

## EIN NEUER ANSATZ ZUR KONSTRUKTION KORRIGIERENDER SKOLIOSEORTHESEN - DAS BAUKASTENPRINZIP

### A new concept for constructing correcting orthosis of scoliosis - the module principle

**Dr. med. Hans-Rudolf Weiss**

#### Zusammenfassung

Das aus der Chêneau-Konzeption abgeleitete neu entwickelte ScoliOlogiC®-„Baukasten“-Korsett verspricht die Lebensqualität der versorgten Patienten durch deutliche Reduktion an Material weniger zu beeinträchtigen als herkömmliche Versorgungskonzepte in der Skoliose-therapie. Allerdings darf die Materialreduktion nicht zu Lasten der Ergebnisqualität gehen. Da die Behandlungsergebnisse mit korrigierenden Rumpforthesen in der Skoliosebehandlung vom primären Korrektoreffekt in der Orthese abhängen, sollte der primäre Korrektoreffekt im ScoliOlogiC®-„Baukasten“-Korsett ermittelt und mit dem anderer in Gebrauch stehender Rumpforthesen verglichen werden.

**Material und Methode:** Die Korrektoreffekte der 32 ersten unausgewählten Korsettversorgungen nach den Prinzipien des ScoliOlogiC®-„Baukasten“-brace (bei Patienten mit unterschiedlichen Skolioseformen) wurden nach durchschnittlich 6-wöchiger Tragezeit durch eine Röntgen-Ganzaufnahme im Stehen im Korsett ermittelt und mit dem letzten Röntgenbild vor Korsettversorgung verglichen. Der durchschnittliche Krümmungswinkel des Gesamtkollektivs betrug 46° (23 – 71° nach COBB), das Durchschnittsalter 13 Jahre.

**Ergebnisse:** Der durchschnittliche Cobbwinkel wurde beim Gesamtkollektiv um durchschnittlich 15° von 46° im Korsett auf 31° reduziert, was einem durchschnitt-

lichen Korrektoreffekt von 35% entspricht. Der durchschnittliche Korrektoreffekt bei den Patienten im Hauptindikationsbereich (20 – 45°; n = 16; Cobbwinkel 33°) lag bei 44%.

**Schlussfolgerungen:** Die Anwendung des ScoliOlogiC®-„Baukasten“-Korsetts führt zu Korrektoreffekten, welche denen anderer in der Literatur beschriebener Korsette gleichwertig ist.

#### Schlüsselwörter

Skoliose, Korsett, ScoliOlogiC®-„Baukasten“-Korsett, Korrektoreffekt.

#### Summary

The newly designed ScoliOlogiC®-„Baukasten“-brace, developed according to the Chêneau principles promises a minor impairment of life quality of the patients wearing this brace. This is realized by a clear reduction of material in comparison to traditional bracing systems in scoliosis therapy. However material reduction should not be made at costs of result quality. As in scoliosis therapy treatment results with corrective braces depend on the primary correction effect in the brace, the primary correction effect in the ScoliOlogiC®-„Baukasten“-brace should be evaluated and compared with those of other traditional braces.

**Material and method:** The correction effects of the first 32 braces according to the principles of the ScoliOlogiC®-„Baukasten“-brace (in patients with different etiologies) were evaluated after an average wearing period of 6 weeks

by fullbody X-ray in standing position in the brace and compared with the last X-ray before bracing. The average curvature angle of the whole collective was 46° (23°-71° according to COBB), the average age was 13 years.

**Results:** The average Cobb angle in the whole collective was reduced by an average of 15° from 46° in the brace to 31°, which corresponds an average correction effect of 35%. The average correction effect in patients with the main indication values (20° - 45°; n=16 and a Cobb angle of 33°) was at 44%.

**Conclusions:** The use of the ScoliOlogiC®-„Baukasten“-brace leads to correction effects equal to those of other braces described in literature.

#### Key words

Scoliosis, brace, ScoliOlogiC®-„Baukasten“-brace, correction effect.

#### Einleitung

Die Korsettbehandlung ist ein wichtiger und wirksamer Bestandteil der konservativen Skoliosebehandlung. Für die betroffenen Patienten ist die Behandlung aufwändig und wird im Allgemeinen als Beeinträchtigung der Lebensqualität erfahren. Aus diesem Grund muss es als Verantwortung der Behandelnden angesehen werden, einerseits den bestmöglichen und damit auch wirksamsten Behandlungsansatz zu verfolgen, andererseits nach Möglichkeit die Korsettversorgung derart zu gestalten, dass die Beeinträchtigungen der Betroffenen

so gering wie möglich gehalten werden.

Das Chêneau-Korsett und seine spezifischere Weiterentwicklung, das Rigo-System-Chêneau-Korsett können aktuell als Goldstandard der Korsettversorgung in der Skoliotherapie gelten. Die Wirkungsweise ist belegt (RIGO M et al. 2002, RIGO M et al. 2003, RIGO M und WEISS HR 2003) und gute kosmetische Endergebnisse sind auch für Krümmungen mit einem Ausgangswinkel von  $> 50^\circ$  beschrieben (RIGO M 2003). Allerdings benötigt eine gut korrigierende Chêneau-Orthese immer auch Freiräume, die durch Auftragungszonen auffallen und das kosmetische Erscheinungsbild der Betroffenen beeinträchtigen.

Daher haben wir es uns zur Aufgabe gemacht, nach Wegen zu suchen, wie die Chêneau-Prinzipien angewendet werden können bei gleichzeitiger Reduktion kosmetisch störender Effekte. Ausgangspunkt der Entwicklung war die Überlegung, die original Chêneau-Korrekturprinzipien auf das Stagnara-Korsett zu übertragen, welches nach Gipsabdruck gebaut konstruktionstechnisch keine Überkorrekturprinzipien verfolgt (Abb. 1). Durch die Applikation der Druckzonen an einem vorderen kurzen und einem hinteren längeren Metallträger hofften wir, weitestgehend auf die im Original verbindenden und damit das Korsett stabilisierenden Auftragungszonen verzichten zu können. Dabei galt es, die Schlüsselmuster nach RIGO (RIGO M 2004) zu beachten. Dies sollte uns in die Lage versetzen, die neue Konstruktionsweise so spezifisch wie möglich auszugestalten. Die Planungsgrundlagen (WEISS HR 2006) für die Schlüsselmuster nach RIGO sollen daher zunächst dargelegt werden.

Zu Beginn hatten wir die Befürchtung, die Einzelteile des Korsetts

könnten nachgeben und für eine langfristige Korrektur nicht stabil genug sein. Aus diesem Grund haben wir nach durchschnittlich 6 Wochen die Korsettversorgung auf Stabilität hin überprüft und die Korrektureffekte im Röntgenbild ermittelt und wollen diese für die ersten 32 in Folge versorgten, unausgewählten Patienten darstellen.

Das Stagnara-Korsett ist bereits seit langen Jahren in Anwendung (DUCONGE P 1991), die Chêneau-Konstruktionsprinzipien sind ebenfalls lange veröffentlicht (WEISS HR et al. 2000). Das physiologic brace, dessen Grundprinzipien (Relordosierung lumbal, Rekyphosierung thorakal) in unsere aktuellen Versorgung integriert sind, ist zum Patent angemeldet (PA 10 2004 028 505.5) (WEISS HR et al. in press).

Alle genannten Korsette werden zu einem

1. Termin ausgemessen bzw. es erfolgt die Abdrucknahme (Gipsen), an einem
2. Termin anprobiert und zu einem
3. Termin mit Hilfe von Röntgenaufnahmen kontrolliert und nachgebessert.

Anschließend erfolgen die Routinekontrollen in 3- bis 6-monatigen Abständen. Bei der gipsmodellierten aber auch bei der CAD-basierten musterspezifischen Chêneau-Bauweise (RIGO M und WEISS HR 2003, RIGO M 1999) werden im Hauptwachstumsschub mitunter bereits nach 3 Monaten wachstumsbedingt Neuversorgungen notwendig. Dies kann bei der Stagnara-Bauweise durch einfaches Verlagern und Weiten einzelner Redressionsspannen vermieden werden. Allerdings ist diese Versorgung nicht mustergenau (es wird in der Regel lediglich Symmetrie angestrebt; Abb. 1).

Mit dem neuen modularen Baukastenprinzip (PA 10 2005 012 564.6) wollen wir die Vorteile des Stagnara-Korsetts mit den Möglichkeiten einer musterspezifischen Bauweise vereinigen. Für den größten Teil der Betroffenen (Mädchen zwischen 11 und 16 Jahren) ist dieses Korsett nach Beginn der Einzelteilproduktion schon beim ersten Termin anzupassen, da die benötigten Einzelteile bereits vorproduziert sind und nur noch – wie bei anderen herkömmlichen Korsettvarianten auch – an den Patientenkörper adaptiert werden



Abb. 1: Links Korsett in Stagnara-Bauweise. Deutlich wird der symmetrische Aufbau, ohne dass Freiräume vorgesehen wären. Rechts zu erkennen symmetrische Gipspositive, die der Stagnara-Bauweise zugrunde liegen.

müssen. Es entfällt somit i.d.R. ein Termin und Wartezeiten vor Versorgung von mitunter 8 Wochen (in denen die Passgenauigkeit bereits zu leiden beginnt und eine Krümmungszunahme erfolgen kann) gehören der Vergangenheit an.

### Befundspezifische Korsettkonstruktion unter Berücksichtigung der Schlüsselmuster nach RIGO

Die neue Klassifikation zur Spezifizierung der Korsettkonstruktion wurde von RIGO (RIGO 2004) vorgestellt. Sie enthält 15 Krümmungsmuster mit individuellen dreidimensionalen Eigenheiten. Diese werden bei der Konstruktion des Rigo-System-Chêneau (RSC)-Korsetts grundsätzlich beachtet. Für die Herstellung nach Gipsabdruck, allerdings auch für eine Korsettkonstruktion nach dem unten beschriebenen Baukastenprinzip, ist nach unserer Erfahrung die Beachtung bestimmter Schlüsselmuster aus der RIGO-Klassifikation ausreichend, um eine möglichst spezifische Konstruktion zu gewährleisten. Bevor die Behandlungsergebnisse mit dem ScoliOlogiC®-„Baukasten“-Korsett vorgestellt werden, sollen diese Schlüsselmuster (WEISS 2006), welche eine Krümmungsmusterspezifische Versorgung ermöglichen, dargestellt werden.

#### Synthese der in der Skoliosebehandlung notwendigen grundsätzlichen Korrekturprinzipien (zu den Schlüsselmustern derusterspezifischen Korsettkonstruktion nach RIGO 2004)

Aus der Fehlstellung der einzelnen Rumpfabschnitte gegeneinander lassen sich die grundlegenden Krümmungsmuster konstruieren, welche bei der Korsettversorgung berücksichtigt werden sollen:

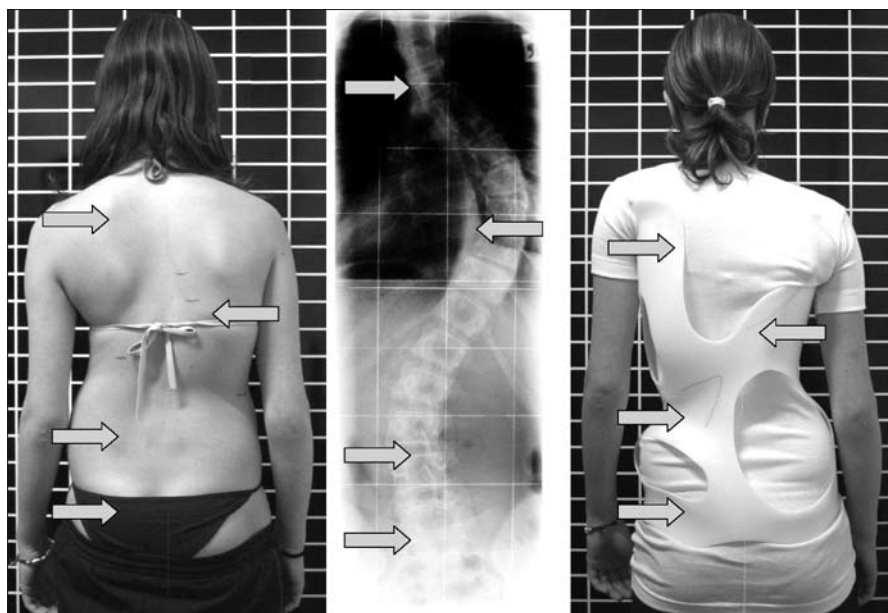


Abb. 2: Patientin mit thorakaler Hauptkrümmung und kompensiertem Erscheinungsbild in einem RIGO-System-Chêneau-Korsett T1. Dieses Krümmungsmuster kann allerdings auch je nach Länge der kaudalen Gegenkrümmung mit einem ScoliOlogiC®-„Baukasten“-Korsett T6 oder T2 behandelt werden. Die Pfeile kennzeichnen die Korrekturrichtungen in frontaler Ebene und gleichzeitig auch die Korrekturrichtungen in horizontaler Ebene (Derotation).

#### 1. Rigo T 1 (King III, non 3 non 4 Korsett mit symmetrischem Beckenkorb; Abb. 2)

**Gesamtstatik:** Ist C7 über dem Sakrum mit nur kleinen Abweichungen zentriert, so soll auch die Druckbalance der Korrekturpelotten im Korsett zu einem zentrierten Erscheinungsbild führen oder zu einer nur leichten Hyperkompensation zur thorakalen Konkavseite.

**Beckenkorrektur:** Bei gradem Abgang der Lendenwirbelsäule auf dem Kreuzbein (Krümmungsmuster nach LEHNERT-SCHROTH 3 BN) ist das Becken neutral einzustellen.

**Lumbalkorrektur:** Bei gerader Einstellung der Lendenwirbelsäule auf dem Kreuzbein mit Abkipfung von L3 (oder höher) zur thorakalen Konkavseite ist eine Anlehnungszone im Sinne einer angedeuteten Dreieckspelotte vorzusehen (RIGO non 3 non 4), die bei sekundärer

lumbaler Krümmungsverstärkung aufgedoppelt werden kann. **Thorakalkorrektur:** Bei rein thorakalen Krümmungen ohne wesentliche zervikothorakale oder lumbale Gegenkrümmung sollte die Ausrichtung der Druckpelotte thorakal einen frontosagittalen Winkel von  $> 40^\circ$  bilden, die ventrale Druckpelotte im Bereich Punkt 4 (nach Chêneau) sollte in der frontalen Hauptebene bis leicht frontolateral ausgerichtet sein bei einer Pelottenhöhe von nicht mehr als 3 cm kaudokranial.

**Axillarkorrektur:** Bei thorakalen Krümmungen ohne zervikothorakalen Gegenbogen dient die Axillarpelotte der Aufspreizung der thorakalen Konkavität, um den Ansatz der thorakalen Derotationskräfte zu verbessern. Aus diesem Grunde ist axillar kein Druck auf die oberen Rippen erforderlich, die Pelotte muss jedoch soweit herangestellt werden, dass der thorakalkonkavseitige

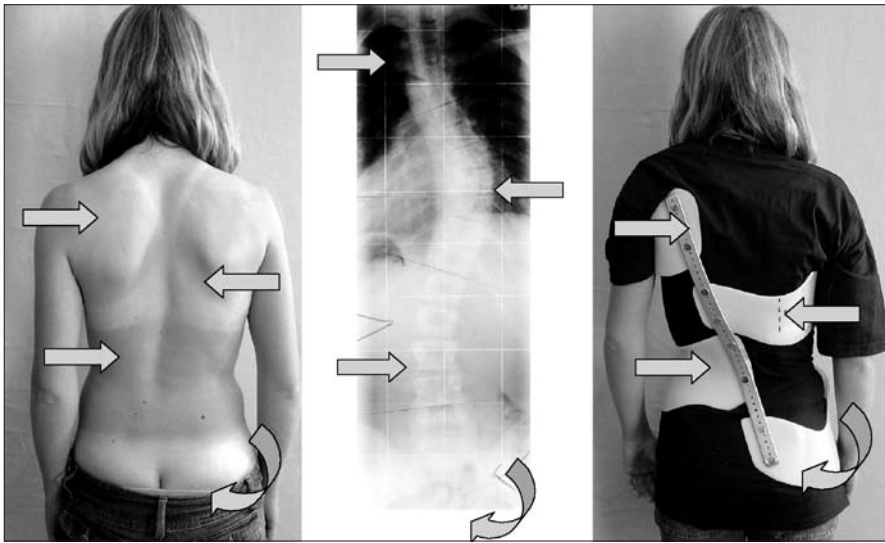


Abb. 3: Patientin mit thorakaler Hauptkrümmung und lumbalem Gegenbogen bei leichter statischer Dekompensation nach rechts, im ScoliOlogiC<sup>®</sup>-„Baukasten“-Korsett T6 mit Hyperkompensation nach links und Kippung des Beckens gegen die Lumbalpelotte nach links. Die Pfeile kennzeichnen die Korrekturrichtungen in frontaler Ebene und gleichzeitig auch die Korrekturrichtungen in horizontaler Ebene (Derotation).

Arm sich nicht abhebelt (Kantendruck im Bereich des Gefäß-, Nervenbündels des Armes mit der Folge: Parästhesien, venöser Rückstau). Bei thorakalem Krümmungsscheitel bis Th7 muss zusätzlich die Thorakalpelotte dorsal soweit reduziert werden, dass der Schultergürtel ohne ventrale Anlage nach dorsal (über das Hypomochlion der Thorakalpelotte am unteren Rippenbuckel) kippen kann. (Beim thorakalen Krümmungsscheitel höher als Th7 muss die Scheitelwirbelhöhe beachtet werden, weshalb in diesen Fällen mit mangelndem Rückhalt der thorakalkonvexseitigen Schulter eine Corakoidalpelotte notwendig werden kann.)

## II. Rigo T 6 (King III, non 3 non 4 Korsett mit asymmetrischem Beckenkorb; Abb. 3)

**Gesamtstatik:** Es besteht radiologisch und klinisch eine Dekompensation zur thorakalen Konvexseite, also muss das Korsett in die Gegenrichtung zur thorakalen Konkavseite hyperkompensieren.

**Beckenkorrektur:** Bei schrägem Abgang der Lendenwirbelsäule auf dem Kreuzbein im Sinne einer lumbalen Krümmung ohne Keilverformung des Bandscheibenraumes L4/L5 in frontaler Ebene ist eine Beckenkipfung zur thorakalen Konkavseite vorzusehen.

**Lumbalkorrektur:** Bei lumbalem Krümmungsscheitel bis L2 ist eine lumbale Druckzone mit Dreieckspelotte einzufügen unter Ausschluss der 11. Rippe (Blockadeffekt mit dem thorakalen Gegenhalt und mögliche Verstärkung der thorakalen Krümmung).

**Thorakalkorrektur:** Bei mehrbogigen Krümmungen (double major oder doppelthorakalen Skoliosemustern, aber auch bei deutlicher lumbaler Gegenkrümmung) ist die frontosagittale Ausrichtung der thorakalen Pelotte auf  $>60^\circ$  zu bringen, also mit mehr lateraler Abstützung, die ventrale Druckpelotte im Bereich Punkt 4 (nach Chêneau) sollte in der frontalen Hauptebene bis leicht frontolateral ausgerichtet sein bei einer Pelottenhöhe von

nicht mehr als 3 cm kaudokränial. **Axillarkorrektur:** Bei thorakalen Krümmungen ohne zervikothorakalen Gegenbogen dient die Axillarpelotte der Aufspreizung der thorakalen Konkavität, um den Ansatz der thorakalen Derotationskräfte zu verbessern. Aus diesem Grunde ist axillar kein Druck auf die oberen Rippen erforderlich, die Pelotte muss jedoch soweit herangestellt werden, dass der thorakalkonkavseitige Arm sich nicht abhebelt (Kantendruck im Bereich des Gefäß-, Nervenbündels des Armes mit der Folge: Parästhesien, venöser Rückstau). Bei thorakalem Krümmungsscheitel bis Th7 muss zusätzlich die Thorakalpelotte dorsal soweit reduziert werden, dass der Schultergürtel ohne ventrale Anlage nach dorsal (über das Hypomochlion der Thorakalpelotte am unteren Rippenbuckel) kippen kann. (Beim thorakalen Krümmungsscheitel höher als Th7 muss die Scheitelwirbelhöhe beachtet werden, weshalb in diesen Fällen mit mangelndem Rückhalt der thorakalkonvexseitigen Schulter eine Corakoidalpelotte notwendig werden kann.)

## III. RIGO DM (4B double major, in Anlehnung an KING II; Abb. 4)

**Gesamtstatik:** C7 ist über dem Sakrum mit nur kleinen Abweichungen zentriert, so soll auch die Druckbalance der Korrekturpelotten im Korsett zu einem zentrierten Erscheinungsbild führen.

**Beckenkorrektur:** Bei schrägem Abgang der Lendenwirbelsäule auf dem Kreuzbein mit einer Keilverformung L4/L5 ist eine reine Seitverschiebung des thorakalkonvexseitigen Beckens auf die thorakale Konkavseite einzubauen.

**Lumbalkorrektur:** Bei lumbalem Krümmungsscheitel bis L2 ist

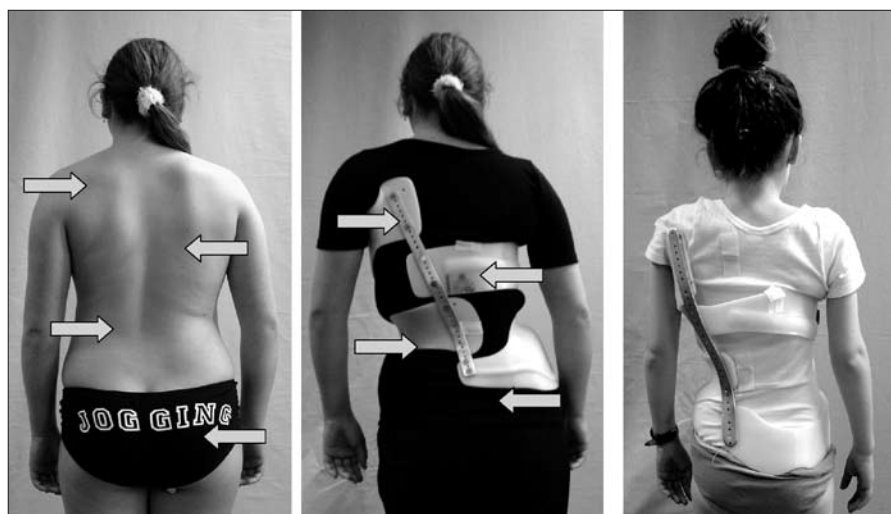


Abb. 4: Patientin mit einer double major-Krümmung von 42° und 37° mit Hüftprominenz auf der rechten Seite, allerdings mit leichter statischer Dekompensation nach rechts. Mitte: Im ScoliOlogiC®-„Baukasten“-Korsett-Typ DM, allerdings zum Ausgleich der leichten statischen Dekompensation im Korsett nach links hyperkompensiert. Zum Ausgleich dessen kann die rechts gelegene Beckenpelotte nochmals herangestellt werden. Ganz rechts ist ein ScoliOlogiC®-Korsett für eine double major-Krümmung in kompensierter Bauweise zu sehen. Die Pfeile kennzeichnen die Korrekturrichtungen in frontaler Ebene und gleichzeitig auch die Korrekturrichtungen in horizontaler Ebene (Derotation).

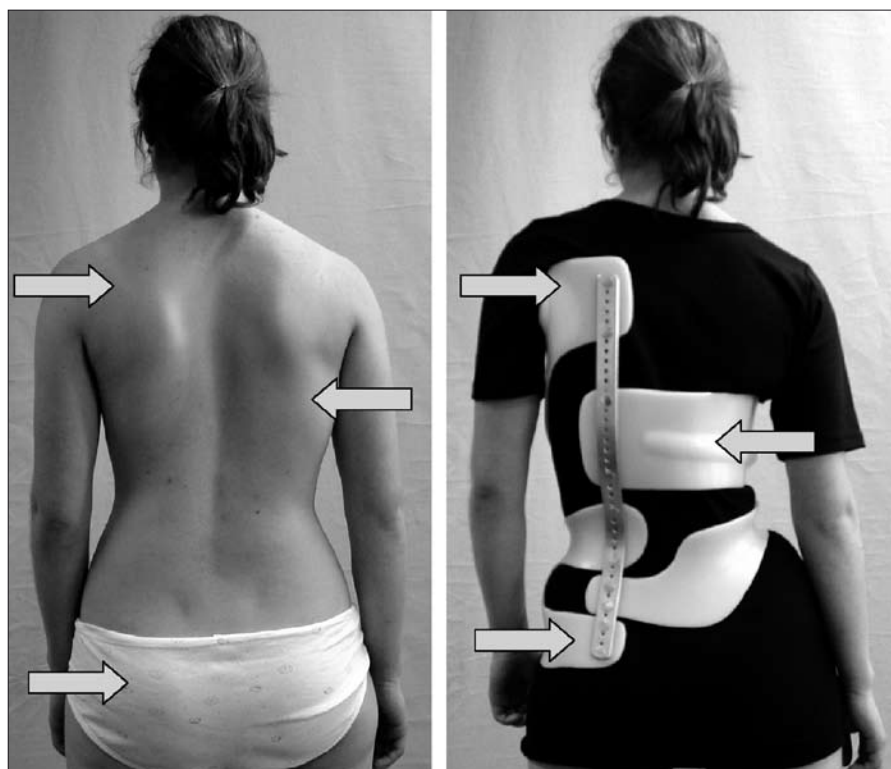


Abb. 5: ScoliOlogiC®-Korsett für ein RIGO-Muster T2. Ohne Korsett besteht eine statische Dekompensation nach rechts mit Prominenz der Hüfte auf der linken Seite. Das Korsett spiegelt die Rumpfstatik. Im Korsett besteht eine Hüftprominenz auf der rechten Seite. Die Pfeile kennzeichnen die Korrekturrichtungen in frontaler Ebene und gleichzeitig auch die Korrekturrichtungen in horizontaler Ebene (Derotation).

eine lumbale Druckzone mit Dreieckspelotte einzufügen unter Ausschluss der 11. Rippe (Blockadeeffekt mit dem thorakalen Gegenhalt und mögliche Verstärkung der thorakalen Krümmung).

**Thorakalkorrektur:** Bei mehrbogigen Krümmungen (double major oder doppelthorakalen Skoliosemustern, aber auch bei deutlicher lumbaler Gegenkrümmung) ist die frontosagittale Ausrichtung der thorakalen Pelotte auf > 60° zu bringen, also mit mehr lateraler Abstützung, die ventrale Druckpelotte im Bereich Punkt 4 (nach Chêneau) sollte in der frontalen Hauptebene bis leicht frontolateral ausgerichtet sein bei einer Pelottenhöhe von nicht mehr als 3 cm kaudokranial.

**Axillarkorrektur:** Bei thorakalen Krümmungen ohne zervikothorakalen Gegenbogen dient die Axillarpelotte der Aufspreizung der thorakalen Konkavität, um den Ansatz der thorakalen Derotationskräfte zu verbessern. Aus diesem Grunde ist axillar kein Druck auf die oberen Rippen erforderlich, die Pelotte muss jedoch soweit herangestellt werden, dass der thorakalkonkavseitige Arm sich nicht abhebelt (Kantendruck im Bereich des Gefäß-, Nervenbündels des Armes mit der Folge: Parästhesien, venöser Rückstau). Bei thorakalem Krümmungsscheitel bis Th7 muss zusätzlich die Thorakalpelotte dorsal soweit reduziert werden, dass der Schultergürtel ohne ventrale Anlage nach dorsal (über das Hypomochlion der Thorakalpelotte am unteren Rippenbuckel) kippen kann. (Beim thorakalen Krümmungsscheitel höher als Th7 muss die Scheitelwirbelhöhe beachtet werden, weshalb in diesen Fällen mit mangelndem Rückhalt der thorakalkonvexseitigen Schulter eine Corakoidalpelotte notwendig werden kann.)

#### IV. RIGOT 2 (3B Skoliose mit starker Dekompensation zur thorakalen Konvexeite, King IV oder auch mit leichtem Lendenwulst; Abb. 5)

**Gesamtstatik:** Besteht radiologisch und klinisch eine Dekompensation, so muss das Korsett in die Gegenrichtung, also in diesem Fall zur thorakalen Konkavseite hin hyperkompensieren.

**Beckenkorrektur:** Bei Hüftprominenz auf der thorakalen Konkavseite (nach LEHNERT-SCHROTH 3 BH) ist die Hüfte auf die thorakale Konvexeite hin zu verschieben.

**Lumbalkorrektur:** Bei Neigung von L4 zur thorakalen konvexen Seite (entspricht King - Typ IV) ist keine lumbale Druckzone oder Lumbalpelotte erforderlich, bei leichtem Gegenbogen würde eine lumbale Druckpelotte eingefügt, die gleichsinnig mit der thorakal konkavseitigen Beckenanlage drückt.

**Thorakalkorrektur:** Bei rein thorakalen Krümmungen ohne wesentliche zervikothorakale oder lumbale Gegenkrümmung sollte die frontosagittale Ausrichtung der Druckpelotte thorakal einen Winkel von  $> 40^\circ$  (bei lumbaler Gegenkrümmung  $> 60^\circ$ ) bilden, die ventrale Druckpelotte im Bereich Punkt 4 (nach Chêneau) sollte in der frontalen Hauptebene bis leicht frontolateral ausgerichtet sein, bei einer Pelottenhöhe von nicht mehr als 3 cm kaudokraniel.

**Axillarkorrektur:** Bei thorakalen Krümmungen ohne zervikothorakalen Gegenbogen dient die Axillapelotte der Aufspreizung der thorakalen Konkavität, um den Ansatz der thorakalen Derotationskräfte zu verbessern. Aus diesem Grunde ist axillar kein Druck auf die oberen Rippen erforderlich, die Pelotte muss jedoch soweit herangestellt werden, dass der thorakalkonkavseitige Arm sich nicht abhebelt

(Kantendruck im Bereich des Gefäß-, Nervenbündels des Armes mit der Folge: Parästhesien, venöser Rückstau). Bei thorakalem Krümmungsscheitel bis Th7 muss zusätzlich die Thorakalpelotte dorsal soweit reduziert werden, dass der Schultergürtel ohne ventrale Anlage nach dorsal (über das Hypomochlion der Thorakalpelotte am unteren Rippenbuckel) kippen kann. (Beim thorakalen Krümmungsscheitel höher als Th7 muss die Scheitelwirbelhöhe beachtet werden, weshalb in diesen Fällen mit mangelndem Rückhalt der thorakalkonvexseitigen Schulter eine Corakoidalpelotte notwendig werden kann.)

#### V. RIGO L (4B lumbale Hauptkrümmung mit Indikation zur Kurzbauweise nach WEISS; Abb. 6)

**Gesamtstatik:** Es besteht radiologisch und klinisch eine Dekom-

pensation zur lumbalen Konvexeite, also muss das Korsett in die Gegenrichtung zur thorakalen Konvexeite hyperkompensieren.

**Beckenkorrektur:** Bei schrägem Abgang der Lendenwirbelsäule auf dem Kreuzbein mit einer Keilverformung L4/L5 ist eine reine Seitverschiebung des thorakalkonvexseitigen Beckens auf die thorakale Konkavseite einzubauen.

**Lumbalkorrektur:** Bei lumbalem Krümmungsscheitel bis L2 ist eine lumbale Druckzone mit Dreieckspelotte einzufügen unter Ausschluss der 11. Rippe (Blockadeffekt mit dem thorakalen Gehalt und mögliche Verstärkung der thorakalen Krümmung).

**Thorakalkorrektur:** Bei rein lumbalem Krümmungsmuster sollte im vorderen Rippenbogenbereich auch in der Kurzbauweise zumindest die Andeutung eines Punktes 4 (nach CHÊNEAU) und eines Freiraumes ventral vor der Konvexität

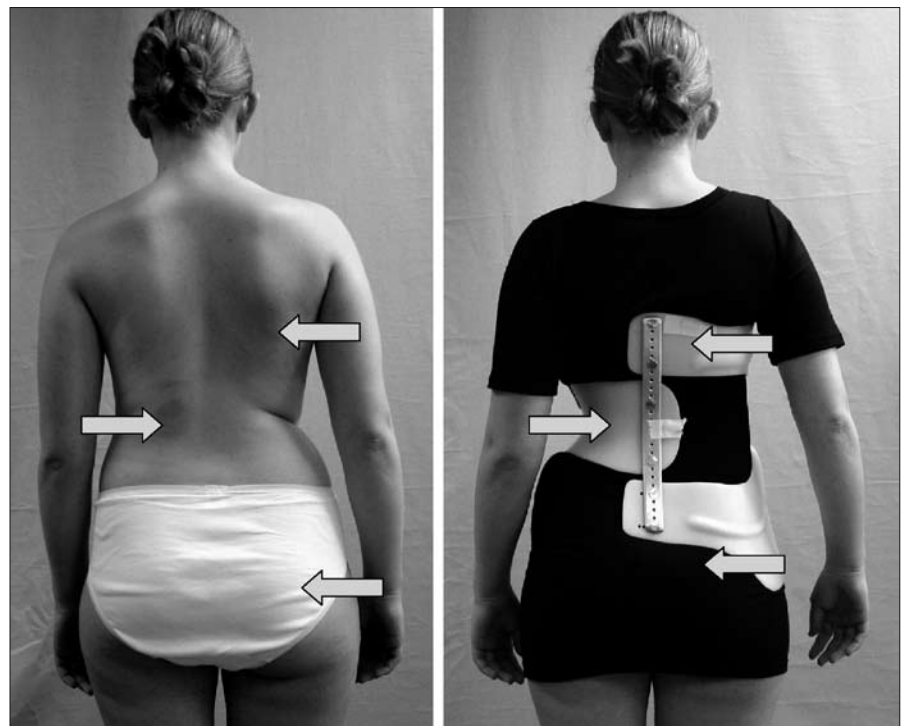


Abb. 6: ScoliOlogiC®-Korsett für ein lumbales Krümmungsmuster (RIGO-Typ L). Ohne Korsett besteht Hüftprominenz auf der rechten Seite. Im Korsett zeigt sich ein deutlicher Spiegelungseffekt, welcher auf eine gute Korrektur hindeutet. Die Pfeile kennzeichnen die Korrekturrichtungen in frontaler Ebene und gleichzeitig auch die Korrekturrichtungen in horizontaler Ebene (Derotation).





des thorakalen Ausgleichsbogens eingebaut sein. Die Thorakalpelotte sollte nahezu sagittal ausgerichtet sein.

### Variationen

Bei allen Mustern mit thorakalem Hauptbogen (I-IV) kann eine strukturelle zervikothorakale Gegenkrümmung bestehen. Dann gilt für die Axillarkorrektur: Bei doppelthorakalen Krümmungen (Kippung Th1 zur thorakalen Konvexseite; King - Typ V) ist im thorakalkonkavseitigen Axillarbereich eine seitliche Druckzone mit Druckpelotte einzufügen, welche den Schultergürtel noch weiter zur thorakalen Konvexseite hin hyperkompensiert, damit bei Erhalt der Orthoptie ein halbaktives Aufrichten der zervikothorakalen Krümmung erfolgen kann. Hierzu ist es notwendig, die Axillarpelotte 2 cm unter der maximalen Axillalhöhe zu kappen, damit ein leichter Rekompensationsraum oberhalb dieser Pelotte erhalten bleibt.

Bei allen Mustern mit struktureller lumbaler Hauptkrümmung (II-V) kann statt der Lumbalkrümmung eine Thorakolumbalkrümmung (Scheitel Th12 / L1) bestehen. Dann gilt für die Lumbalkorrektur: Bei thorakolumbalem Krümmungsscheitel Th12 / L1, vor allem bei Dekompensation des Lumbalbogens, zur lumbalen Konvexseite erfolgt die Einbringung einer ausgedehnteren Lumbalpelotte unter Einschluss der 10. und 11. Rippe (bei Druck auf die 11. Rippe alleine entstehen regelmäßig Schmerzsyndrome). Die genannten Schlüsselmuster haben sich durch die langfristige Anwendung der RIGO-Klassifikation (RIGO 2004) herauskristallisiert. Die RIGO-Klassifikation besteht zwar aus 15 verschiedenen Krümmungsmustern, welche alle einer differenzierten Korsettkonstruktion zugänglich sind, die o.a. Schlüsselmuster (I-V) sind jedoch

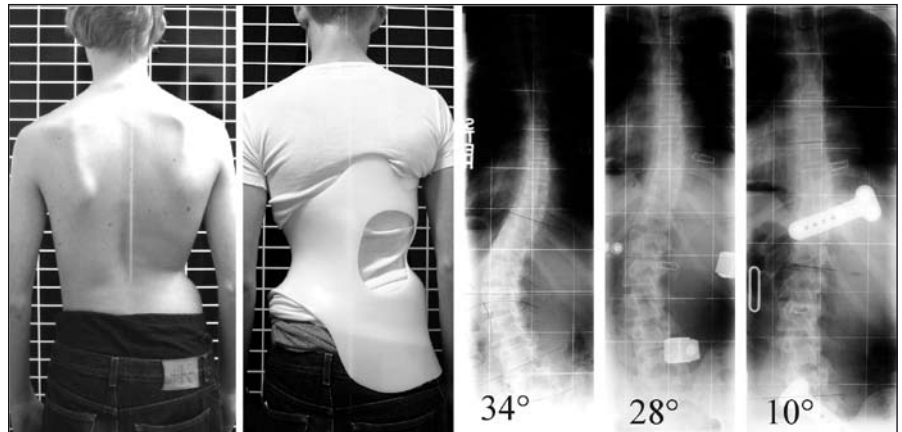


Abb. 7: Patient mit Lumbalskoliose in einer RIGO-System-Chêneauversorgung (RIGO-Typ L). Die Spiegelung des Krümmungsmusters ist klar zu erkennen. Dennoch ergab sich nach der 6-Wochen-Kontrolle nur ein unzureichender Korrektoreffekt von 34° auf 28°. Nach weiteren 6 Wochen und zwischenzeitlicher Verbesserung des Korsetts konnte die Krümmung im Korsett auf 10° gebracht werden (ganz rechts). Dies zeigt, dass der primäre Korrektoreffekt bei rigiden Krümmungen sich durchaus auch später noch verbessern lässt.

Ausgangspunkte der weiteren Differenzierung und als muster-spezifische Basiskonstruktionen zunächst ausreichend.

Die CAD-basierte RIGO-System-Chêneau-Bauweise ist immer noch recht teuer, weshalb eine preiswertere Modulbauweise nach dem Baukastenprinzip leichter zu vermarkten wäre, wenn eine reliable Grundkonzeption geschaffen ist. Als Ausgangsrahmen bietet sich die Bauweise nach Stagnara an. Diese lässt die Pelottenanordnung leicht modifizieren und das Korsett somit an evtl. Breitenwachstum wie auch Längenwachstum anpassen. Neuversorgungen wären auf diese Weise über längere Zeitintervalle zu vermeiden, ohne die Behandlungsspezifität zu verlieren.

Die Längsstäbe können vorgebogen werden, so dass auch die neuesten Erkenntnisse hinsichtlich der sagittalen Korrekturen (physio-logic® brace) zu verwirklichen sind (WEISS HR et al. in press), allerdings lässt sich die Anordnung der Längsträger auch so ausrichten, dass diese kosmetisch nicht mehr so stören wie in der zentralen Position der Original-Stagnara-Bauweise. Um die o.a. Grundmuster zu

bedienen, sind vorgefertigte Teile vom Design her festzulegen und für etwa drei verschiedene Größen herzustellen, um den größten Anteil der Idiopathischen Skoliosen behandeln zu können (Mädchen zwischen 12 und 16 Jahren). Zusätzlich wird momentan eine Studie durchgeführt, um die entsprechenden Standardmaße des hauptsächlich von einer Idiopathischen Skoliose betroffenen Kollektivs zu ermitteln. Erst im Anschluss daran können Größe und Zahl der vorzuhaltenden Einzelteile festgelegt werden.

### Virtueller Inhalt des Bausatzes zum ScoliOlogiC®-brace (Stand Oktober 05)

1. Längsträger (Brust-Rückenstab) physiologisch vorgebogen (2x); 3 Größen (Lang-, Medium-, Kurzbauweise)
2. [a] Beckenfassung einseitig asymmetrisch 4B; T6 (3 Größen)  
[b] Beckenfassung einseitig asymmetrisch 3B mit integrierter Lumbalpelotte (3 Größen)
3. Lumbalspange hoch (3 Größen)
4. Thorakalspange 3,5 cm Höhe (3 Größen)
5. Thorakoaxillarspirale Punkte 3

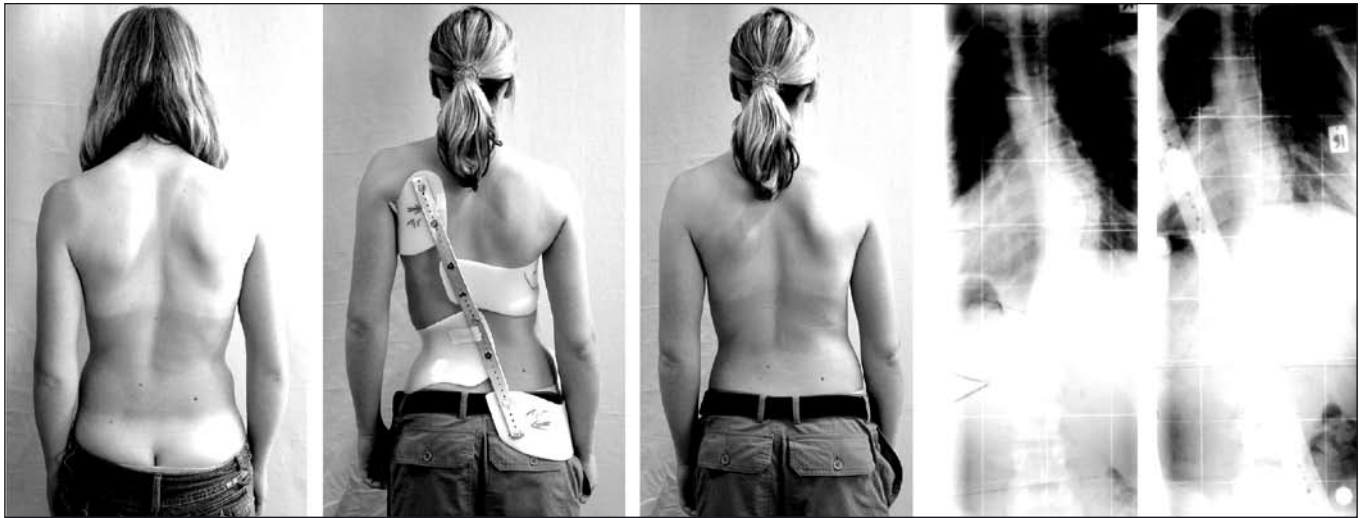


Abb. 8: Patientin mit rechtsthorakaler Krümmung und linkslumbaler Gegenkrümmung, links ohne, Mitte links nach 6 Wochen im ScolioLogiC®-Korsett (Typ RIGO T6). In der Mitte zeigte sich nach 6 Wochen ohne Korsett bereits eine deutliche Rekompensation der Statik. Radiologisch wurde nach 6 Wochen eine Krümmungskorrektur von 41° auf 23° im Korsett dokumentiert.

& 4 nach Chêneau kombiniert  
(3 Größen)

Die Längsträger (1) können nach Bedarf gekürzt werden, die einseitig asymmetrische Beckenfassung (2) kann transversal verschoben (DM) oder gekippt (T6) werden. Die Lumbalpelotte (3) kann kaudal des Verlaufs der 11. Rippe zur Behandlung lumbaler Krümmungen beschnitten werden (L; DM), kranial herangekippt werden (T6) oder zur Behandlung thorakolumbalen Krümmungen im Originalzustand belassen werden. Die Thorakalspange (4) kann kaudal und kranial beschnitten werden, während beim Heransetzen der Thorakoaxillarspirale auch der Punkt 4 (nach Chêneau) automatisch verstärkt wird.

Die Produktion der Einzelteile beschränkt sich momentan auf rechts thorakale und links lumbale, also auf die am häufigsten auftretenden Krümmungsmuster. Links thorakolumbale Krümmungen können bei einem Scheitelwirbel L1 in Linksausbiegung mit dem System versorgt werden, bei Scheitelwirbel Th 12 ist in herkömmlicher Weise zu verfahren (Gipsabdruck oder CAD-Bauweise).

### Dokumentation der ersten Korrektoreffekte

Primärer Korrektoreffekt und Tragezeit bestimmen das Behandlungsergebnis von Skolioseorthesen wesentlich.

Nach neuestem Kenntnisstand trägt allerdings vor allem die Genauigkeit der Orthesenkonstruktion zu einem ausgewogenen kosmetischen Endergebnis bei (RIGO M 1999). Aus diesem Grunde erscheint es sinnvoll, bei Konstruktion und klinischer Beurteilung korrigierender Rumpforthesen in der Skoliosebehandlung auch die Genauigkeit der Konstruktion zu bewerten. Diesem neuen Ansatz zur Konstruktion korrigierender Rumpforthesen liegen daher auch die grundsätzlichen Korrektorelemente zugrunde, wie sie sich aus der RIGO-Klassifikation ableiten lassen und im Rigo-System-Chêneau-Korsett (RSC-Brace) verwirklicht sind (RIGO M 2003).

Als qualitative Bemessungsgrundlage bleibt der Korrektoreffekt, wie er sich auf den Röntgenkontrollaufnahmen nach COBB messen lässt. Als Grundlage der Bewertung soll beim „Rating“ der radiologisch messbaren Behandlungsqualität

die Abstufung dienen, welche auf dem Skoliosekongress in Barcelona vorgestellt wurde (WERKMANN M 2004):

1. Korrektur im Korsett > 50 %  
- exzellent
2. Korrektur im Korsett 30 – 49 %  
- gut
3. Korrektur im Korsett 20 – 29 %  
- mäßig
4. Korrektur im Korsett < 20 %  
- schwach (nicht ausreichend)

### Material und Methode

Die Korrektoreffekte der 32 ersten unausgewählten Korsettversorgungen nach den Prinzipien des ScolioLogiC®-„Baukasten“-brace wurden nach durchschnittlich 6-wöchiger Tragezeit durch eine Röntgen-Ganzaufnahme im Stehen im Korsett ermittelt und mit dem letzten Röntgenbild vor Korsettversorgung verglichen.

Das Patientenkollektiv verteilte sich auf folgende Diagnosen: Adoleszente Idiopathische Skoliosen, n = 25; Juvenile Idiopathische Skoliosen, n = 3; Kongenitale Skoliose, n = 1; Skoliose bei Masa-Syndrom, n = 1; Skoliose bei Marfan-Syndrom, n = 1.

Der durchschnittliche Krümmungs-

winkel des Gesamtkollektivs betrug 46° (23 – 71° nach COBB), das Durchschnittsalter 13 Jahre, das durchschnittliche Risser-Stadium (nur bei 21 Patienten sicher zu erkennen) lag bei 2,6. Das Kollektiv bestand aus zwei Jungen und 30 Mädchen.

### Ergebnisse

Der durchschnittliche Cobbwinkel wurde beim Gesamtkollektiv um durchschnittlich 15° von 46° im Korsett auf 31° reduziert, was einem durchschnittlichen Korrektoreffekt von 35% entspricht. Der Korrektoreffekt war negativ mit dem Alter der Versorgten korreliert (- 0,25; p = 0,08). Zusätzlich bestand eine negative, aber signifikante Korrelation des Korrektoreffektes mit dem Ausgangswinkel (- 0,63; p < 0,001).

Der durchschnittliche Korrektoreffekt lag bei den Erstversorgten (n = 19; Alter 13,6 [SD 2]; Cobbwinkel 41° [SD 12]) höher (38 %) als bei den Folgeversorgungen (n = 13, Alter 12,5 Jahre [SD 1,7]; Cobbwinkel 52°) mit lediglich 29 %.

Die thorakolumbalen Krümmungen (n = 3, Cobbwinkel 50°) konnten mit einem Korrektoreffekt von knapp 42 % am besten vor den thorakalen (n = 18, Cobbwinkel 43°) mit 37 % und lumbalen Krümmungen (n = 5, Cobbwinkel 42°) mit 32,5 % behandelt werden. Am schlechtesten ließen sich die doppelbogigen Krümmungen (n = 6, Cobbwinkel 54°) mit 27 % korrigieren. Der durchschnittliche Korrektoreffekt bei den Patienten im Hauptindikationsbereich (20 – 45°; n = 16; Cobbwinkel 33°) lag bei 44%.

### Diskussion

Nach Auswertung der Ergebnisse kann festgestellt werden, dass sich die mit dem ScolioLogiC®-brace erzielten Korrekturergebnisse durchaus mit den Ergebnissen anderer erfolgreicher Versorgungen

vergleichen lassen (HOPF CH und HEINE J 1985, WEISS 1995, LANDAUER F et al. 2003).

WONG et al. (WONG MS et al. 2004) berichten über Korrekturergebnisse von 40 % bei durchschnittlichen Krümmungswinkeln von 30,6° (21° - 43°). Allerdings waren in dem von WONG et al. (WONG MS et al. 2004) beschriebenen Kollektiv keine Patienten mit einem doppelbogigen Krümmungsmuster verzeichnet und ein etwas niedrigeres Durchschnittsalter angegeben, was die Korrigierbarkeit einer Krümmung offenbar fördert. Zudem handelte es sich ausschließlich um Patientinnen, die zum ersten Mal mit einem Korsett versorgt worden waren.

Auch eine Studie von BULLMANN et al. (BULLMANN V et al. 2004) mit dem Chêneau-Korsett und einem durchschnittlichen Krümmungswinkel von 31° (25° - 40°) kommt zu ähnlichen Korrekturergebnissen mit einer durchschnittlichen Krümmungskorrektur im Korsett von 43%.

Die von BULLMANN et al. erzielten Ergebnisse mit einer Erfolgsquote von 58% sind allerdings enttäuschend. Einerseits lässt eine Krümmungskorrektur von 40% und mehr eine Krümmungskorrektur nach Wachstumsabschluss erwarten (LANDAUER F et al. 2003), andererseits lag die Erfolgsquote mit dem Chêneau-Korsett in einer weiteren kontrollierten Untersuchung bei ausschließlicher Berücksichtigung von Patienten der Hauptrisikogruppe (Mädchen, prämenarchial, erste Reifezeichen, Cobbwinkel knapp 34°) bei 80% (WEISS HR und WEISS GM 2005).

Ein Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse der diskutierten Untersuchungen könnte darin zu finden sein, dass bei vergleichenden Untersuchungen die Vergleichsgruppen wegen der Vielzahl ein-

flussnehmender Variablen (Alter, Risser-, Erst- / Folgeversorgungen, Krümmungsmuster) kaum zu „matchen“ sind. Ein weiterer Grund für die inhomogenen Ergebnisse von Korsettstudien liegt möglicherweise in der Qualität der Versorgung. Offenbar werden auch heutzutage noch Studien mit konstruktions-technisch unausgereiften Modellen und Korrektoreffekten von < 25% veröffentlicht (TONSETH KA und WEVER DJ 2005). In der genannten Untersuchung hatten noch nicht einmal 80% der Patienten überhaupt einen Korrektoreffekt in der applizierten Orthese.

Wenn man nun die erzielten Korrekturergebnisse im Hauptindikationsbereich betrachtet, liegen wir mit dem ScolioLogiC®-brace im guten Bereich (WERKMANN M 2004). Unsere Befürchtung, dass die Korrekturkräfte des Korsetts durch eine möglichst unauffällige Bauweise mittelfristig der Skoliose nicht standhalten, sind durch die Korrekturergebnisse auch bei Krümmungen mit Winkeln jenseits der 50°-Grenze ausgeräumt.

Eine Patientin konnte aus unserer Sicht mit diesem Korsett nicht ausreichend korrigiert werden, obwohl klinisch ein Spiegelungseffekt, der nach unserer Erfahrung eine erfolgreiche Behandlung verspricht, erzielt werden konnte. Die beschriebene Patientin hatte eine Idiopathische Adoleszenten-skoliose von 40°, die lediglich auf 38° korrigiert werden konnte. Wir hoffen in diesem Fall darauf, dass sich die Krümmung noch lockert (Abb. 7) und mit der Zeit dennoch ein akzeptables Ergebnis erzielt werden kann.

Alter und Cobbwinkel sind negativ mit der Krümmungskorrektur korreliert, weshalb die Korsettindikation sicher frühzeitig zu stellen ist. Doppelbogige Krümmungen lassen sich zwar am schlechtesten korrigieren, sind aber kosmetisch

am wenigsten störend und neigen auch im Erwachsenenalter am wenigsten zur Progredienz (ASHER M und BURTON DC 2003).

Nach den ersten hier dokumentierten Korrekturergebnissen sehen wir uns ermutigt, eine prospektive Untersuchung unter ausschließlicher Berücksichtigung von Patienten der Hauptrisikogruppe (Mädchen, prämenarchial, erste Reifezeichen) zu beginnen, um den langfristigen Effekt dieses neuen Orthesenkonstruktionskonzeptes zu erschließen.

## Schlussfolgerungen

- Die Anwendung des ScoliOlogiC®-„Baukasten“-brace führt zu Korrekturereffekten, welche denen anderer, in der Literatur beschriebener Korsette, zumindest gleichwertig sind (Abb. 8).
- Das ScoliOlogiC®-„Baukasten“-brace hält mittelfristig auch größeren Krümmungen stand und lässt auch bei Krümmungswinkeln jenseits der 50°-Grenze zufrieden stellende Korrekturereffekte erwarten.
- Der Korrekturereffekt im Korsett ist abhängig vom Alter, vom Cobbwinkel, vom Krümmungsmuster und davon, ob es sich um eine Erstversorgung oder um eine Folgeversorgung handelt.

## Literaturverzeichnis

1. ASHER M, BURTON DC (2003): Natürlicher Verlauf und Langzeitauswirkungen der Idiopathischen Adoleszenten skoliose. In: WEISS HR (Hrg.): Wirbelsäulendeformitäten – Konservatives Management. Pflaum, München, pp: 97-107.
2. BULLMANN V, HALM HF, LERNER T, LEPSIEN U, HACKENBERG L, LILJENQVIST U (2004) [Prospective evaluation of braces as treatment in idiopathic scoliosis]. Z Orthop Ihre Grenzgeb Jul-Aug;142(4):403-9.
3. DUCONGE P (1991) Das aktive dreipunktgestützte Korsett. In: WEISS HR: Wirbelsäulendeformitäten, Vol 1. Springer Heidelberg, pp: 7-14.
4. EMANS JB, KAELIN A, BANCEL P et al. (1986) The Boston bracing system for idiopathic scoliosis: Follow-up results in 295 patients. Spine 11:792-80.1
5. HOPF CH, HEINE J (1985) Langzeitergebnisse der konservativen Behandlung der Skoliose mit dem Chêneau-Korsett. Z Orthop 123:312-322.
6. LANDAUER F (1999) Ist die Therapie mit dem Chêneau-Korsett wirksam? In: IMHOFF AB (Herausgeber). Fortbildung Orthopädie 2. Die ASG-Kurse der DGO (Steinkopff, Darmstadt), pp: 31-38.
7. LANDAUER F, WIMMER C, BEHENSKY H (2003) Estimating the final outcome of brace treatment for idiopathic thoracic scoliosis at 6-month follow-up. Pediatr Rehabil. Jul-Dec;6(3-4):201-7.
8. RIGO M (1999) 3D Correction of Trunk Deformity in Patients with Idiopathic Scoliosis Using Chêneau Brace. In: Stokes, IAF (ed) Research into Spinal Deformities 2, Amsterdam, IOS Press, pp: 362-365.
9. RIGO M, QUERA-SALVA G, PUIGDEVAL N, MARTINEZ M (2002) Retrospective results in immature idiopathic scoliotic patients treated with a Chêneau brace. Stud Health Technol Inform 88:241-5.
10. RIGO M, WEISS HR (2003) Korsettversorgungsstrategien in der Skoliosebehandlung; in: WEISS HR (Hrsg.) Wirbelsäulendeformitäten – Konservatives Management. Pflaum, München, pp: 251-287.
11. RIGO M, REITER CH, WEISS HR (2003) Effect of conservative management on the prevalence of surgery in patients with adolescent idiopathic scoliosis. Pediatr Rehabil Jul-Dec;6(3-4):209-14.
12. RIGOM (2004) Intra-observer reliability of a new classification correlating with brace treatment. Pediatric Rehabilitation 7: 63.
13. TONSETH KA, WEVER DJ (2005) [Brace treatment of idiopathic scoliosis] Tidsskr Nor Laegeforen Jan 20;125(2):170-2.
14. WEISS HR (1995) Standard der Orthesenversorgung in der Skoliosebehandlung. Med Orth Tech 115:323-330.
15. WEISS HR, RIGO M, CHÊNEAU J (2000) Praxis der Chêneau-Korsett-Versorgung in der Skliosetherapie, Thieme Stuttgart.
16. WEISS HR, EL OBEIDI N, BOTENSHMUS CH (2003) Qualitätskontrolle korrigierender Rumpforthesen in der Skoliosebehandlung, MOT. 3/03
17. WEISS HR, WEISS GM (2005) Brace treatment during pubertal growth spurt in girls with idiopathic scoliosis (IS): a prospective trial comparing two different concepts. Pediatr Rehabil Jul-Sep;8(3):199-206.
18. WEISS HR (2006) Best Practice in Conservative Scoliosis Care. Pflaum, München.
19. WEISS HR, DALLMAYER R, GALLO D (in press) Sagittal Counter Forces (SCF) in the Treatment of Idiopathic Scoliosis – A Preliminary Report. Pediatric Rehabilitation in press
20. WERKMANN M (2004) Excellence of Chêneau braces for patients with Idiopathic scoliosis (IS). Pediatric Rehabilitation 7: 62-63.
21. WONG MS, CHENG JC, LO KH (2005) A comparison of treatment effectiveness between the CAD/CAM method and the manual method for managing adolescent idiopathic scoliosis. Prosthet Orthot Int Apr;29(1):105-11.

**Danksagung:** Ich bin den Mitarbeitern der Fa. Sanomed, Bad Söbernheim, besonders Herrn Mario Werkmann, für die technische Unterstützung bei der Entwicklung der endgültigen Form des ScoliOlogiC®-„Baukasten“-Korsetts sehr zu Dank verpflichtet.

## Anschrift des Verfassers

Dr. med. Hans-Rudolf Weiss, Asklepios Katharina Schroth Klinik, Korczakstr. 2, D-55566 Bad Söbernheim, Tel: 0049 6751 874 151, Fax: 0049 6751 874 171, E-Mail: hr.weiss@asklepios.com