

Biomechanische Aspekte in der Rumpforthetik des Kindes *

Biomechanical Aspects of Pediatric Spinal Orthotics

Aspects biomécaniques dans l'orthétique du tronc pour enfants

Die orthetische Behandlung kindlicher Wirbelsäulendeformitäten kann nur als komplex wirkender Einsatz von Kräften und Momenten in der Sagittalebene, Frontalebene und Horizontalebene verstanden werden. Die orthetische Einwirkung in einer der drei Ebenen hat als Nebeneffekt immer auch ein Geschehen in den anderen Ebenen zur Folge. Die vorliegende biomechanische Betrachtung der Rumpforthetik des Kindes will auf dieses Nebengeschehen besonders hinweisen.

The orthotic treatment of paediatric spinal deformities can only be seen as a combined action of forces and moments in the sagittal, frontal and horizontal plane. Influencing one of the three planes by an orthosis always causes - as a side effect - changes in the other planes. The biomechanical discussion of paediatric spinal orthotics presented in this article particularly wants to underline this side effect.

Le traitement orthétique des déformations de la colonne vertébrale de l'enfant ne peut être compris qu'en tant qu'une opération complexe de forces et moments sur le plan sagittal, frontal et horizontal. L'influence

orthétique sur un des trois plans cause toujours - comme réaction secondaire - un changement sur les autres plans. La discussion présente sur la biomécanique dans l'orthétique du tronc des enfants veut particulièrement souligner cette réaction secondaire.

Diese Betrachtung der pädiatrischen Rumpforthetik beginnt mit einer Diskussion von Kurven in der Sagittalebene, und wendet sich sodann den Kurven in der Frontalebene zu. Der Grund für diese Reihenfolge wird während der Erläuterungen klar werden. Wenn nicht ausdrücklich anders erläutert, beziehen sich Analysen des Wirbelsäulenaufbaus, der Balance und des Ausgleichs jeweils auf die Bedingungen beim aufrechten Stand.

1. Sagittalebene

Die Geometrie der Wirbelsäule in der Sagittalebene kann als Kombination von vier variablen Elementen beschrieben werden:

* Übersetzung: M. Mathei, W. Kapingst

1. Vorkippung des Kreuzbeins
2. Lumballordose
3. Thorakalkyphose und
4. Cervikallordose.

Da der Patient dazu neigt, in einer ausbalancierten, bequemen Haltung zu stehen, sind diese vier Haltungselemente nicht unabhängig voneinander. Sie sind vielmehr eng miteinander verbunden. Auf diese Wechselbeziehung soll noch näher eingegangen werden.

Hyperkyphosen

Von den zwei Arten der idiopathischen thorakalen Hyperkyphose, die beim jugendlichen auftreten, ist der haltungsschwache Rundrücken die weniger schwere Form. Die laterale Röntgenaufnahme zeigt keine pathologischen Veränderungen in den Wirbelkörpern. Die kyphotische Kurve ist langgezogen und weich, und der Patient kann die Kyphose normalerweise aktiv bis in normale Grenzen reduzieren. Die Scheuermann'sche Krankheit hingegen wird auf der lateralen Röntgenaufnahme durch Keilbildung und andere pathologische Veränderungen der Wirbelkörper charakterisiert, z. B.



Abb. 1 Laterale Röntgendarstellung der Wirbelsäule einer an Morbus Scheuermann erkrankten Patientin.



Abb. 2 Beim Vorbeugen zeigt sich deutlich eine lokale, gewinkelte Hyperkyphose.

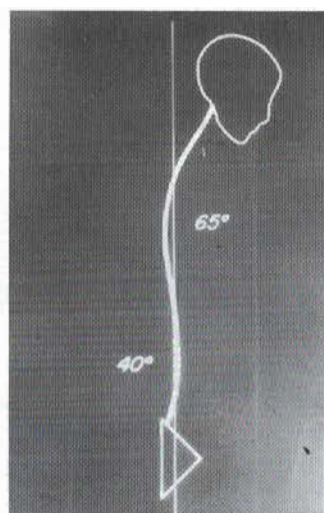


Abb. 3 Ohne Kompensation führt die thorakale Hyperkyphose zu einer Vorneigung von Kopf und Schultern.

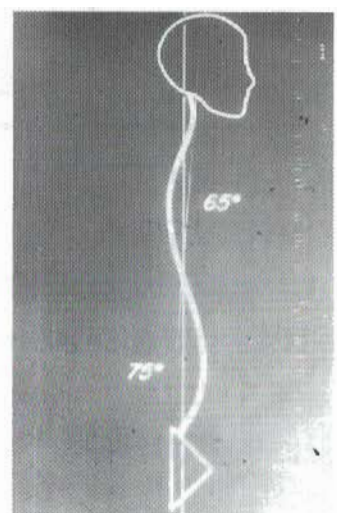


Abb. 4 Kompensation der Kyphose durch eine verstärkte cervikale und lumbale Lordose.



Abb. 5 Bei der Therapie der Scheuermannschen Erkrankung muß die Orthese - im Gegensatz zu der hier dargestellten - genügend Bewegungsspielraum im Nacken- und Schulterbereich bieten.



Abb. 6 Gut sitzende Orthese zur Behandlung der Scheuermannschen Erkrankung.



Abb. 7 Jugendlicher Patient mit kosmetisch sehr auffälliger BWS-Hyperkyphose.



Abb. 8 Röntgenbild während der Behandlung mit dem Milwaukee-Korsett.

Schmorl'sche Knoten. Diese Veränderungen befinden sich in zwei bis vier jeweils benachbarten Wirbeln (Abb. 1). Die Wirbel oberhalb und unterhalb der befallenen Zone scheinen normal zu sein. Dies schafft eine lokalisierte, gewinkelte Hyperkyphose, die beim Vorbeugen besonders stark hervortritt (Abb. 2). Der Patient ist nicht in der Lage, diese Haltung aktiv bis in normale Grenzen zu korrigieren.

Die thorakale Kyphose ist nur ein Teil einer Gruppe von Elementen, die zusammen die Haltung der Wirbelsäule ausmachen. Deformitäten in einem Bereich der Wirbelsäule erfordern Kompensation in einem oder mehreren anderen Bereichen der Wirbelsäule. Wenn die thorakale Hyperkyphose sich als isoliertes Phänomen ohne Kompensation in irgendeinem anderen Bereich des Körpers entwickeln würde, würde sie bewirken, daß der Kopf und die Schultern sich nach vorn unten neigen, bis hin zu einer unbeholfenen, schlecht ausbalancierten Haltung, wie in Abb. 3. Um dies zu verhin-

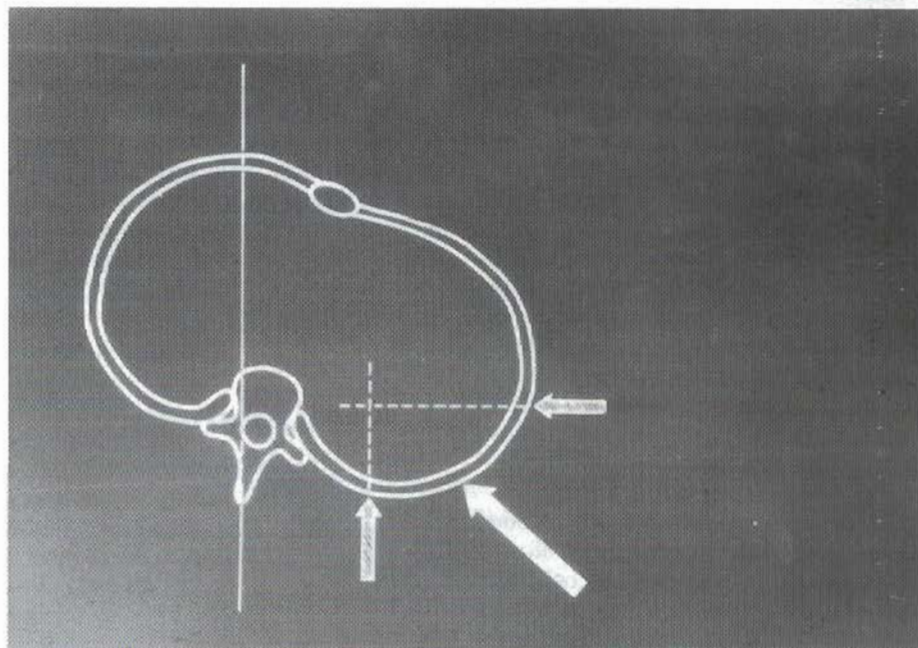


Abb. 9 Die korrigierenden Kraftkomponenten werden von der resultierenden Kraft einer auf der rechten Thoraxseite angebrachten Pelotte erzeugt.

Wir sorgen dafür, daß unsere Kunden stets pünktlich ihr Geld bekommen.



Bei aller Spitzentechnologie, die in unserem Hause steckt - ohne uns geht es nicht. Mit uns können unsere Kunden reden, wenn sie einen speziellen Wunsch haben. Oder wenn mal etwas schief geht, sorgen wir dafür, daß alles wieder in Ordnung kommt. Und wenn es ganz schnell gehen muß, tauschen wir auch Schecks gegen Rezepte. Ganz nach Wunsch unserer Kunden.

Wenn Sie noch nicht Kunde bei uns sind, rufen Sie einfach mal in Essen an: 02 01/31 96 00
oder in Erfurt 52 42 83
Chemnitz 3 47 09
Genthin 35 24
oder in Österreich:
Linz 07 32 / 8 08 38 - 0

opta
data
ESSEN

Bärbel Schamp und die opta data Kontokorrent-„Mannschaft“

opta data GmbH, Postf. 12 01 82, 4300 Essen 12

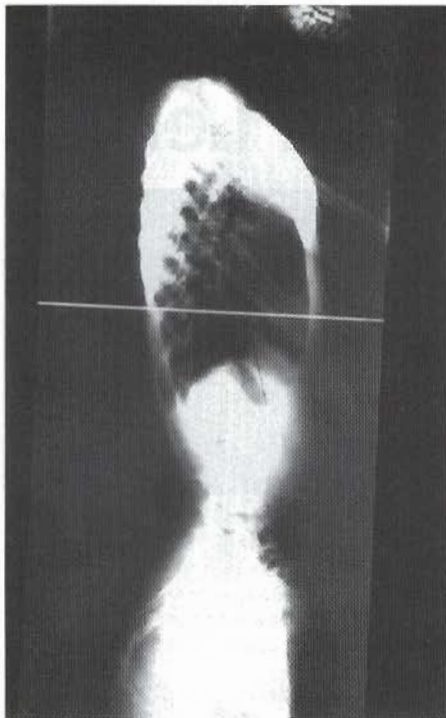


Abb. 10 Laterale Röntgenaufnahme der Wirbelsäule eines Mädchens vor Beginn der Orthesen-Behandlung.



Abb. 11 Röntgenaufnahme der gleichen Patientin nach Abschluß der Skoliose-Behandlung.

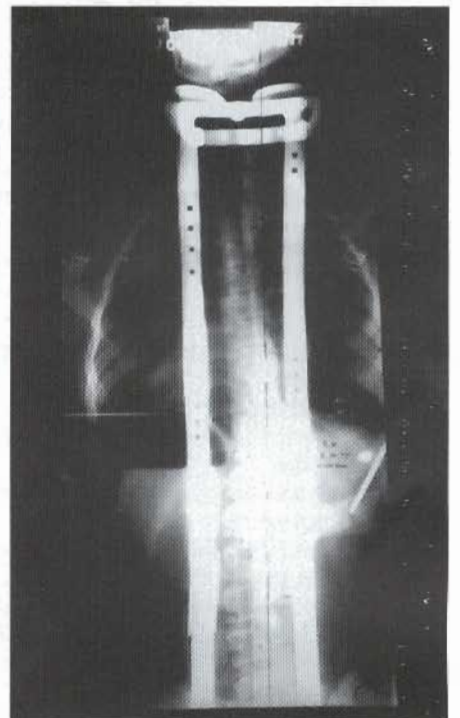


Abb. 12 Röntgenaufnahme einer Wirbelsäule mit Orthese. Die rechte Thorakalpelotte darf nicht weiter angezogen werden.

dern, kompensiert der Körper die Kyphose meist durch die Ausbildung einer verstärkten cervikalen und lumbalen Lordose, um den oberen Rumpf und den Kopf wieder auszubalancieren (Abb. 4). Ein anderer kompensatorischer Mechanismus, der dazu dient, den oberen Rumpf auszubalancieren, ist die Hyperextension im Hüftgelenk. Dies verringert den Grad der Vorkippung des Kreuzbeins.

Die effektivste Behandlung des thorakalen Rundrückens beim Jugendlichen besteht darin, eine Situation zu schaffen, durch die die thorakalen Extensoren der Wirbelsäule notwendigerweise trainiert und aufgebaut werden. Die Wechselbeziehung zwischen der thorakalen Kyphose und der lumbalen Lordose kann zum Erreichen dieses Ziels ausgenutzt werden. Die passive Umkehr-

ung der Kompensationsmechanismen der lumbalen Lordose wird den Patienten ganz offensichtlich den Kopf nach vorne unten neigen lassen. Der neurologisch normale Patient wird nun dazu gebracht, die thorakale Wirbelsäule aktiv zu strecken, um den Kopf und die Schulter nach oben und zurück zu bringen, und so eine ausbalancierte, normalere Haltung zu erreichen. Diese Orthese schließt vorn oberhalb des Beckenbereichs nichts ein, und endet unterhalb der Rippen. Es ist zu bedenken, daß dieser Korrekturmechanismus weder wenn der Patient liegt, noch in den meisten Sitzpositionen wirkt. Trotzdem ist die induzierte Aktivität und die Stärkung der thorakalen Extensoren während des Stehens und Gehens ausreichend für die effektive Behandlung des Rundrückens.

Scheuermannsche Erkrankung

Die Scheuermannsche Erkrankung stellt wegen ihres Schweregrades und der Starrheit der Wirbelsäule ein schwierigeres Problem dar. Wie schon oben angemerkt, sind hier einige Wirbelkörper keilförmig ausgebildet. Die Korrektur muß unter anderem die Druckbelastung auf den vorderen Teil der Wirbelkörper reduzieren, so daß korrekatives Wachstum stattfinden kann. Der Patient hat die schwierige Aufgabe der Extension des Rumpfes. Trotzdem kann man durch starke passive Reduktion der Lumballordose und durch den Gebrauch des Halsringes als aktiven, ständigen Anreiz die thorakalen Extensoren trainieren und stärken. In relativ kurzer

Wir stehen hinter eva und mit uns Hunderte von Anwendern



Die opta data Hotline-Mannschaft

Hinter eva stehen wir und Hunderte von Anwendern, die alle eine weit besser Betriebsübersicht haben, die erfolgreicher beraten, die mit strategischer Unternehmensführung mehr Gewinn machen, die einfacher und sicherer Bestellungen aufgeben und und und. Hunderte von Anwendern, die hinter eva stehen und für die wir stets da sind.

Und wenn Sie noch nicht eva Anwender sind, sollten Sie einfach mal in Essen anrufen: 02 01/31 96 00 oder in Erfurt 52 42 83 Chemnitz 3 47 09 Genthin 35 24 oder in Österreich: Linz 07 32 / 8 08 38 - 0

opta
data ESSEN

opta data GmbH, Postf. 12 01 82, 4300 Essen 12

Zeit nimmt der Bewegungsspielraum der thorakalen Extension zu und die hyperkyphotische Deformität läßt nach. Um dem Wachstumsprozess genügend Zeit zu geben, die Keilform der Wirbelkörper aufzuheben, muß die korrekte Aufrichtung nicht nur im Stand beibehalten werden, sondern auch, wenn der Patient liegt oder sitzt. Die Milwaukee-Orthese erreicht dies auf aktive Weise. Die Orthese muß ausreichend Bewegungsspielraum im Nacken- und Schulterbereich bieten, so daß der Patient den Kopf nach oben und vom Halsring weg ziehen kann. Die Orthese in Abb. 5 verhindert derartige Bewegungen vollständig und sowohl die Bequemlichkeit wie auch die aktive Wirkung wurden geopfert.

Abb. 6 zeigt eine gut sitzende Orthese. Wenn eine Orthese ordentlich angepaßt ist, lassen sich bemerkenswerte Ergebnisse erzielen.

Der Junge, dessen Röntgenbild in Abb. 7 zu sehen ist, hatte eine sehr unkosmetische BWS-Hyperkyphose von mehr als 90 Grad. Passive Aufrichtung über einen Gegenhalt brachte die Kyphose kaum unter 70 Grad. Er hatte allerdings noch mehr als ein Jahr Skelettwachstum vor sich. Die Milwaukee-Behandlung war erfolgreich. Abb. 8 zeigt ein Röntgenbild noch während der Behandlung.

2. Frontalebene

Eines der wichtigsten Prinzipien in der Behandlung der idiopathischen Skoliose wird oft übersehen. Es ist das Folgende: Jede Bemühung, irgendeine Krümmung entweder in der Frontal- oder in der Sagittalebene zu behandeln, wird immer alle Kurven in beiden Ebenen beeinflussen. Diese Nebenerscheinung kann bedeutend oder unbedeutend, therapieunterstützend oder therapieverhindernd sein. Die Gründe für diese Wechselbeziehungen sind vielfältig. Die einfachen geometrischen Gegebenheiten, die Forderungen der aus-

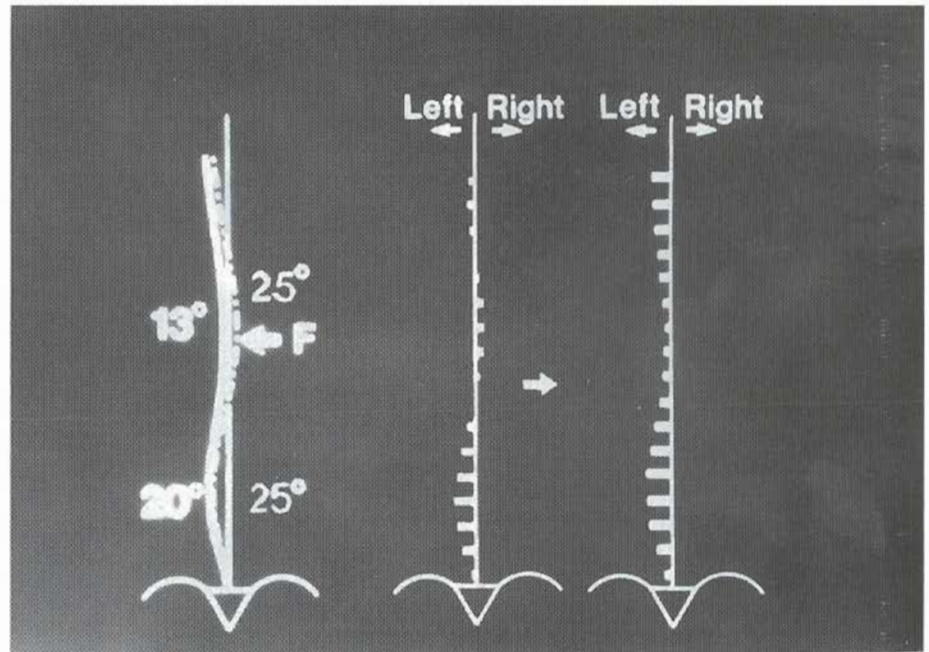


Abb. 13 Auswirkung der Korrektur-Kraft auf die laterale Verschiebung relativ zur Mittellinie.

balancierten Aufrichtung und die dreidimensionalen mechanischen Verbindungen zwischen den verschiedenen Elementen der Wirbelsäule.

Seit Jahrhunderten wurden auf den Rumpf einwirkende Kräfte dazu benutzt, das Fortschreiten der Skoliose zu verhindern. Welcher Orthesentyp auch immer genutzt wird, man sollte genau verstehen, wie diese Kräfte wirken. Die Wirkung derartiger Kräfte ist vielfältig und wird nur klar wenn man systematisch vorgeht. Man muß die Betrachtung in eine logische Reihe einfacherer Probleme unterteilen, die leicht verständlich sind. Erst dann kann man alle Teile des Ganzen betrachten.

Kraftvektor

Der Kraftvektor der Thorakalpelotte ist antero-medial ausgerichtet. Er kann durch zwei rechtwinklige Vektorkomponenten ersetzt werden. Der nach vorn gerichtete

Anteil dieser Kraft, der gegen den Rippenvorsprung drückt, neigt dazu, den Rotationsaspekt der Deformität zu reduzieren. Soweit die Rotation mit einer Kippung der Wirbelsäule und Lateralabweichung kombiniert ist, reduziert er ebenfalls Deformitäten. Schließlich - und dies wurde oft mißachtet - reduziert die nach vorn gerichtete Komponente ebenfalls die thorakale Kyphose (Abb. 9).

Die laterale Röntgenaufnahme in Abb. 10 wurde gemacht, bevor das Mädchen mit einer Orthese für die idiopathische Skoliose behandelt wurde. Wie zu erkennen ist, hatte diese Patientin eine thorakale Kyphose von 25 Grad, was im Bereich des Normalen liegt. Die Röntgenaufnahme in Abb. 11, die mehrere Jahre später und mehrere Monate nach dem Abschluß der Skoliose-Behandlung gemacht wurde, zeigt, daß die thorakale Kyphose auf eine Lordose von 4 Grad reduziert wurde. Diese unerwünschte Ver-

Wir lernen, damit unsere Kunden auch morgen gut betreut werden.



Die '91er Auszubildenden der opta data Firmengruppe

Lernen ist die beste Garantie für eine gesicherte Zukunft. Das gilt für junge Menschen wie für gestandene Unternehmen. Was wir in den vergangenen 20 Jahren „dazugelernt“ haben, hat Kundenzahl und Angebot von Jahr zu Jahr vergrößert: erst Rezeptabrechnung, dann Branchen-Computer, Marketing-Service, Unternehmensberatung und sogar Versicherungen. Zukunftssicherung.

Wir können auch für Ihre Zukunft einiges tun. Rufen Sie einfach mal in Essen an: 02 01/31 96 00 oder in Erfurt 52 42 83 Chemnitz 3 47 09 Genthin 35 24 oder in Österreich: Linz 07 32 / 8 08 38 - 0

opta data
ESSEN

opta data GmbH, Postf. 12 01 82, 4300 Essen 12

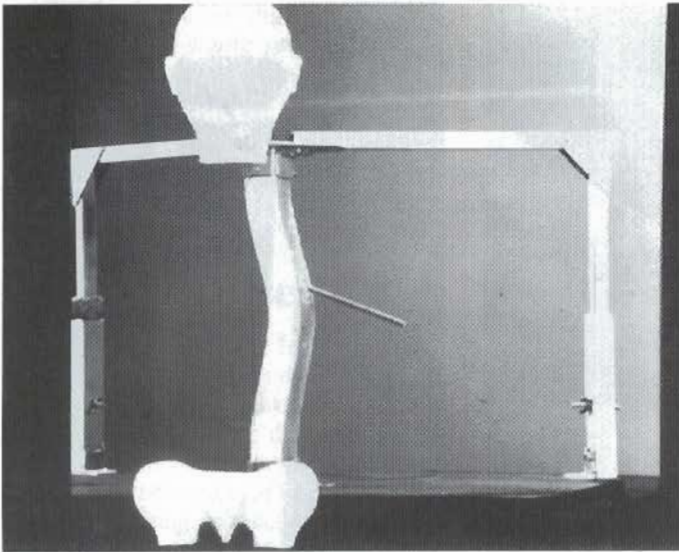
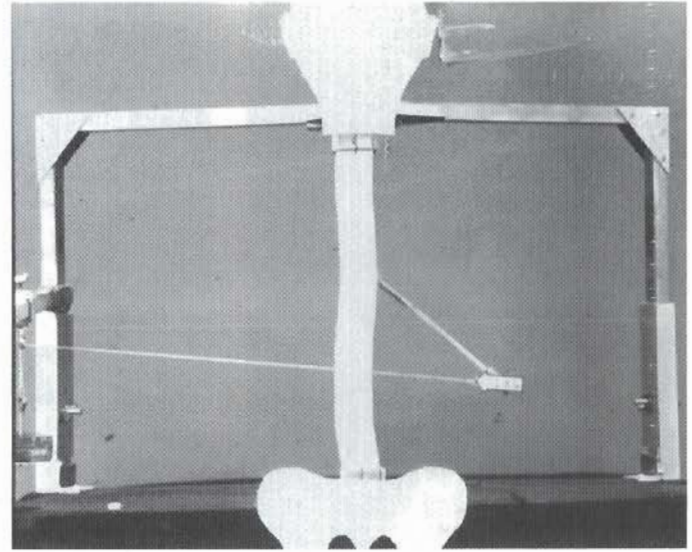


Abb. 14-16 Wirbelsäulenmodell mit Lateralkrümmung. Bei Einwirkung einer Kraft von 10 N oberhalb des Krümmungsscheitels zeigt sich eine ausgezeichnete Korrekturwirkung (Abb. 15). Wird die gleiche Kraft



unterhalb des Krümmungsscheitels angebracht, so bewirkt sie das Gegenteil (Abb. 16).

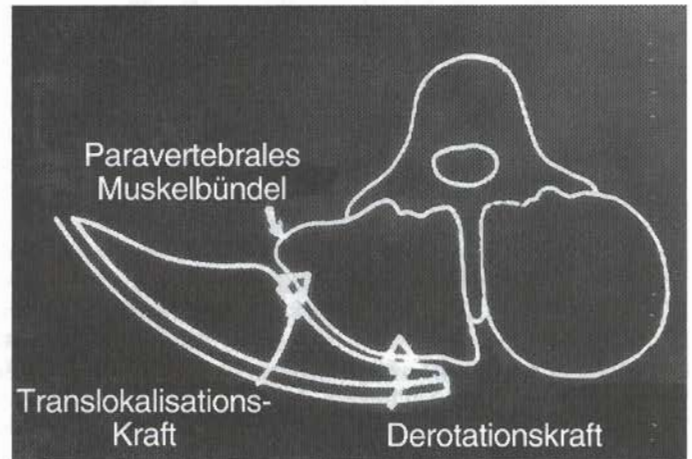
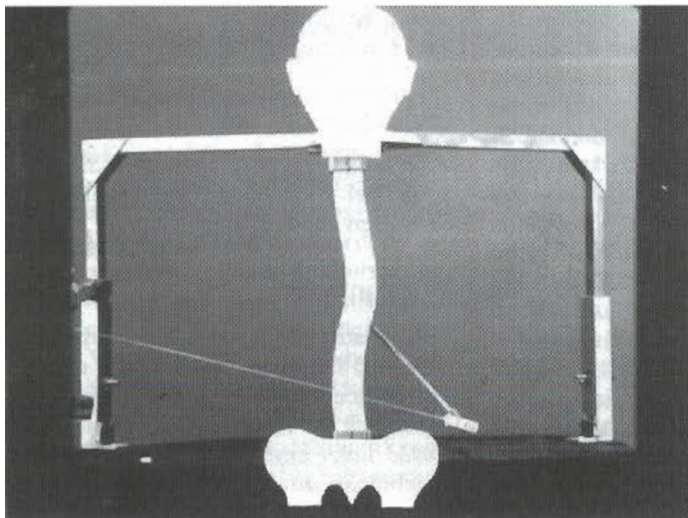


Abb. 17 Wirkung der das lumbale paravertebrale Muskelbündel umgreifenden Lumbalpelotte (schematisch).

änderung sagittaler Kurven ist ein Nebeneffekt der Skoliosebehandlung, der hauptsächlich durch die Kräfteeinwirkung einer thorakalen Derotationspelotte verursacht wird. Glücklicherweise kann dieser Effekt durch bestimmte Methoden verhindert werden, die später noch erklärt werden.

Mediale Kräfte

Der medial gerichtete Kräfteanteil der Thorakalpelotte drückt auf die Rippen, die wiederum die betroffenen Wirbel zur Mittellinie zurückdrücken. Dies ist im allgemeinen vorteilhaft, es ist jedoch darauf zu achten, daß im Bemühen, den Cobb'schen Winkel einer bestimmten Kurve zu

reduzieren nicht der laterale Fehlaufbau oberhalb und unterhalb der Kurve verstärkt wird, indem man die "Balance" der "Familie" skoliotischer Kurven vermindert. Die Röntgenaufnahme in Abb. 12 zeigt einen Fall, in dem die rechte Thorakalpelotte auf keinen Fall weiter angezogen werden darf. Dadurch würde zwar wahrscheinlich der Winkel nach Cobb vermindert, aber, dies würde wie im Diagramm in Abb. 13 gezeigt wird, den nach links gerichteten Überhang der kindlichen Wirbelsäule verstärken. Man darf nicht vergessen, daß hier Kinder behandelt werden und nicht Winkel.

Kippmomente

Der medial gerichtete Kräfteanteil der Thorakalpelotte hat noch eine andere Wirkung, die nur selten beachtet wird. Dies ist die Wirkung auf die Kippung der Wirbel. Dies wird am besten durch eine Demonstration veranschaulicht. Wenn man eine

simulierte Rippe an einer elastischen Säule befestigt und eine medial gerichtete Kraft auf die Rippe einwirken läßt, sieht man, daß die Rippe an der Stelle, wo sie befestigt ist, nicht nur eine Kraft, sondern auch ein Kippmoment auf die Wirbelsäule überträgt. Die Kippung richtet sich zu der Seite der Kraftanwendung. Das Wirbelsäulenmodell in den Abb. 14 bis 16 wurde mit einer Lateralkrümmung hergestellt. Wenn eine ständige Kraft von 10 N auf eine Rippe direkt oberhalb des Krümmungsscheitels einwirkt, ist die Korrekturwirkung ausgezeichnet, da sowohl der Übertragungs- als auch der Kippeffekt der Kraft korrigierend wirken (Abb. 15).

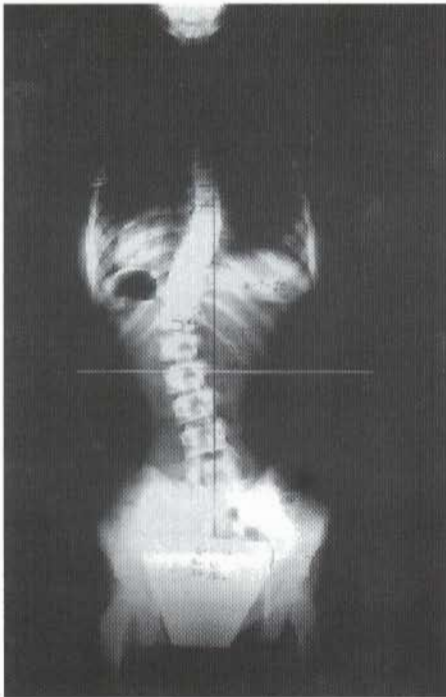


Abb. 18 Röntgenaufnahme einer skoliothisch veränderten Wirbelsäule zu deren Behandlung eine Milwaukee-Orthese eingesetzt wurde.

Unterhalb des Krümmungsscheitels ist die Säule ursprünglich nach rechts geneigt. Die Anwendung der gleichen Kraft auf eine Rippe, die in dieser Höhe liegt, bewirkt eher das Gegenteil, da der Kipp-effekt nach rechts auf dieser Höhe der Korrektur entgegenwirkt (Abb. 16). Man sollte besonders darauf achten, daß bei großen rechts-thorakal/links-lumbalen Doppelkurven die Thorakalpelotten rechts nicht zu tief sitzen. Dies würde die Kipp-komponente der Deformität genau dort verstärken, wo sie ihr Maximum hat.

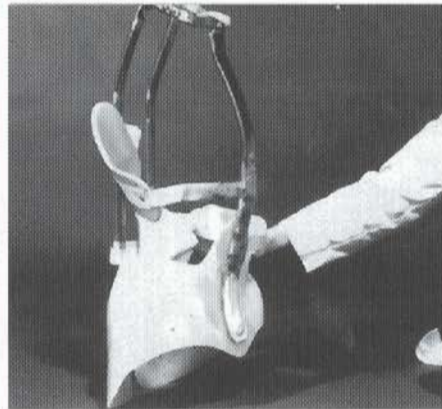


Abb. 19 Milwaukee-Orthese

3. Beckenfassung

Blount und Schmidt haben schon früh herausgefunden, daß eine eng anliegende Beckenfassung, die die Lumballordose vermindert, ein wichtiger Bestandteil der Skoliosenbehandlung durch Orthesen ist.

Der eng anliegende Beckenbereich bietet eine stabile Grundlage für die darüber liegenden Elemente. Der enge Umfang und die abdominale Kompression haben zusätzlich den Effekt der Erhöhung des intraabdominalen Drucks. Der erhöhte Druck wirkt abwärts auf den Beckenboden und aufwärts auf den Brustkorb, wodurch die Wirbelsäule gestreckt wird. Schließlich stabilisiert die abdominale Kompression auch die Lendenwirbelsäule in reduzierter Lordose, so daß eine Lumbalpelotte ihre Wirkung ausüben kann. Um die besten Ergebnisse durch die Lumbalpelotte zu erzielen, sollte diese so geformt sein, daß sie das lumbale paravertebrale Muskelbündel umgreift. So kann sie bei guter Druckverteilung an-

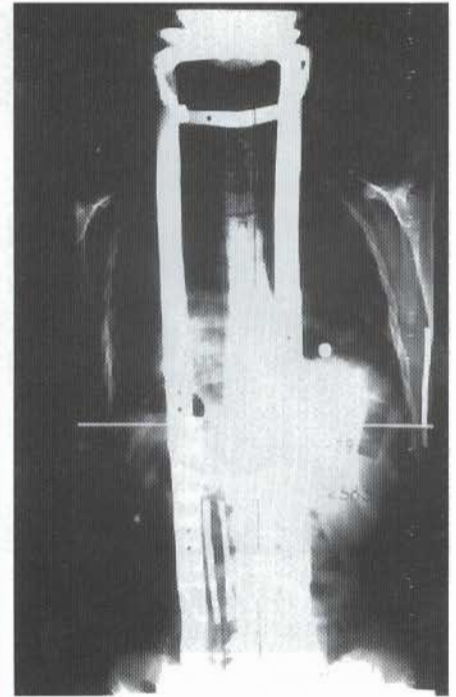


Abb. 20 AP-Röntgenbild der in Abb. 18 dargestellten Wirbelsäule mit angelegter Orthese nach 6-monatiger Behandlung.

tero-medial drücken, und damit die Lendenwirbel sowohl verschieben als auch derotieren (Abb. 17).

Wirkungsweise

Die Patientin, deren Röntgenaufnahme in Abb. 18 dargestellt ist, wurde mit der Milwaukee-Orthese (Abb. 19) behandelt. Zusätzlich zu einer Lumbalpelotte links wurde links eine ovale Thorakalpelotte angebracht, um die unteren Brustwirbel nach rechts zu verschieben und ihre

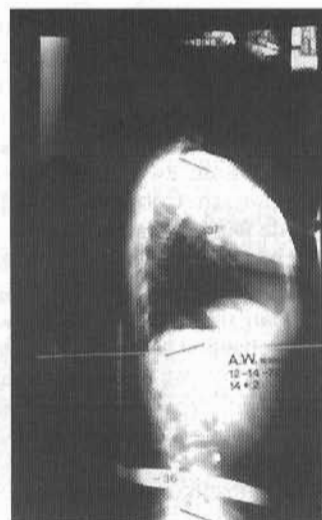


Abb. 21 a + b Beispiel für die Reduktion der Thorakalkyphose mittels TLS-Orthese.



Abb. 22 a + b Beispiel für eine unerwünschte Hyperkorrektur der Thorakalskoliose von 15 auf 3 Grad.

Rechtskipfung zu vermindern. Die rechte Thorakalpelotte wurde sehr hoch angebracht und nur auf leichten Druck eingestellt, so daß sie nicht die linken Pelotten darin beeinträchtigt, die Wirbelsäule nach rechts zu drücken. Abb. 20 zeigt ein A-P-Röntgenbild der Patientin mit der Orthese nach sechsmonatiger Behandlung.

4. Hyperkorrektur

Es wurde schon früher festgestellt, daß eine passive Aufrichtung der Lumballordose bei neurologisch normalen Personen eine aktive Aufrichtung der Thorakalkyphose im Stehen bewirkt. Wenn eine Thorako-Lumbo-Sakral-Orthese zur Skoliose-Behandlung angewandt wird, kann diese Reduktion der Thorakalkyphose irgendwo zwischen 15 und 25 Grad liegen. Die Reduktion der Thorakalkyphose kann von Vorteil sein, wie in dem in Abb. 21a und 21b dargestellten Fall, bei dem die Behandlung der Lumbalskoliose mit einer Thorako-Lumbo-Sakral-Orthese eine induzierte aktive Reduktion der Thorakalkyphose von 53 auf 37 Grad bewirkte. Für das Kind in Abb. 22a und 22b jedoch, das ebenfalls mit einer TLS-Orthese für Lumbalskoliose behandelt wurde, war die Hyperkorrektur von 15 auf 3 Grad unerwünscht. Diese Tendenz besteht ebenfalls bei der Milwaukee-Orthese, aber der obere Teil dieser Orthese, wenn sie korrekt angewandt wird, gibt die Möglichkeit, die sagittale Krümmung der mittleren und oberen Wirbelsäule genauer zu beeinflussen. Die Frage ist offensichtlich, wie gestaltet man eine Milwaukee-CTLS-Orthese, um die Hypokyphose (Flachrücken) besser in den Griff zu bekommen?

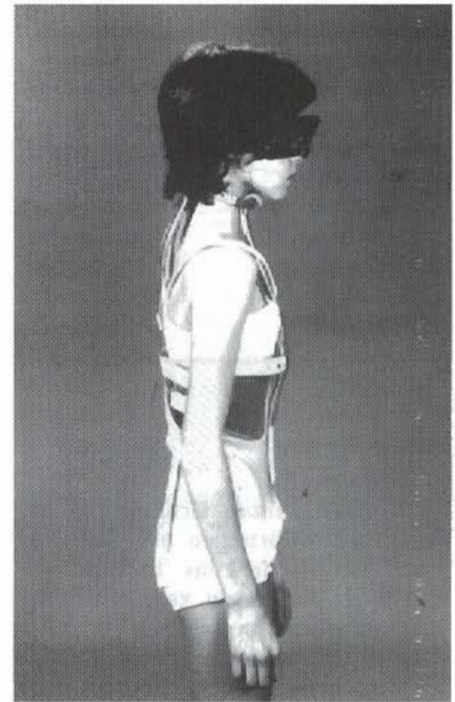
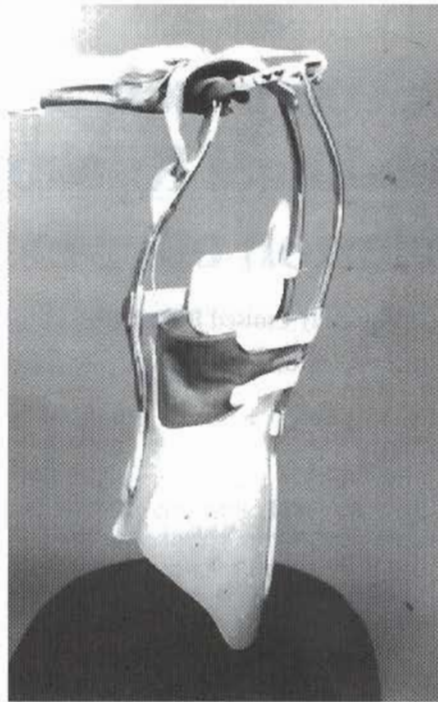


Abb. 23 + 24 Mit Hilfe eines Textilstreifens läßt sich ein gut verteilter Druck gegen den vorderen unteren Brustraum erreichen und damit eine Hyperkorrektur der Thorakalkyphose vermeiden.

Zuerst muß der nach vorn gerichtete Kraftanteil der Thorakalpelotte verringert werden. Dies geschieht, indem die Thorakalpelotte lateral zumindest bis zum Achsillarlot reicht und ein kurzer vorderer oder überhaupt kein Ausleger benutzt wird. Dies schafft einen mehr nach medial gerichteten Zug an der Pelotte. Außerdem sollte der rechte hintere Pfosten so angerichtet werden, daß er der Thorakalpelotte nahe kommt, aber nicht darauf drückt. Im linken hinteren BWS-Bereich muß Platz bleiben, um Bewegungen bei Rückenaufrichteübungen zu erlauben. Der Halsring muß ein wenig weiter vorn angebracht werden als sonst. Ein an-

deres Design-Merkmal, das dabei hilft, die physiologische Thorakalkyphose zu erhalten, ist die Ausübung eines gut verteilten Drucks gegen den unteren vorderen Brustraum. Dies wird durch einen Textilstreifen erreicht, wie in Abb. 23 und 24 gezeigt wird.

Literatur beim Verfasser

Anschrift für die Verfasser:
J. M. Carlson CPO
6005 Kellog Avenue
Minneapolis MN 55424 / USA



GREENPEACE

Ich möchte mehr über Greenpeace wissen!
Für Ihre Kosten habe ich 3,60 DM in Briefmarken beigelegt:

Vorname, Name _____
 Straße, Hausnummer _____
 Postleitzahl, Ort, Zustellpostamt _____

Greenpeace e. V., Vorsetzen 53, 2000 Hamburg 11
 Spendenkonto: Nr. 2061-206, PGiroA Hamburg, BLZ 200 100 20

M - S - B - K - Hamburg

Die Antarktis wird ein Weltpark für alle.
Wenn wir Menschen draußen bleiben.