sich septumartig dem Sternum entgegen. Im linken Hemithorax resultiert aus der Wirbelsäulentransformation eine Raumnot, und so kann sich ein verstärkter Angriffspunkt für die asymmetrischen Kräfte, wie sie Schede bereits beschrieben hat (Aortenbogen und Cor), bilden. Hat sich einmal eine Torsion mit entsprechender rechtskonvexer skoliotischer Einstellung entwickelt, dann erzwingen die statisch-kyphotischen Kräfte eine ständige Progredienz.

Es wirken also zwei Kräfte bei der idiopathischen Skoliose:

1. die statisch-dynamische Kraft; sie bedeutet kombiniert eine stärkere Rotations- als Torsionskraft,
2. die räumlich asymmetrische Kraft; sie bedeutet kombiniert eine stärkere Torsions- als Rotationskraft.

Letztere Kraft ist optisch aus der seitlichen Röntgenaufnahme zu erkennen; sie läßt sich aus dem Abstandsverhältnis zwischen dem paralaktischen Mittel der hinteren beiden Rippenbögen (außenwändig gemessen) zur Sternummitte und zur Wirbelkörper Vorderwand in gleicher Höhe darstellen. Das Verhältnis wird errechnet in der Verlängerung der Mittelschnittlinie (mediale Ebene) durch den 8. Brustwirbelkörper: Im Normalfall beträgt der Thoraxtiefenparameter - dies ist das Abstandsverhältnis zwischen dem paralaktischen Mittel der hinteren Rippenbögen zur Wirbelkörper Vorderwand und von der Wirbelkörper Vorderwand zum Sternum - 1 : 2; bei einer Verminderung dieses Abstandes, d. h. bei Annäherung dieses Verhältnisses an 1 : 1 ist mit einer erheblichen Progredienz der Seitbiegung zu rechnen. Im Gegensatz hierzu nähert sich dieser Wert bei Morbus Scheuermann sogar bis 1 : 3.

Wir müssen also, um therapeutisch die idiopathische Skoliose besser in den Griff zu bekommen, die gezielte Untersuchung der praepuberalen Gruppe bereits bei den Schuluntersuchungen weiter intensivieren und Kinder mit Dreh- und Spannungsskiosen sowie

Flachrücken umgehend einer orthopädischen Kontrolle zuführen. Bei einem Skoliosewinkel nach Cobb von 15 Grad a.p. gemessen, ist unbedingt eine seitliche Wirbelsäulenaufnahme mit Auswertung der Thoraxtiefe notwendig, um die asymmetrische Impulsstörung bekämpfen zu können.

### Diskussion

Der Begriff der echten strukturellen Skoliose wurde von Spitzzy geprägt und ist charakteristisch durch eine weitgehend fixierte seitliche Wirbelsäulenverkrümmung in der Frontalebene. Das bedeutet, daß einzelne Wirbelkörper um ihre Längsachse gedreht sind (Rotation) und damit auch einen Rippenbuckel, bzw. Lendenwulst auf der konvexen Seite der Verkrümmung erzeugen.

Aus diesem Grunde ist eine Früherkennung beim Heranwachsenden besonders wichtig. Die Diagnose wird am besten um das 8. bis 10. Lebensjahr gestellt. Dies erfordert eine Untersuchung im Stehen auf Distanz, wobei besonders auf Schulter- und Beckengeradstand sowie auf Taillendreiecke, auf das Lot und auf das Verhalten von Thorax und Lumbalregion beim Vorbeugen zu achten ist.

Von den Hyperkyphosen der Wirbelsäule ist die wichtigste zweifellos die juvenile Kyphose, die sogenannte Scheuermann'sche Erkrankung. Der Morbus Scheuermann ist eine Erkrankung des Vorpubertätsalters. Der Ort der pathologischen Veränderungen sind die Deck- und Grundplatten der Wirbelkörper, besonders der mittleren und unteren Brustwirbelsäule, wesentlicher seltener der Lendenwirbelsäule. Anatomisch pathologisch liegt hier primär eine mangelhafte Widerstandsfähigkeit der Wirbelkörpergrund- und -deckplatten vor, deren Faserknorpelschicht histologisch deutliche Unterbrüche aufweist, durch die Bandscheibengewebe dringen kann. Dabei wird die Platte des Wachstumsknorpels geschädigt, so daß mit einer Störung des Wirbelkörperwachstums zu rechnen ist.

Die Ätiologie der Scheuermann'schen Erkrankung ist unklar. Familiäres Auftreten ist nicht ungewöhnlich, so daß eine hereditäre Disposition als gesichert angesehen werden kann. Die Bindung der Erkrankung an das Vorpubertätsalter weist auf den Einfluß von Wachstum und Reifung hin. Das Wachstum ist ein quantitativer Vorgang und wird vor allem durch das Wachstumshormon gesteuert,

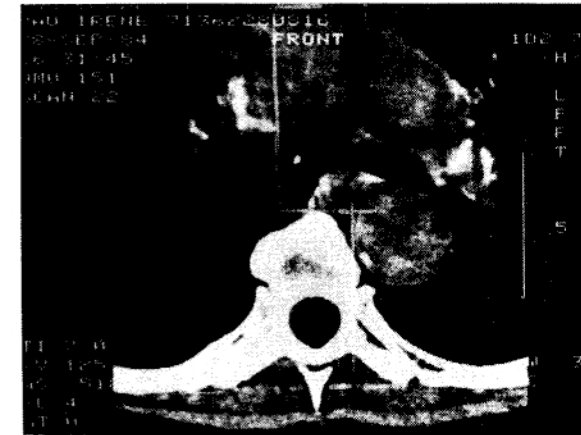


Abb. 4: Computertomographisch dargestellte Veränderung am 4. Brustwirbelkörper bei einer 65-jährigen Patientin durch den Druck des Aortenbogens; Darstellung des Thoraxtiefenparameters im CT-Schnittbild des Thorax.



Abb 5: Morbus Scheuermann als Epiphyseomalacie

dessen Freisetzung durch einen hypotalamischen Releasingfaktor ausgelöst wird. Reifung ist dagegen ein qualitativer Vorgang, der bis zur Pubertät vorwiegend vom Schilddrüsenhormon und nach Einsetzen der Pubertät unmittelbar von den Gonadenhormonen gesteuert wird. Bei dem Formenkreis der osteochondrotischen Syndrome sind die Randleistenapophysen in der Regel fast immer bei voller Blüte der Erkrankung im Röntgenbild deutlich nachweisbar. Sie bilden sich durch den zunehmenden Druck auf die Randkanten der Wirbelkörper bei einer anlagebedingten Minderwertigkeit der Grund- und Deckplattenepiphyse rascher aus. Hierbei dürfte es sich eher um eine Epiphysiomalacie handeln; es kommt zu einem durch die Randleisten gefesselten Zermalmungsprozeß der Grund- und Deckplatten und zu entsprechenden Einbrüchen in das Wirbelkörpergewebe, die sich dann als Schmorl'sche Knorpelknötchen im späteren Röntgenbild darstellen.

Durch die größere Thoraxtiefe beim Morbus Scheuermann bildet sich hier eher eine Linkstorsion der Brustwirbelsäule aus. Das Mediastinum zieht durch Hängen desselben beim aufrechten Gang durch die Schwerkraft die Wirbelkörper eher nach links.

Will man neuere Erkenntnisse darstellen, so ist das nur möglich, indem man sie zu herausragenden Gedanken der Vergangenheit in Beziehung setzt. So sollte man sich bei der Problematik der Skoliosenkorrektur auf den von Fergusson gesetzten Meilenstein des Begriffes "Primärkrümmung" beziehen. Fergusson (1938) rückte damit die segmentalen, strukturellen Veränderungen der Skoliose in den Mittelpunkt des Interesses. Er bereitete mit diesem Gedanken den Weg für eine fruchtbare Weiterentwicklung der Behandlungsprinzipien, indem er sich von der deskriptiven Betrachtungsweise der gesamten Krümmung löste.

Bei der idiopathischen Skoliose im Kindesalter führt die anhaltende asymmetrische Druckbelastung des Bewegungssegmentes sowohl zu einer Beeinträchtigung des epiphysären Wirbelkörperwachstums als auch zu einer Störung des interstitiellen apositionellen Bandscheibenwachstums im concavseitigen Anteil des Zwischenwirbelabschnittes.

Röntgenologisch findet sich im frontalen Strahlengang in Höhe des dorso-lumbalen Überganges an den Brustwirbelkörpern und oberen Lendenwirbelkörpern an den Grund- und Deckplattenepiphysenabschnitten ventral eine Erhöhung. Hierdurch kommt es in dieser

Region zu einer Steilstellung, teils zu einer leichten Lordosierung der Wirbelsäule, jedoch immer zu einer Ventralisierung. Dieses zu Beginn der Skoliosenbildung röntgenologisch nicht nachweisbare Aufquellen der Grund- und Deckplattenepiphysen im ventralen Bereich der Wirbelkörper stellt sich auf der sagittalen Aufnahme oft als tiefe Einkerbungen der Epiphysen dar, die häufig mit einem frühen Morbus Scheuermann verwechselt werden. Das Resultat dieses Fehlwachstums sind neben der starken Skoliose im sagittalen Strahlengang hohe kastenförmige Wirbelkörper beim Ausgewachsenen im frontalen Strahlengang.

Das Pendel des therapeutischen Interesses bei der Skoliose schwingt derzeit deutlich der operativen Behandlung zu. Das kommt vorwiegend daher, daß die Früherkennung und die entsprechende Frühbehandlung im Argen liegen. Die Verkrümmung ist im wesentlichen die Folge eines Ungleichgewichtes zwischen den niederziehenden Einwirkungen der Schwerkraft und den aufrichtenden Kräften des Haltungs- und Bewegungssystems. Zwischen dem Achsen skelett der Wirbelsäule und der Rumpfmuskulatur besteht eine organische Funktionsgemeinschaft, d. h. jede Veränderung des einen Funktionspartners kann zu einer Störung des anderen führen und ihn entsprechend in Mitleidenschaft ziehen.

Der Stellenwert der Krankengymnastik ist dabei in der Diskussion ihrer Bewertung nicht einheitlich und die Zielsetzung offenbar unterschiedlich. Dies bringt Schwierigkeiten für die objektive Beurteilung mit sich. Wie wir wissen, gibt es viele Methoden, und vor allem gibt es - nicht immer deutlich genug ausgesprochen - ein sehr unterschiedliches Krankengut. Äußerlich sichtbare Erfolge hat die Krankengymnastik dort, wo es sich um Probleme der muskulären Insuffizienz, der Dekompensation handelt.

Bei der idiopathischen Skoliose werden häufig aus dem Verfahren von Klapp Übungen durchgeführt. Sehr gut bewährt hat sich aus dem System von Lehnert / Schroth die spezielle Bauchatemtherapie. Die kritische Grenze für die Übungsfähigkeit dürfte bei 25 Grad nach Cobb gemessen liegen, nach Eichler ist die Grenze bereits bei 20 Grad nach Cobb gegeben.

Eine wesentliche Behandlung ist jedoch die aktive Stärkung des Schultergürtels zur Verbreiterung des Thorax, wie man sie durch Bodybuilding erreichen kann. Hier wird besonders eine Verstärkung der auxiliären Atemmuskulatur erzielt. Dies kann man noch fortsetzen durch Turnen am Seitpferd, sowie einfach durch Heben des



gesamten Körpers durch Abstützen mit den Armen vom Stuhl und selbstverständlich auch durch Bankdrücken liegend auf einer Rillenbank zur Entlastung der Wirbelkörperdornfortsätze.

Auch ein breiter, nicht so tiefer Thorax reduziert die Wirkung der asymmetrischen Kräfte im Brustraum. Weiter wird dies funktionell erreicht durch den unkrümmenden Dreifüßlergang mit Unterarmgehstützen. Hierbei wird das auf der concaven Seite der lumbalen Skoliose befindliche Bein entlastet und das entsprechend der Gegenkrümmung im Bereich der Concavseite der Brustwirbelsäule befindliche Bein belastet. Bevorzugt werden Achselkrücken. Die Behandlung mit einer BWS-Gipsriegeschale wird generell abgelehnt; statt dessen wird ein Lordosebett verwendet, das eine gute Reklination der Brust- und Lendenwirbelsäule gestattet, so daß die entsprechenden Grund- und Deckplatten völlig entlastet werden. Ein Seitliegen wird durch das Unterlegen einer Rolle unter die Kniegelenke verhindert. Eine vermehrte Lordose beim Schlafen im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule kann auch erreicht werden durch gegenseitiges Zusammenschieben zweier flacher Kopfkeile. Bei noch jüngeren Kindern kann man das Seitliegen in einer in Lendenlordosierung anmodellierten Becken-Bein-Fuß-Spreizliegeschale weitgehend unterbinden. Therapeutisch unterstützend kann man auch nachts zusätzlich die Elektrostimulation ausschließlich der paravertebralen Rückenmuskulatur verwenden. Eine seitliche Anwendung halte ich für falsch. Ebenso sollten umkrümmende Korsetts mit Druck auf das Abdomen vermieden werden. Bei entsprechender Krümmung über 25 Grad kommt deshalb nur dem Milwaukee Korsett Bedeutung zu.

Ferner sollte man auch Mädchen jegliche Taillierung verbieten, sie jedoch im Tragen von Absätzen (etwa 4 cm Höhe) zur Verbesserung der Lendenwirbellordose unterstützen. Um hierdurch eine verstärkte Kyphosierung der Brustwirbelsäule, die sich kompensatorisch automatisch einstellen würde, zu mindern, müßte man dann das Becken stärker kippen. Dies wäre durch eine apparative Versorgung möglich, wobei man die Hüften in eine stärkere Beugstellung zwingen würde. Man müßte auf diese Art und Weise eine Beugekontraktur simulieren.

Was frühe operative Eingriffe anbelangt, so sollte man sich mit einer passiven Kyphosierung der unteren Brustwirbelsäule befassen. Ähnlich wie beim chondrodystrophischen Zwerg sich häufig



Abb. 6:  
Gibbus am dorso-lumbalen Übergang bei chondrodystrophischem Geschwisterpaar  
(s. Text: Diskussion)



Abb. 7:  
Operierter und nachbestrahlter Wilmstumor bei einem 6jährigen Mädchen; Strahlenschaden in Form einer Wirbelsäulenbiegung im Bereich der LWS; evtl. bietet sich bei der früherkannten progredienten idiopathischen Skoliose eine endoskopisch gesteuerte Radiatio der BWS per viam oesophagi als Therapiemöglichkeit an.

eine schwere Kyphose im thorako-lumbalen Übergang in Form eines Gibbus ausbildet, könnte man durch eine Zerstörung der ventralen Grund- und Deckplatten und der Bandscheibenanteile langfristig eine Vertiefung des Thoraxraumes erreichen. Diese Umstellung, die etwa in Höhe des 12. Brust- und 1. Lendenwirbelkörpers angelegt werden sollte, ist eine vorübergehende. Sie muß unter Umständen später durch einen erneuten Eingriff wieder aufgerichtet werden, sofern die Natur nicht korrigierend mitgewirkt hat. Erwägenswert wäre auch eine kurzzeitige Radiatio der Konvexseite ventralseitig über den Oesophagus gesteuert.

Als neueres Verfahren würde sich auch in Höhe von D 6 bis D 8/9 eine segmental ventralrechtsseitig durchgeführte Laserverdampfung der Bandscheibe teilweise mit Schädigung des Knorpels empfehlen. So könnten artefizielle Knorpelschädigungen (artefizielle Schmorl'sche Knorpelknötchen) gesetzt werden und im Rahmen des Wachstums eine Umstellung erreicht werden.

Was man bei der idiopathischen Skoliose durch eine passive Krümmung in der Frontalebene bekommt, wird man in der Sagittalebene zur Rückbildung zwingen, solange das Wachstum noch nicht abgeschlossen ist. Den rein aseptischen Knochennekrosen ist die Vertebra plana zuzuordnen. Hier ist ausschließlich ein segmentaler Intrinsic-Faktor gestört.

An einem einzelnen Wirbelkörper kommt es zum Knorpelaufquellen; dieser kann sich jedoch im Verbund nicht so wegdrehen, so daß es schließlich zum Zusammenbruch seines Knochenkerns kommt. Will man nun abschließend Vergleiche anstellen, so würde ich, wie man aus dem Beschriebenen erkennt, die idiopathische Skoliose am ehesten dem Morbus Perthes zuordnen. Hier handelt es sich auch um ein Aufquellen des Knorpels im Bereich der Wachstumsfuge mit erheblichen Druckschäden an Hüftkopf- und Hüftpfannenknorpel.

Therapeutisch hat sich hier, wie Nachuntersuchungen von Fischer und M. Jäger ergeben, am besten die entspannende Drehvarisierungsosteotomie bewährt. Sie wirkt entspannend auf die Muskulatur und den Kapselbandapparat sowie auf den Hüftkopfknorpel durch eine vorübergehende Minderdurchblutung des Schenkelhalses infolge der Osteotomie selbst. Den Morbus Scheuermann würde ich eher der Epophysiolyse capitis femoris zuordnen. Für den Sport generell gilt sowohl für den beginnenden Morbus Scheuermann als auch für die beginnende idiopathische Skoliose: Sobald man sie erkennt, sind Rollen vorwärts, Heben aus gebückter Stellung, Hüpfen und Springen zu unterlassen.

#### Literaturverzeichnis

1. Aaro, St.; Dahlborn, M.  
The Longitudinal Axis Rotation of the Apical Vertebra, the Vertebral, Spinal and Rib Cage Deformity in Idiopathic Scoliosis Studies by Computer Tomography  
Spine 6 (1981), 567
2. Benninghoff, A.  
Entwicklung und Wachstum der knöchernen Grundsubstanz  
Lehrbuch der Anatomie des Menschen  
Bd. I, 3. Auflage 1944, Lehmann, München-Berlin
3. Blout, W. P.  
Die operative Behandlung der Skoliose in Amerika  
Verh. dtsh. orthop. Ges. 4 (1966), 262
4. Brussatis, F.  
Elektromyographische Untersuchungen der Rücken- und Bauchmuskulatur bei idiopathischen Skoliosen  
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis  
Bd. 24 Hippokrates, Stuttgart 1962
5. Fick, R.  
Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke  
Fischer, Jena 1910
6. Göbel, D.
  - a) Belastbarkeit der kindlichen Wirbelsäule  
Opel-Pressekonferenz, 9.2.83, Frankfurt/Main
  - b) Medical Tribune, Schweizer Ausgabe 1986  
Tips und Tricks
7. James, J. I. P.; Lloyd-Roberts, G.-G.; Pilcher, M. R.  
Infantile Structural Scoliosis  
J. Bone Jt. Surg. 41-B (1959), 719
8. Lange, M.  
Die operative Behandlung der Skoliose  
Z. Orthop. 88 (1957), 41



9. Larsen, E. H.; Nordentoft, E. L.  
Growth of the Epiphysis and Vertebrae  
Acta orthop. scand. 32 (1962), 210
10. Leger, W.  
Die Form der Wirbelsäule mit Untersuchungen über ihre Beziehung zum Becken und die Statik der aufrechten Haltung  
Z. Orthop. 91 (1959), Beilageheft
11. Lindemann, K.  
Äthiologie und Pathogenese der Skoliose  
Verbn. dtsh. orthop. Ges. 45 (1957), 144
12. Lindemann, K.; Mai, H.  
Die Behandlung der Skoliose  
Handbuch der Orthopädie, Bd. II  
Thieme Verlag Stuttgart, 1958
13. Mau, H.  
Idiopathische Skoliosen - enchondrale Dysostose  
Z. Orthop. 93 (1960), 317
14. Mau, H.  
Wesen und Bedeutung der enchondralen Dysostose  
Thieme Verlag Stuttgart, 1958
15. Moser, H.  
Neuere Methoden zur Messung von Wirbelsäulenverkrümmungen  
Zeitschr. f. Orthop., 1933, Nr. 60/241
16. Moser, H.  
Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Entwicklung und Beeinflussung der angeborenen Skoliose  
Wiener Klinische Wochenschrift 68 (1956), 230
17. Moser, H.  
Experimentelle Untersuchung an Wachstumselementen der Wirbelsäule  
Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Nr. 15 (1959)

18. Neugebauer, H.  
Cobb oder Ferguson  
Z. Orthop. 110/3
19. Pauwels, F.  
Die Bedeutung der Biomechanik in der Orthopädie  
IX. Kongr. Ges. int. Orthop. Chir. u. Traumat. Bd. II  
Fortbildungskurs 1963  
Verlag d. Wiener Med. Akademie 1965
20. Ponseti, I. V.  
Die Behandlung der Skoliose  
Verh. dtsh. orthop. Ges. 50 (1962), 121
21. Schreiber, A.  
Epiphysiolysis capitis femoris  
(Beitrag zur Frage der Beidseitigkeit, gleichzeitiges Vorkommen von Wirbelsäulenveränderungen)  
Z. Orthop. 97 (1963), 4
22. Witt, A. N.  
Operative Behandlung der Skoliosen  
Verh. dtsh. orthop. Ges. (1962), 122