

Behandlung des Morbus Scheuermann

H. J. G. Scheier

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik Balgrist, Zürich (Direktor: Prof. Dr. M. R. Francillon)

Zusammenfassung

Der Scheuermannschen Erkrankung der Wirbelsäule liegt ein Mißverhältnis von Belastung und Tragfähigkeit der wachsenden Wirbelsäule zugrunde. Für die Verminderung der Tragfähigkeit sind Gefäßdurchtrittsstellen durch die knorpelige Wachstumsplatte, Lücken im Lamellensystem dieser Knorpelplatte und Ossifikationslücken unter derselben verantwortlich. Das dauernde Sitzen und die Unterentwicklung der Rückenmuskulatur infolge Bewegungsarmut führen zu vermehrter Belastung der Wirbelkörper. Die Prophylaxe hat sich in erster Linie auf die Ausschaltung der Bewegungsarmut resp. Kompensation des langen Sitzens zu konzentrieren. Die Behandlung einer Kyphose ist durch passive Redression möglich, doch ist sie nur während der Wachstumsperiode sinnvoll.

Scheuermann beschrieb 1921 ein Krankheitsbild als Kyphosis dorsalis juvenilis. Er meinte damit die übertriebene und steife Kyphose im Pubertätsalter. Röntgenologisch finden wir bei diesen Patienten eine vermehrte Kyphosierung des betroffenen Abschnittes der Wirbelsäule mit Keilwirbeln und unregelmäßigen Deckplatten. Die Unregelmäßigkeit der Deckplatten konnte *Schmorl* als Protrusionen von Bandscheibengewebe, durch die knorpelige Abschlußplatte in den knöchernen Anteil des Wirbelkörpers identifizieren. Die Keilform der Wirbelkörper kann nur durch ein verringertes Wachstum in ihrem vorderen Abschnitt erklärt werden.

Was wir im Pubertätsalter zu sehen bekommen, ist streng genommen das Spätstadium eines Geschehens, das schon im Kleinkindesalter oder im frühen Schulalter begonnen hat.

Als *locus minoris resistentiae* für die Durchbrüche von Bandscheibengewebe kommen die folgenden drei Punkte in Frage:

1. Die Eintrittsstellen von Blutgefäßen in die knorpelige Abschlußplatte (*Güntz*). Diese treten vom Rand des Wirbels oder vom Innern des Wirbelkörpers in die Knorpelplatte ein und reichen bis direkt an die bandscheiben-nahe Oberfläche, durchbrechen diese aber nach *Töndury* nie vollständig.

2. Ossifikationslücken (*Töndury*), die im Be-

reiche der Verknöcherungszonen auftreten. Sie sind frühestens bei Neunjährigen festzustellen und werden mit zunehmendem Alter häufiger.

3. Defekte im Lamellensystem der knorpeligen Abschlußplatte, wie sie *Aufdermaur* schon bei vierjährigen Kindern feststellen konnte und die wie die Ossifikationslücken mit zunehmendem Alter häufiger werden.

Aufdermaur konnte zeigen, daß Wirbelfrakturen, die die Knorpelplatte durchbrechen, die Lamellendefekte berücksichtigen, was als Hinweis für ihre Bedeutung als *Locus minoris resistentiae* zu betrachten ist.

Andererseits wird die Einpressung von Bandscheibenmaterial durch eine vermehrte Belastung der Wirbelsäule begünstigt. *Der Entstehung des Morbus Scheuermann liegt also ein Mißverhältnis von Belastungsfähigkeit und Belastung der kindlichen Wirbelsäule zugrunde.*

Als Faktoren, die die Belastung der Wirbelsäule verstärken, sind folgende zu nennen:

1. Inadäquate Arbeit und inadäquater Sport.
2. Insuffiziente Rückenmuskulatur.
3. Langdauerndes Sitzen.

Punkt 1 braucht keine weitere Erklärung.

Die Rückenmuskulatur hat für die Wirbelsäule die Bedeutung der *Zuggurtung* und damit der Entlastung der knöchernen Elemente im vorderen Abschnitt. Ihre Erschlaffung bei Ermüdung, beim entspannten Sitzen und bei allfälliger Insuffizienz oder Atrophie führt zu einer vermehrten Kyphosierung unter der Einwirkung der Schwerkraft.

Die Kyphosierung führt

1. zu einer vermehrten Belastung der Epiphysenplatten, namentlich im vorderen Abschnitt.
2. Zu einer Verlagerung des Schwerpunktes nach vorne und damit zu einer Vergrößerung dessen Hebelarmes auf die Wirbelsäule.
3. Zu einer Überdehnung der Rückenmuskulatur, was eine Schwächung derselben zur Folge hat.

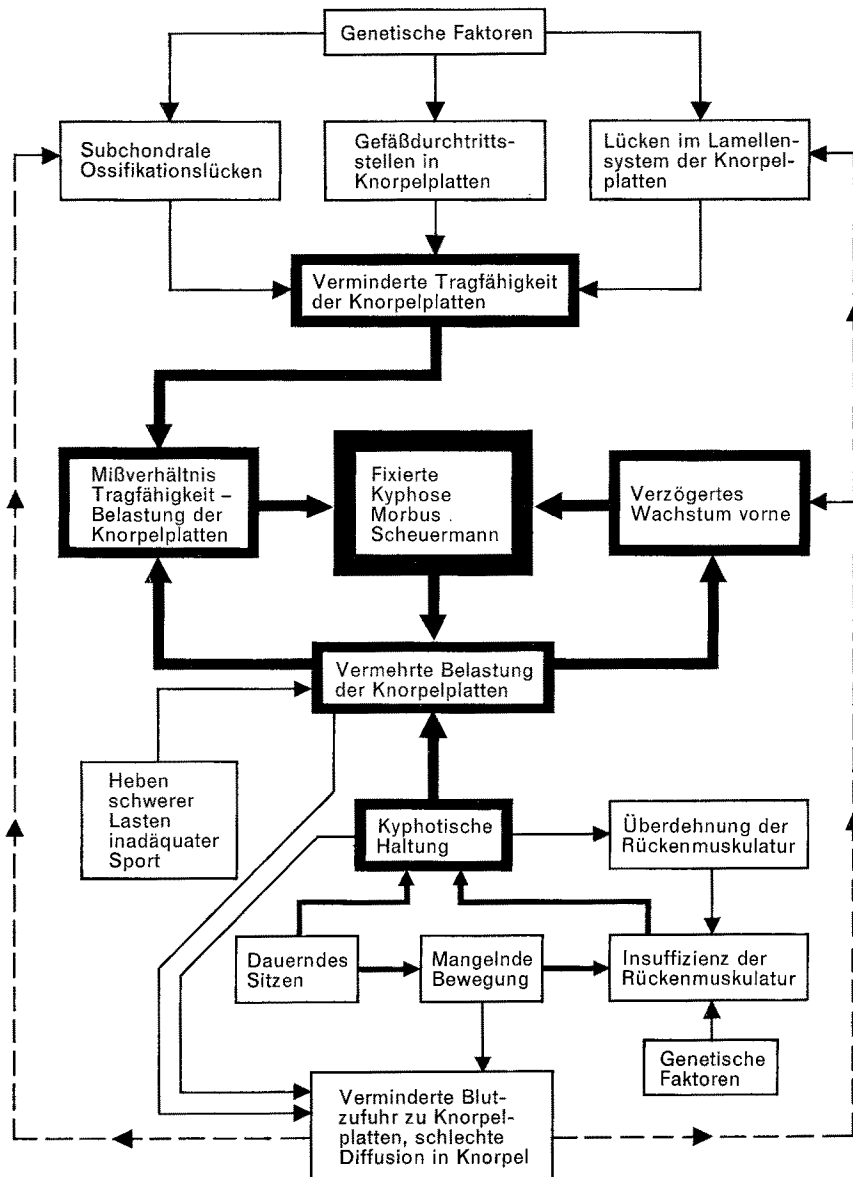


Fig. 1 Zusammenstellung der pathogenetischen Faktoren, die an der Entstehung des Morbus Scheuermann beteiligt sind. Es geht aus dem Schema ohne weiteres hervor, daß mehrere Circuli vitiosi entstehen, sobald einmal eine vermehrte Kyphosierung eines Wirbelsäulenabschnittes entstanden ist.

Fig. 1 ist ein Versuch, die Faktoren, die zu dem entscheidenden Mißverhältnis zwischen Belastbarkeit und Belastung der jugendlichen Wirbelsäule führen, zusammenzustellen. Die verschiedensten Circuli vitiosi, die entstehen, sobald eine gewisse Kyphosierung zustande gekommen ist, sind daraus ohne weiteres ersichtlich.

Hat sich einmal eine Kyphosierung der Wirbelsäule eingestellt, so beginnen an sich physiologische Adaptationsmechanismen des Knochenwachstums an die gegebene mechanische Situation sich ebenfalls an der Weiterentwicklung der Kyphose und an de-

ren Fixation durch die Form der knöchernen Elemente zu beteiligen. Das Längenwachstum der Wirbelkörper erfolgt analog demjenigen der Röhrenknochen an beiden Enden durch fortlaufende enchondrale Verknöcherung. Der dazu nötige Knorpel entsteht in den beiden Knorpelplatten (vgl. Fig. 2). Das Fehlen eines Epiphysenkernes ist dabei von besonderem Interesse, worauf *Scholder* sicher mit Recht hingewiesen hat. Die Gefäße innerhalb der Epiphysenplatte sind dadurch wahrscheinlich in vermehrtem Maße schädigenden Einflüssen durch dauernde und ununterbrochene Belastung (Sit-

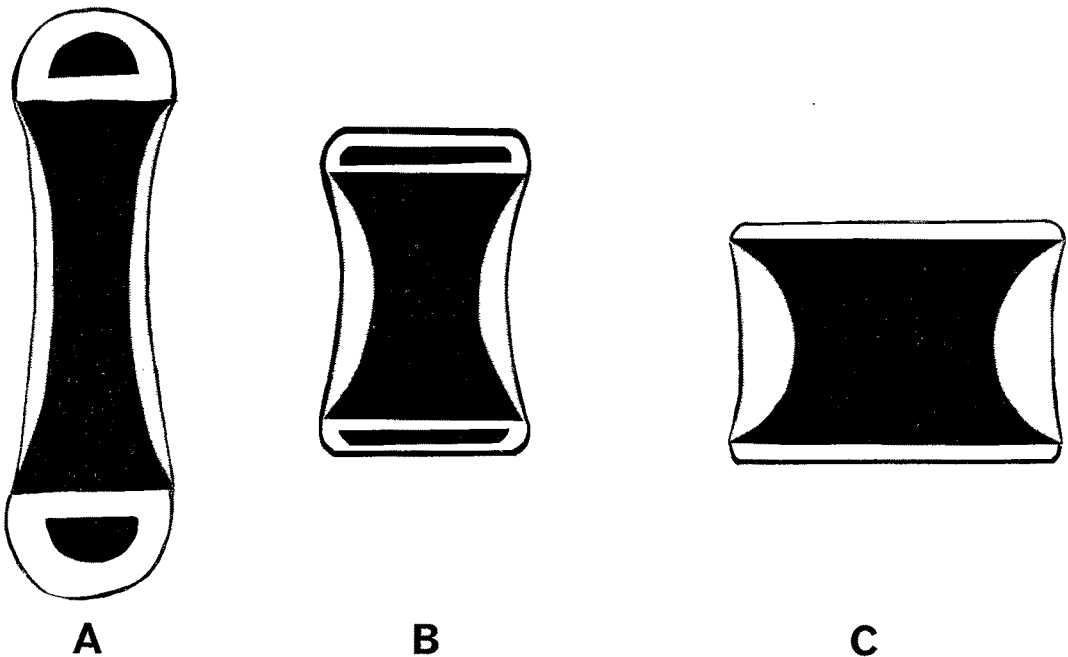


Fig. 2 Schematische Darstellung eines wachsenden Röhrenknochens (A), eines wachsenden Wirbels niedriger Säugetiere (B) und eines wachsenden Wirbels von Primaten (C). Die schwarze Fläche stellt Knochen dar, die durch enchondrale Verknöcherung entstanden sind, während die graue Fläche durch periostales Breitenwachstum zustande kommt. Bei den niedrigeren Säugetieren entsteht in der Wirbelkörper-epiphyse noch ein Epiphysenkern, der bei den Primaten fehlt. Die knöchernen Randleiste im Wirbelkörper des Menschen ist viel eher einem sogenannten Apophysenkern als einem Epiphysenkern zu vergleichen; sie wird ebenso wie die Bogenanteile zur Vereinfachung weggelassen.

zen) ausgesetzt. Das Breitenwachstum erfolgt durch periostale Knochenappositionen. *Hueter* hatte schon 1862 vermutet, daß übermäßiger Druck das Längenwachstum des Knochens hemmt. *Blount* nützte diese Tatsache zur epiphysären Wachstumshemmung bei Beinlängendifferenzen, indem er die Epiphysenlinien von Tibia und Femur mit Metallklammern überbrückte. *Pauwels* konnte umgekehrt zeigen, daß leichte und intermittierende Drucksteigerungen, wie sie an der Konkavseite der Epiphysenlinien von O- oder X-Beinen durch den Gehakt entstehen, zu Wachstumsverzögerung und somit zu Spontan Korrektur führen können; dies offenbar nur, solange ein gewisser Schwellenwert nicht überschritten ist. (Diese Umkehr der Wirkung eines physiologischen Reizes entspricht der Arndt-Schulzeschen Regel.)

Trueta bewies die Abhängigkeit der Gefäß einsprossung in den wachsenden Knochen von mechanischen Einflüssen und demonstrierte eine sehr enge Korrelation zwischen Gefäß einsprossung und Knochenwachstum. *Becker*, *Basset* und *Bachman* konnten die Osteocytentätigkeit in der Gewebekultur durch Elektropotentiale richten. Da im Knochen als elektrischem Halbleiter bei der Belastung infolge geringer Verformung Elektropotentiale entstehen, ist es durchaus möglich, daß die «mechanische Wachstumssteuerung» auf dem Umweg über solche Elektropotentiale an Gefäß-, Knorpel- und Knochenzellen weitergeleitet wird.

Wir können es heute als gesichert betrachten, daß

1. leichte und vor allem intermittierende Drucksteigerungen (in physiologischem Rahmen) die Tätigkeit der Wachstumsplatten anregen;
2. über das physiologische Ausmaß hinausgehende und vor allem andauernde Drucksteigerungen das Knorpel- und Knochenwachstum hemmen.

Das Breiten- oder Dickenwachstum erfolgt

durch periostale Anlagerung. Es wird, wie ebenfalls *Pauwels* zeigen konnte, durch vermehrte Biegebeanspruchung stimuliert. Betrachten wir das Wachstum des Wirbelkörpers in der Wirbelsäule eines Kindes, dessen Gewohnheitshaltung die vermehrte Kyphose geworden ist (Fig. 3). Im vorderen Ab-

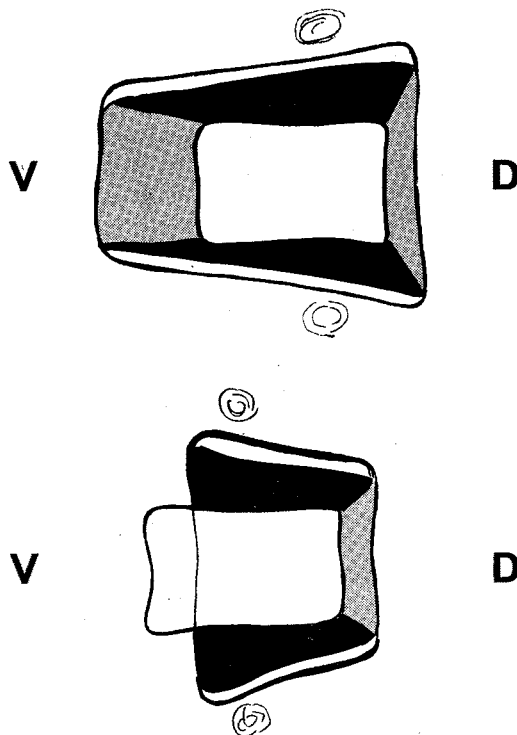


Fig. 3 Schematische Darstellung eines wachsenden Wirbels im stark kyphotischen Abschnitt der Wirbelsäule (a) und stark lordotischen Abschnitt (b). Bei der vermehrten Kyphose ist das Längenwachstum (schwarz) unter der Drucksteigerung vorne gehemmt und das Breitenwachstum (grau) unter der vermehrten Beugebeanspruchung konkavseits gesteigert. Umgekehrt ist bei der pathologischen Lordose das Längenwachstum (schwarz) hinten gehemmt. Die Beugebeanspruchung führt hinten, im Bogenabschnitt (hier zur Vereinfachung weggelassen) zu einem vermehrten Breitenwachstum, während an der Konkavseite der Krümmung sogar eine Resorption auftreten kann.

schnitt des Wirbelkörpers fehlt der physiologische Wechsel von Zug- und Druckspannung, es herrscht hier vorwiegend oder ausschließlich Druckbelastung, die zudem das physiologische Ausmaß früher oder später überschreitet. Dies führt zu einer Wachstumshemmung. Die Folge ist, daß der Wirbelkörper im vorderen Abschnitt niedriger bleibt als hinten, es entsteht ein sogenannter Keilwirbel, wie er für die Scheuermann-Kyphose charakteristisch ist. Das Breitenwachstum erfährt durch die vermehrte Kyphose ebenfalls eine typische Beeinflussung. Die vermehrte Biegebeanspruchung, der die Wirbelsäule ausgesetzt ist, fördert das appositionelle Wachstum nach vorne, so daß Wirbelkörper mit auffallend großem anteroposteriorem Durchmesser entstehen. Solche Wirbelkörper können wir auf vielen Röntgenaufnahmen ausgeprägter Scheuermann-Kyphosen sehen. Bei hochgradigen Lordosen entstehen umgekehrt kurze, sogenannte Kastenwirbel. Daß die Adaptation tatsächlich auf diese Weise vor sich geht, haben unter anderen *Stillwell*, *Michelson* und *Långenskjöld* sowie *Karaharju* am Tierexperiment für Kyphosen und Skoliosen zeigen können.

Für die normale Entwicklung des Knorpels und damit der knorpeligen Wachstumsplatte an beiden Enden der Wirbelkörper ist der physiologische Wechsel von Zug- und Druckbelastung, wie ihn die Bewegungen des täglichen Lebens mit sich bringen, von größter Bedeutung. Die Knorpelgrundsubstanz enthält keine Blutgefäße. Sauerstoff und Aufbaustoffe müssen durch diese Grundsubstanz zu den Knorpelzellen gelangen, Stoffwechsel-Endprodukte werden auf demselben Wege wieder abtransportiert. Der Wechsel von Druck und Zug wirkt sich günstig auf diesen Transport aus. Es ist denkbar, daß langdauernde Kyphosierung die Knorpelplatten unter Dauerdruck setzt und infolge Erschwerung der Diffusion in diesen

Platten die Bildung des Lamellensystems stört.

Die Wirbelsäule wird oft mit einem elastischen Stab verglichen. Die isolierte Wirbelsäule, d. h. das Wirbelsäulen-Bänder-Präparat, besitzt auch tatsächlich elastische Eigenschaften, d. h. sie läßt sich durch mechanische Kräfte proportional zu deren Größe deformieren und nimmt ihre ursprüngliche Form ein, wenn diese Kräfte nachlassen. Die wachsende Wirbelsäule hat kurz einwirkenden Kräften gegenüber tatsächlich solche elastische Eigenschaften. Wirken solche Kräfte andauernd oder vorwiegend in ein und derselben Richtung, so verhält sie sich auf Grund der beschriebenen Wachstumsvorgänge plastisch, d. h. sie nimmt die ihr aufgezwungene Form langsam an. Wir müssen uns diese Plastizität immer vor Augen halten, wenn wir es mit der kindlichen Wirbelsäule zu tun haben. Wir können die Folgen dieser Plastizität, wenn auch etwas überspitzt, in folgendem Satz zusammenfassen:

Die Form der Wirbelsäule des Erwachsenen ist die Summe der Haltungen, die die Wirbelsäule während des Wachstums eingenommen hat.

Wir machen für die dauernde Kyphosierung der Wirbelsäule und deren ossäre Fixation ein *Mißverhältnis von Belastungsfähigkeit und Belastung* verantwortlich. Davon ist nur die Belastung unseren therapeutischen Bestrebungen zugänglich, während die Belastbarkeit als gegeben angenommen werden muß.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, kommen mehrere *Circuli vitiosi* in Gang, sobald sich eine Kyphose eingestellt hat. Andererseits muß jede Verringerung der Kyphose eine Verringerung der Belastung der empfindlichen Knorpelplatten mit sich bringen, und wir können den Wert unserer Behandlungsmaßnahmen daran messen, wie stark und für wie lange Zeit sie in der Lage sind, die Kyphose zu verringern. Zur Korrektur der Kyphose

stehen uns bis heute folgende Maßnahmen zur Verfügung:

1. Bauchlage
2. Sitzmöbel
3. Haltungsturnen – Sport – Schwimmen
4. Korsett-Redression
5. Operative Fixation

Die ersten drei dieser Maßnahmen sind als prophylaktisch zu betrachten. Es muß hierzu folgendes gesagt werden: Die Kinder verbringen einen großen Teil ihrer Zeit in sitzender Stellung, sei es in der Schule, bei den Hausaufgaben und zum Teil auch ihre spärliche Freizeit mit Lesen, Fernsehen, Radiohören usw. Das Sitzen erfolgt in der Regel mit erschlaffter Muskulatur, die Wirbelsäule hat dabei die Tendenz, sich unter dem Einfluß der Schwerkraft zu kyphosieren, wodurch der Circulus vitiosus eingeleitet werden kann. Jede Unterbrechung des Sitzens ist daher ein Gewinn. Sitzmöbel sollten so konstruiert sein, daß die Rückenlehne benutzt wird. Dadurch wird ein Teil der Schwerkraft, die sich sonst auf die Wirbelsäule auswirken

muß, durch die Rückenlehne übernommen. Darüber hinaus ist jede Unterbrechung des Sitzens und jede Abkürzung der Sitzdauer zu fördern. Daher die Empfehlung, Bewegung in den Schulunterricht zu bringen (Aufstehen zum Antworten, an die Tafel kommen lassen usw.) und die Schulpause zur Bewegung zu benützen. Zur Abkürzung der Sitzdauer sollen Hausaufgaben und Freizeitbeschäftigung (Lesen) möglichst liegend durchgeführt werden. Zur Stärkung der atrophischen und insuffizienten Rückenmuskulatur ist auf eine regelmäßige sportliche Tätigkeit zu achten. Beim Kleinkind und im frühen Schulalter ist größter Wert auf tägliches Spiel im Freien zu legen. Im regulären Turnunterricht sind Übungen einzubauen, die die Rückenmuskulatur stärken und das «Haltungsbewußtsein» fördern. Es muß den Kindern gezeigt werden, was wir unter «normaler Haltung» verstehen. Die Muskelphysiologie lehrt uns, daß ein optimales Trainingsergebnis nur bei täglicher Übung erzielt werden kann (*Hettinger*). Darin erfährt die jahrzehn-

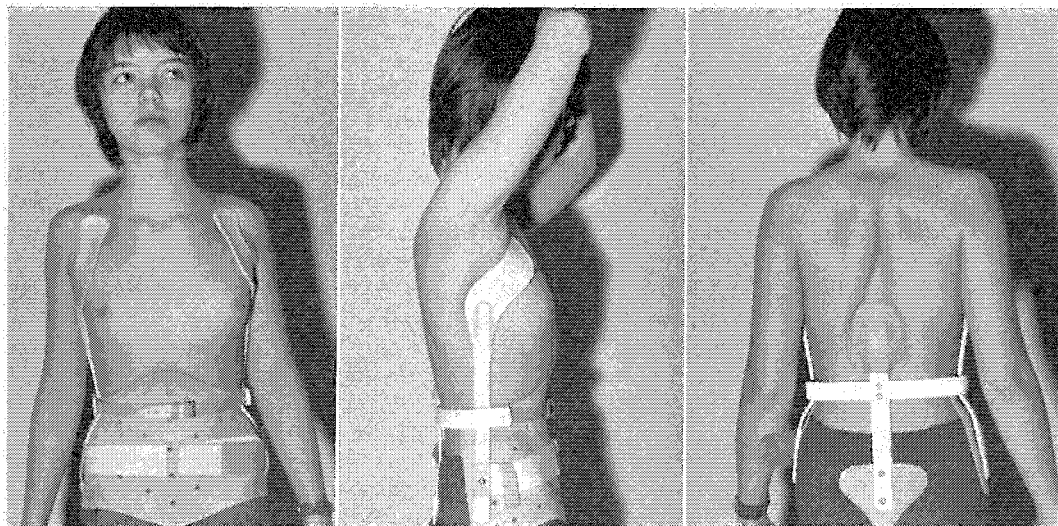


Fig. 4a zeigt ein Korsett, wie es in der Klinik Balgrist zur Aufrichtung von Thorakalkyphosen verwendet wird.

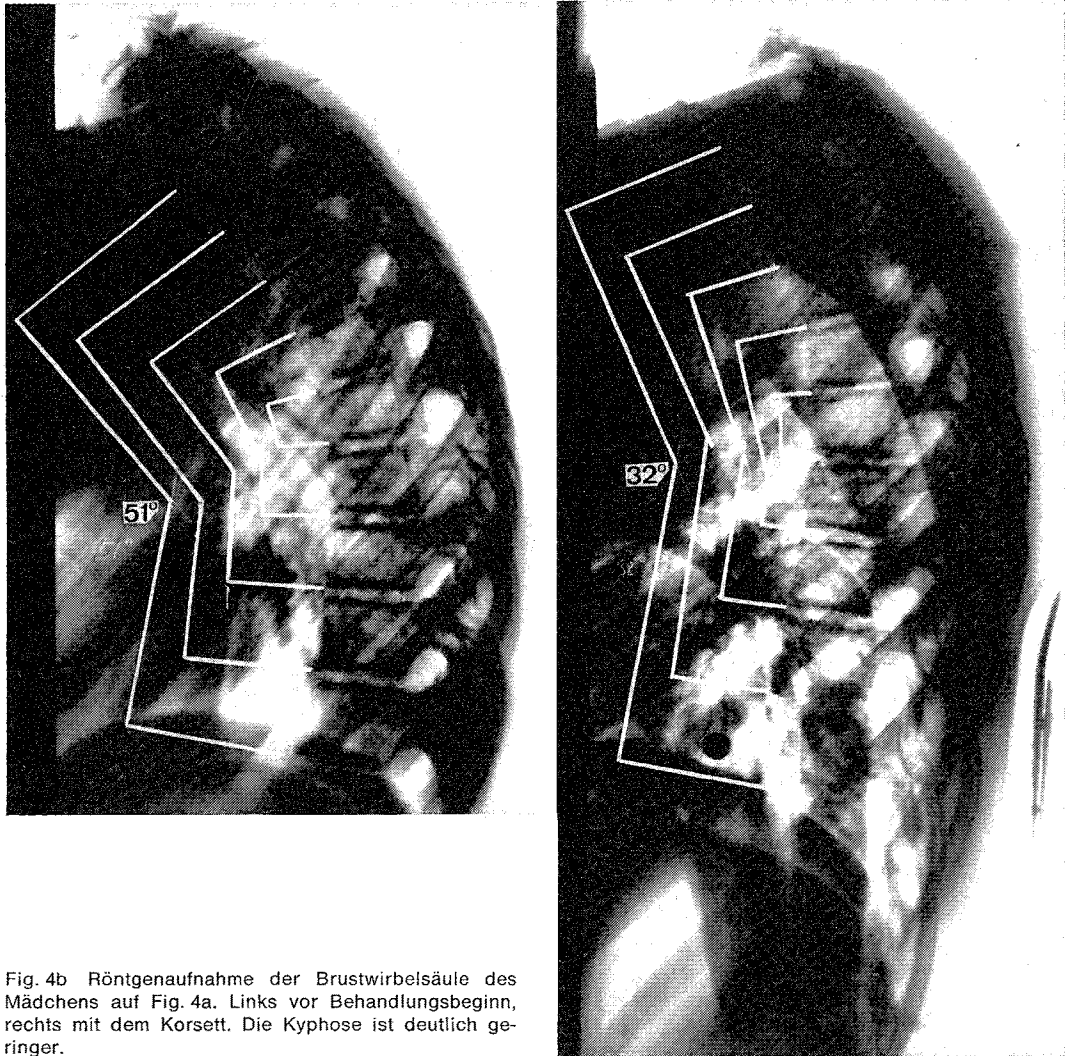


Fig. 4b Röntgenaufnahme der Brustwirbelsäule des Mädchens auf Fig. 4a. Links vor Behandlungsbeginn, rechts mit dem Korsett. Die Kyphose ist deutlich geringer.

tealte Forderung der Orthopäden nach der täglichen Turnstunde ihre wissenschaftliche Begründung.

Es muß noch einmal betont werden:

Die bisher genannten Maßnahmen sind pro-

phylaktischer Natur. Sie gehen die gesamte heranwachsende Jugend an.

Hat sich eine fixierte Kyphose eingestellt, so sind alle der auf Fig. 1 dargestellten *Circuli vitiosi* in vollem Gang, und es ist ganz unmöglich, diesen Kreislauf zu unterbrechen,

ohne die Kyphose zu korrigieren. Dies kann nur durch Redression der Wirbelsäule und Fixation derselben in redressierter Stellung geschehen. Die Fixation muß so lange erfolgen, bis die Wirbelkörper durch Umkehr der früher beschriebenen Adaptationsvorgänge wieder ihre regelrechte Form angenommen haben. Die konservative Behandlung von Skoliosen hat gezeigt, daß dies tatsächlich möglich ist (*Stagnara, Quéneau, Scheier*). *Stagnara* konnte beweisen, daß sich dieses Behandlungsprinzip auch auf die Kyphosen anwenden läßt. Es sind im Laufe der letzten Jahrzehnte zahlreiche Korsetttypen zur Korrektur von Kyphosen und Skoliosen entworfen worden. Die eine Gruppe beruht auf dem Extensionsprinzip (Distractionskorsett, Milwaukeekorsett). Die Extension hat dabei den Kopf anzugreifen und muß sich am Becken abstützen. Die andere Gruppe beruht auf dem Drei-Punkte-Prinzip der Biegung eines Stabes. Die Höhe der Angriffspunkte ist dabei nach dem Sitz der Kyphose zu wählen. Es würde hier viel zu weit führen, die verschiedensten Modelle und ihre Herstellung zu beschreiben und ihre Vor- und Nachteile gegeneinander abzuwägen. Für denjenigen, der sich dafür interessiert, sei auf die Zusammenfassung der letzten Tagung der APO¹ in Lausanne hingewiesen. Ein wichtiger Punkt muß jedoch betont werden: *Ein Korsett kann nur dann das Wachstum der Wirbelsäule im gewünschten Sinne beeinflussen, wenn es die Wirbelsäule in einer weniger kyphotischen Haltung zu fixieren vermag, als es der Gewohnheitshaltung des betreffenden Kindes entspricht*. Nur so dürfen wir eine Entlastung der Epiphysenplatten der Wirbelkörper erwarten (Fig. 4). Die Wirkung des Korsetts ist von Zeit zu Zeit durch Röntgenkontrollen zu verifizieren. Je früher eine solche Behandlung eingeleitet wird, um so rascher wird sie zum Ziele führen.

¹ Arbeitsgemeinschaft für Prothesen und Orthesen.

Die redressierende Korsettbehandlung, ob sie mit Gipskorsetten oder mit abnehmbaren Korsetten durchgeführt wird, muß unbedingt durch die als Prophylaxe bezeichneten Maßnahmen unterstützt werden. Von besonderer Bedeutung ist dabei eine *systematische und tägliche Gymnastik, die im Korsett durchzuführen ist*. Die Patienten müssen lernen, die Wirbelsäule über das erzwungene Ausmaß zu korrigieren. Dies gestattet einerseits, mit der Zeit die Korsettkorrektur zu verbessern, und setzt andererseits die Rückenmuskulatur in die Lage, nach Abnahme des Korsetts die Korrektur aus eigener Kraft aufrechtzuerhalten. Diese ganzen Maßnahmen, die wir als *Wachstumslenkung* bezeichnen können, haben nur bei der wachsenden Wirbelsäule einen Sinn. Ist das Wachstum abgeschlossen oder stehen wir kurz vor Wachstumsabschluß, so ist eine Korrektur nur noch sinnvoll, wenn sie durch eine Spondylodese fixiert wird.

Bei schwereren Scheuermann-Kyphosen, bei denen wir durch unsere Maßnahmen keinen befriedigenden Zustand mehr erwarten können, ist die Berufswahl von größter Bedeutung. Diese Patienten sind unseres Erachtens für schwere Berufe ungeeignet. Dies gilt um so mehr, je tiefer die Kyphose sitzt (*Güntz, Loder, Brocher, Gschwend*). Es sei hier besonders auf die lumbalen Kyphosen aufmerksam gemacht. Sie imponieren als Flachrücken und entziehen sich dadurch oft der Diagnose, wenn die Wirbelsäule keiner Bewegungsprüfung unterzogen wird.

Abschließend ist zu sagen, daß die Behandlung des Morbus Scheuermann um so leichter und um so erfolgversprechender ist, je früher sie eingeleitet wird. Pathogenetisch kommt den durch unsere Zivilisation bedingten Lebensgewohnheiten, dem häufigen Sitzen und der Bewegungsarmut unserer Jugend die Bedeutung eines erheblichen Teilfaktors zu. Sicher muß sie für die Muskelinsuffizienz, die zur Überbelastung führt, mit-

verantwortlich gemacht werden. Ob sie auch für die verminderte Resistenz der Knorpelplatten (Lücken im Lamellensystem) und die knöcherne Festigkeit (Ossifikationslücken) mitverantwortlich gemacht werden kann, ist heute noch nicht abzusehen. Bei der weiten Verbreitung der Erkrankung und der großen sozialen Bedeutung (vorzeitige Partialinvalidität) sollten die prophylaktischen Maßnahmen mit allen Mitteln vorangetrieben werden. Auch der Einsatz größerer finanzieller Mittel erscheint durchaus gerechtfertigt und würde sich durch Verminderung der wirbelsäulenbedingten Behandlungskosten, Arbeitsausfälle und Invalidenrenten wahrscheinlich mehrfach bezahlt machen.

Die Schule nimmt die Zeit der Kinder und Jugendlichen während der entscheidenden Entwicklungsphase (Kindergartenalter bis zum pubertären Wachstumsschub) zu einem sehr erheblichen Teil in Anspruch und trägt damit einen entsprechenden Teil der Verantwortung an der heutigen Situation: Durch die Schule in Angriff genommene Maßnahmen garantieren die nötige Breitenwirkung. Parallel zu einer zweckmäßigen Umgestaltung des Schulunterrichtes hat eine entsprechende Freizeitgestaltung zu gehen. Hierfür ist in erster Linie das Elternhaus zuständig. Die Eltern sind über die Bedeutung und die zu treffenden Maßnahmen zu unterrichten. Außer den Massenmedien und den Sportvereinen kann hier wiederum die Schule via Kinder einen günstigen Einfluß auf die Eltern ausüben.

Literatur

- Aufdermaur M.:* Zur Pathologischen Anatomie der Scheuermanschen Krankheit. Schweiz. Med. Wochenschr. 95, 264–268 (1965).
- Becker R. O., Basset C. A., Bachman C. H.:* Bioelectrical Factors controlling bone structure in Bone Biodynamics. Edited by H. M. Frost Churchill London 1964. S. 209–232.
- Blount W. P., Clarte G. R.:* Control of Bone Growth by Epiphyseal Stapling. J. Bone Surg. 31 A, 464 (1949).
- Brocher J. E. W.:* Die Prognose der Wirbelsäulenleiden. Georg Thieme Stuttgart 1957.
- Gschwend N.:* Zur Prognose der Scheuermanschen Krankheit. Praxis 53, 1547 (1964).
- Gschwend N. und Tschui F.:* Flachrücken und Lumbalskoliose, ihre Diagnose und prognostische Bedeutung. Schweiz. Med. Wochenschr. 93, 1387 (1963).
- Güntz E.:* Die Kyphose im Jugendalter. Hippokrates Stuttgart 1957.
- Hettlinger Th.:* Isometrisches Muskeltraining. Georg Thieme Stuttgart 1964.
- Hueter C.:* Anatomische Studien an den Extremitäten-gelenken Neugeborener und Erwachsener. Virchows Arch. path. Anat. 25, 572 (1862).
- Karaharju E.:* Unpublished. Zit. nach Michelsson. Acta orthop. scand. Suppl. 81 (1965).
- Langenskjöld A., Michelsson J.:* The Pathogenesis of Experimental Progressive Scoliosis. Acta orthop. scand. 33, 390 (1963).
- Loder E., Amsler H. und Gschwend N.:* Die fliegerärztliche Beurteilung der Wirbelsäule. Eigendruck FAI Dübendorf 1961.
- Michelsson J. E.:* The Development of Spinal Deformity in Experimental Scoliosis. Acta orthop. scand. Suppl. 81, 1 (1965).
- Pauwels F.:* Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates. Springer Berlin-Heidelberg-New York 1965.
- Scheier H.:* Prognose und Behandlung der Skoliose. Georg Thieme Stuttgart 1967.
- Scheuermann H.:* Kyphosis dorsalis juvenilis. Ztschr. orthop. 41, 305 (1921).
- Schmorl G.:* Die Pathogenese der Juvenilen Kyphose. Fortschr. Röntgenstr. 41, 359 (1930).
- Scholder P.:* Aspect morphologique des dystrophies rachidiennes de croissance de type Scheuermann. Praxis 57, 1608 (1968).
- Stagnara P., Fauchet R., du Peloux J. und Faucon B.:* Traitement ambulatoire de la maladie de Scheuermann par l'Association de méthodes orthopédiques et ciné-siologiques. Gazette médicale de France 843 (1965).
- Stagnara P. und Quéneau P.:* Scolioses évolutives en période de croissance. Rev. Chir. orthop. 39, 378 (1953).
- Stilwell D. L.:* Structural Deformities of Vertebral, Bone Adaptation and Modelling in Experimental Scoliosis and Kyphosis. J. Bone Jt. Surg. 44 A, 611 (1962).
- Töndury G.:* Entwicklungsgeschichte und Fehlbildungen der Wirbelsäule. Hippokrates Stuttgart 1958.
- Trueta J.:* A Theory of Bone Formation. Acta orthop. scand. 32, 190 (1962)

Adresse des Autors:

PD Dr. H. J. G. Scheier, Wilhelm-Schulthess-Klinik, Neumünsterallee 3/10, 8032 Zürich