

## 4. Diskussion

### Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die kongenitale Skoliose hat eine weitaus geringere Prävalenz als zum Beispiel die idiopathische Skoliose. In einer repräsentativen englischen Studie wird sie mit weniger als einem Promille gegenüber idiopathischen Skoliosen (10fach höhere Prävalenz) angegeben [8]. Ein Promille ist wahrscheinlich zu niedrig erhoben, da viele kongenitale Skoliosen aufgrund ihrer harmlosen und asymptomatischen Klinik unentdeckt bleiben. Diese spezifische Auswahl der symptomatischen kongenitalen Skoliosen mag auch ein Grund dafür sein, daß mehr als 75% der bei unseren Patienten diagnostizierten kongenitalen Wirbelsäulenskoliosen progredient sind.

Dies bedeutet für den Kliniker, daß er nach Diagnosestellung der kongenitalen Skoliose eine genaue Analyse der Anomalie der Wirbelkörper vornehmen muß, um so frühzeitig wahrscheinlich progrediente von nicht progredienten Formen zu unterscheiden, und dann rechtzeitig operativ oder konservativ tätig werden zu können, und um so den Patienten die Komplikationen einer voll ausgeprägten Skoliose zu ersparen zu können.

Das Studium des operativ unbeeinflussten, natürlichen Verlaufs von kindlichen und jugendlichen Wirbelsäulen, deren Wachstum in verschiedenster Weise durch die kongenitalen Wirbelkörperfehlbildungen beeinträchtigt wird, ist das Ziel dieser Arbeit. Mit den Ergebnissen können im Abgleich mit Daten aus der entsprechenden Literatur Aussagen zu der Progredienz der einzelnen kongenitalen Skoliosen gemacht werden und es können so etwaige Handlungsanweisungen für den behandelnden Kliniker abgeleitet werden.

Unter den 456 Patienten die in der Zeit von 1998 bis 1999 in der Spezialsprechstunde für Skoliosen im Oskar-Helene-Heim in Behandlung waren, befanden sich 36 Patienten mit einer kongenitalen Skoliose (7,8%). Leider konnten nicht alle 36 Patienten in die Studie einbezogen werden, da nicht immer die Aktenlage, die Röntgenverlaufsbilder, die Untersuchungsintervalle sowie die Compliance der Patienten diesen Studieneinschlusskriterien genügten.

Mit den 27 (Jungen n: 7; Mädchen n: 20) hier analysierten Patienten können dementsprechend nur punktuelle Aussagen gemacht werden, welche Prognostendenzen aufzeigen können, aber natürlich weit von einer statistisch relevanten Datenmenge entfernt sind. Daß dies bei dieser vergleichsweise seltenen Erkrankung dennoch erlaubt sein muß, ergibt sich aus der drängenden Notwendigkeit, bereits frühstmöglich einem Patienten mit einer kongenitalen Wirbelkörperfehlbildung eine ggf. auch chirurgische Behandlung zukommen zu lassen, um irreversible Deformationen vorzubeugen [31]. McMaster und Ohtsuka konnten in der bislang größten Sammelstudie 242 Patientenverläufe dokumentieren und werden deshalb mit ihren Verlaufsprognosedaten als Referenz geführt [23].

Prinzipiell problematisch, aber für den alltäglichen Klinikgebrauch sinnvoll, erscheint uns die simplifizierende Einteilung der kongenitalen Wirbelkörperfehlbildungen nach rein anatomischen Kriterien in die bekannten Gruppen: Segmentationsfehler und Formationsfehler mit ihren jeweiligen Untergruppen und den kombinierten Fehlbildungen [21].

Mehr als 50% der von uns untersuchten kongenitalen Skoliosen (n: 14) gehören zu den anatomisch schwer zu beschreibenden kombinierten Fehlbildungen mit multiplen und ausgedehnten Wirbelkörperfehlbildungen. Dies illustriert die Problematik, allgemein verbindliche Prognosekriterien abzuleiten. Weitergehend bedeutet dies, daß mehr als 50% der kongenitalen Skoliosen hinsichtlich der Natur sowohl ihrer Primär-, als auch ihrer Sekundärkrümmung nur schwer einer definierten Anomalie zuzuordnen sind. Andere Autoren geben Werte zwischen 10% und 40% an [2,16,23,31]. Der in dieser Kasuistik hohe Wert von 50% mag dadurch zustande kommen, daß die Patienten, die in der Spezialsprechstunde des Oskar-Helene-Heims behandelt wurden durch die überweisenden Kollegen vorselektiert worden sind.

Krümmungsverläufe:

Als wenig progrediente Form der Wirbelsäulendeformität gelten die bilateralen Segmentationsstörungen in Form der Blockwirbelbildung. Reine Blockwirbel haben wir bei insgesamt 3 Patienten gesehen (Schema 4,5,6), wobei der Patient in Schema 4, Abb. 18 im Rahmen einer Routineuntersuchung bei Lumbago anfänglich weder eine Wirbelsäulendeformität, noch im Verlauf über zwei Jahre eine Verkrümmung mit

Progredienz entwickelte. Die Blockwirbel befinden sich hier tief lumbal. Ähnlich gerartet ist Patient 5 (siehe Schema 5), wobei hier die Wirbelkörper LWK 4 und 5 asymmetrisch verändert sind und mit SWK 1 einen Block bilden, dabei aber verantwortlich für eine leichte Verkrümmung sind, die sich aber im Verlauf des pubertären Wachstumsschubes tendenziell verbessert (siehe Abb. 19). Liegen die Blockwirbel etwas weiter nach kranial verschoben (Schema 6) und sind ggf. auch etwas deformiert, so ergibt sich eine größere Wahrscheinlichkeit für eine Verkrümmung, allerdings ohne jegliche Progredienz (Abb. 20). Blockwirbel mit einer keilförmigen Deformität zeigt besonders prägnant das Schema 20, wobei hier zwei Wirbelkörper, LWK 4 und 5 zu Keilen deformiert und mit dem jeweiligen Nachbarwirbel synostosiert sind. Auch hier zeigt sich eine leichte, nicht progrediente Skoliose (Abb. 34).

McMaster und Ohtsuka beschreiben in ihrem Patientenkollektiv für Blockwirbelbildungen eine Progredienz von weniger als einem Grad pro Jahr, unabhängig davon in welcher Höhe der Wirbelsäule die Blockwirbelbildung lokalisiert ist [23]. Gelegentlich sind Segmentations- wie auch Formationsstörungen innerhalb eines Blocks nicht mehr exakt zu beschreiben. Hauptkriterium für eine geringe Progredienz auch während des Wachstumsschubs in der Pubertät ist die Inaktivität der Wachstumsfugen der Wirbelkörper auf beiden Seiten wie in Schema 23, Abb. 37 zu erkennen ist. Auch hier liegt die kongenitale Wirbelkörperfehlbildung im LWS-Bereich und die jährliche Progredienz beträgt weniger als ein Grad pro Jahr. Dies trifft auch für den thorakalen Ausgleichsschwung zu. Wie auch Bradford (1989) zu bedenken gibt, ergeben sich ausgeprägtere Verkrümmungen, je kranialer die Block- oder blockwirbelähnlichen Veränderungen lokalisiert sind [3]. Schema 25: Die Progredienz beträgt auch hier über knapp 10 Jahre ein Grad pro Jahr, während sich der weniger ausgeprägte kraniale Ausgleichsschwung auch nur unwesentlich vergrößert. (Abb.39)

Bei einer Kombination aus Wirbelkörperblockbildungen mit einem freien Keil- oder Halbwirbel ergibt sich aufgrund der nun zum Tragen kommenden asymmetrischen Aktivität der Wachstumsfugen eine plötzlich starke Progredienzneigung [23]. Schema 8: Lumbal ergibt sich hier bei einem oberhalb der Blockwirbelbildung gelegenen Halbwirbel bei TH8 eine Progredienz von ca. 4 Grad pro Jahr thorakal. Weiter kranial zeigt sich eine schwere Krümmung mit einer jährlichen Progredienz von 2,6 Grad in

die Gegenrichtung (Abb.22). Man muß hier davon ausgehen, daß eine intraspinale Deformität (z.B. dysraphische Störungen wie z.B. Diastematomyelie ) die Progredienz beeinflusst [14,25].

Ein einfacher Halbwirbel hat nach McMaster und Ohtsuka (1982) im tiefen Thorakalbereich TH8 die größte Potenz zur Deformierung, bis zu 2,5 Grad pro Jahr, allerdings nur wenn er isoliert auftritt. Hier zeigen sich deutlich die Grenzen der sinnvollen Prognosestellung, dann nämlich, wenn verschiedenste Kategorien von Deformierungen zusammentreffen [23].

Keilwirbelbildungen im unteren Bereich der Lendenwirbelsäule können gelegentlich auch eine geringe Progredienz, nicht über ein Grad pro Jahr zeigen, wenn, wie in Schema 15 zu sehen, die Hauptkrümmung der Skoliose durch die Gegenkrümmung weitestgehend ausbalanciert werden kann. (Abb.29) Diesen Effekt beschreiben auch McMaster und Ohtsuka (1982) [23] . Im Gegensatz dazu zeigt eine Spangenbildung zwischen L5 und S1, wie in Schema 3 zu sehen, ein typisch asymmetrisches Wachstum der Wirbelkörper in diesem Bereich. (Abb.17) Dies führt zu einer erheblichen Progredienz von bis zu 4 Grad pro Jahr, sowohl der Haupt- als auch der Gegenkrümmung. Insgesamt zeigen ein Teil der Gegenschwünge, z.B. Schemata 3 und 24, während des Wachstumsschubes der Pubertät eine starke Progredienz. (Abb.17 und Abb.38)

In Schema 24 sind die Ausgleichsschwünge sowohl kranial als auch lumbal der Wirbelkörperdeformität trotz der Korsettbehandlung rasch progredient. (Abb.38)

Die Hauptkrümmung ist in diesem Fall mit fast 4 Grad pro Jahr stärker progredient als es z.B. McMaster in einem vergleichbaren Fall mit 3 Grad pro Jahr angibt.

Auch gibt es Fälle in denen die rasche Progredienz der Ausgleichsschwünge der Skoliose durch eine Behandlung mit einem Cheneau-Korsett verlangsamt oder gestoppt werden konnte (n=2) vergleichbar der Korsettbehandlung bei idiopathischen Skoliosen [11,19]. Beispiele hierfür sind die Schemata 10 und 21. (Abb.24 und 35). Da bei den genannten Patienten die Korsettbehandlung zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen ist kann über den Erfolg noch nicht endgültig entschieden werden. Um eine allgemeine Empfehlung für die Korsettbehandlung aussprechen zu können bedürfte es einer weiteren Untersuchungsreihe mit einer statistisch relevanten Patientenzahl. Aus diesem Grund empfehlen wir im Gegensatz zu

verschiedenen anderen Autoren eine Korsettversorgung zur Beeinflussung der Gegenschwünge bei unseren Patienten [3,23,25].

Wie wir in Schema 17 (Abb.31) zeigen konnten, hat ein inkarzierter Halbwirbel kaum Progredienz und muß dementsprechend keiner Behandlung zugeführt werden, es sei denn, der oder die Ausgleichsschwünge sind progredient.

In Schema 1 zeigt sich eine Progredienz von 3,8 Grad pro Jahr bei einer unilateralen Spangenbildung. (Abb.15). Dies liegt etwas unter der in der Literatur beschriebenen Progredienzrate von 5 Grad pro Jahr [23]. In diesem Fall lassen sich aber die Gegenschwünge nicht durch eine Korsettbehandlung beeinflussen. Dies zeigt sich in Schema 12. (Abb.26). Hier zeigt sich bei einer Halbwirbelbildung tief thorakal eine Progredienz von 2,75 Grad. Die Korsettbehandlung ist bei der Beeinflussung des Gegenschwunges ohne Wirkung.

Das Schema 14 zeigt, daß eine Halbwirbelbildung mit einer dorsolateralen Basis erwartungsgemäß zu einer Kyphose der Wirbelsäule führt. (Abb.28). In diesem Fall ist die Progredienz der Skoliose nur gering.

Eine besondere Problematik der Interpretation etwaiger Fehlbildung ist die exakte Zuordnung in eine bestimmte Kategorie. Dies gelingt bei der Auswertung konventioneller Röntgenbilder nicht immer ! Schema 2 illustriert dies in typischer Weise (Abb. 16). Nach Analyse der Röntgenbilder (insgesamt 5 Folgebilder) wird vom Untersucher eine unilaterale Segmentationsstörung im Sinne einer Spangenbildung der Wirbelkörper Th 4 bis Th 6 interpretiert. Interessant ist bei der Beobachtung der Verkrümmungsprogredienz, daß der darüberliegende zervikale Gegenschwung über die Jahre zunimmt, während die als unilaterale Segmentationsstörung interpretierte Fehlbildung keine Verkrümmungsprogredienz zeigt. Der Literatur zufolge müßte aufgrund der unilateralen Fusion der Wachstumsfugen die Verkrümmung mindestens 3° bis 5° pro Jahr zunehmen, was hier nicht der Fall ist [23]. Deshalb muß man von einer bilateralen Segmentationsstörung ausgehen. In solchen Fällen empfehlen wir kernspin- oder computertomographische Untersuchungen, um einen besseren Einblick in die pathologisch veränderte Anatomie der Wirbelkörper zu erhalten. Erst dann ist eine entsprechende Interpretation der Fehlbildung bezüglich der Progredienz möglich.

Schema Nr. 9 ist ein Beispiel für die genaue Interpretation einer unilateralen Segmentationsstörung mit Spangenbildung. Die Hauptkrümmung zwischen thorakal 7 und 11 zeigt rechtsseitig die Konkavität mit einer Segmentationsstörung (Spangenbildung) sowie multiple, nicht klassifizierbare Fehlbildungen auf der Gegenseite im Sinne von Keilwirbeln mit linksseitiger Basis. Es ist davon auszugehen, daß aufgrund der raschen Progredienz mit durchschnittlich 7,1 Winkelgrad nach Cobb pro Jahr hier die Wachstumsfugen linksseitig offen sind und dementsprechend deformitätsbildend wachsen. Auffallend ist, daß bei dem gleichen Patienten (siehe ebenfalls Schema 9 Abb.23) unterhalb der thorakalen Fehlbildung eine klassifizierte unilaterale Segmentationsstörung (Blockbildung) ebenfalls eine Verkrümmungsprogredienz von knapp 5° pro Jahr zeigt. Es muß also auch hier im Lumbalbereich ein asymmetrisches Wachstum vorliegen, genauso wie hochthorakal, wo ebenfalls nicht klassifizierbare Fehlbildungen angenommen werden müssen. Auch in diesem Falle wäre Kernspintomographie oder das Computertomogramm das bildgebende Verfahren der Wahl, um Auskunft über den Zustand der Wachstumsfugen und die Anatomie der pathologisch veränderten Wirbelkörper in diesem Bereich zu geben [6,7,26]. Ohne diese Information ergeben sich bei diesen nicht klassifizierbaren und multiplen Fehlbildungen prognostische Schwierigkeiten . Multiple, nicht klassifizierbare Fehlbildungen erlauben häufig keine exakte Prognose, hingegen ist die Prognosestellung für sogenannte inkarzerierte oder fusionierte Halbwirbel wie in Schema 7, zwischen L 2 und L 4 präziser. Es besteht eine relativ frühzeitig diagnostizierte erhebliche anfängliche Verkrümmung von 30°, allerdings verändert sich diese Verkrümmung im ersten Wachstumsschub mit 3° pro Jahr. Der darüberliegende Gegenschwung ist im Sinne einer Blockbildung zwischen Th 8 und Th 10 zu interpretieren. Dies unterstützt die ungünstige Wirkung der lumbalen Verkrümmung auf die thorakalen Gegenschwünge, seien es nun nur Ausgleichsschwünge ohne Fehlbildung oder Ausgleichsschwünge mit bilateralen Blöcken.

Auch Fehlbildungen im proximalen Bereich der Wirbelsäule wirken sich ungünstig auf Ausgleichsschwünge aus, ohne selbst rasch progredient zu sein (Siehe Schema Nr. 11 Abb.25 ). Hier ergibt sich im Rahmen eines Doppelschwunges hochthorakal und zervikal bei vermuteter unilateraler Segmentationsstörung mit kontralateralem Halb-

wirbeln im oberen Brustwirbelsäulenbereich ein massiver tiefthorakaler Ausgleichschwung mit rascher Progredienz von mehr als  $5^\circ$  pro Jahr im Rahmen des präpubertären Wachstumsschubes. Ob hier eine Korsettversorgung sinnvoll gewesen wäre, ist nicht endgültig entscheidbar. Alleinige Krankengymnastik hatte auf jeden Fall keinen meßbaren positiven Einfluß [19].

Sind die Keilwirbelbildungen isoliert, so läßt sich die Prognose eindeutiger stellen:

Im Schema 16 Abb. 30 zeigen sich thorakal Keilwirbel Th 8 mit Basis rechts sowie lumbal 2 nicht segmentierte Keilwirbel L 1/S 2 mit der typischen Folge einer genuinen doppelbogigen Thorakolumbalskoliose. Diese ist aufgrund der asymmetrischen Wachstumspotenz in den Schüben der Wachstumsphasen progredient, in diesem Fall fast  $5^\circ$  pro Jahr.

Der Literatur zufolge kann schon im ersten Lebensjahr bei einer asymmetrischen Wachstumsfugenentwicklung eines freien Halbwirbels LWK 1 ein massive Skoliosen klinisch evident werden ( Schema Nr. 18) [3]. Es zeigen sich hier schon in den ersten 3 Lebensjahren eine Progredienz des Cobb Winkels von  $4^\circ$  pro Jahr. Ein rasches chirurgisches Vorgehen mit Halbwirbelresektion bzw. beidseitiger Fusion oder auch Zerstörung der Wachstumsfuge konvexseitig wäre notwendig, um die Progredienz der Verkrümmung zu stoppen [5,14,16,34]

Wie Schema 19 zeigt, scheint bei Kombinationsfehlbildungen im Sinne von bilateralen Segmentationsstörungen (Blockbildungen) sowie Formationsstörungen (Keil- oder Halbwirbel) eindeutig die Formationsstörung ausschlaggebend für die Progredienz zu sein. Der Scheitelwirbel der Verkrümmung im Thorakalbereich liegt bei Th 7 (Keilwirbel mit rechts angelegter Basis). Dennoch ist die Verkrümmungsprognose mit  $1,6^\circ$  Cobb pro Jahr als gering einzuschätzen: Auch hier läßt sich, wie oben schon erwähnt, ohne Feindiagnostik mit MRT oder CT keine genaue Aussage über die pathologisch veränderte Anatomie und den Verknöcherungszustand der Wirbelkörper auf der Seite der Keilwirbelbasis machen.

In Schema 20 (Abb. 34) läßt sich dies (siehe Abbildung Röntgenbild) eindeutiger festlegen, da hier auch makroskopisch von einer fusionierten Keilwirbelbildung im Sinne eines bilateralen Blockes zwischen L 4 und L 5 mit linkskonvexer Lumbalskoliose gesprochen werden kann. Ein maßgeblich meßbarer thorakaler Gegenschwung kann nicht festgestellt werden, weshalb die weiter oben getroffene Aussage, daß

gerade lumbale Formationsstörungen erhebliche Ausgleichschwüngen im Thorakalbereich provozieren, relativiert werden muß. Eventuell ist dies nur im Zusammenhang mit einer bereits vorhandenen Neigung zur Skoliosebildung (idiopathische Skoliose) zu sehen [19]. Dies bleibt aber im Bereich der Vermutungen.

Zum Schema 22 läßt sich ergänzend zu den weiter oben erwähnten kombinierten und schwer zu klassifizierenden Segmentations- und Formationsfehlbildungen sagen, daß eine Korrelation zwischen Unübersichtlichkeit der Fehlbildung und Geringfügigkeit der Skolioseprogredienz zu bestehen scheint. Hier ist der tiefthorakale rechtskonvexe Gegenschwung, welcher keinerlei Wirbelkörperfehlbildungen enthält, stärker progredient als der hochthorakale linkskonvexe Schwung mit einer nicht genau definierbaren Anzahl und Qualität von fehlgebildeten Wirbeln.

Fehlbildungen in Übergangsbereichen zwischen stark beweglichen und weniger stark beweglichen Wirbelsäulenabschnitten, wie es für den thorakolumbalen Übergangsbereich der Fall ist, neigen bei unilateralen Wachstumsfugenveränderungen (Halb- und Keilwirbelbildungen) vor allem in den Wachstumsschüben zu noch massiveren Progredienzen

Im Schema 26 Abb. 40 zeigt sich im präpubertären und dann pubertären Wachstumsgeschehen eine deutliche Progredienz der Skolioseparameter von bis zu  $9,3^\circ$  pro Jahr. Eine Korsettversorgung hat hier, wahrscheinlich zusammen mit dem beginnenden Wachstumsfugenschluß, ein Sistieren der Verkrümmung bei erheblichen  $58^\circ$  Cobb-Winkel bewirkt. Indes ist die Skoliose der Patientin in der Startphase des Wachstumsschubes über  $10^\circ$  pro Jahr progredient, während in den letzten  $2\frac{1}{2}$  Jahren ein Verkrümmungsstop bewirkt werden konnte. Noch massivere Verkrümmungen scheint es auch im oberen Thorakalbereich, nahe der oberen Thoraxapparatur und im darüber liegenden sehr mobilen Zervikalbereich zu geben.

Eine röntgenologisch, sowie kernspintomographisch bestätigte Segmentationsstörung rechtsseitig mit Spangenbildung (Schema Nr. 27) mit multiplen Halb- und Keilwirbeln mit Basis links anliegend zeigt in Phasen des pubertären Wachstumsschubes fast  $20^\circ$  Progredienz pro Jahr. Bereits anfänglich, mit 12 Jahren, waren sehr hohe Verkrümmungswerte von  $66^\circ$  thorakal gemessen worden.

Daß die Dynamik des Wachstums eine nicht zu unterschätzende Rolle für die Stärke der Progredienz einer Wirbelsäulenverkrümmung darstellt, zeigt die sozusagen artifi-

ziell (traumatisch) zugefügte Keilwirbelbildung in Schema 13 (Abb.27). Der Keilwirbel entstand mit 16 Jahren nach Trauma im Th-12-Bereich. Das Wachstum war zu diesem Zeitpunkt weitgehend abgeschlossen. Dementsprechend hat sich eine Progredienz von nur  $1^\circ$  pro Jahr in den Jahren zwischen dem 16. und 18. Lebensjahr messen lassen.

Die Diskussion der Untersuchungsergebnisse läßt sich wie folgt zusammenfassen: Je einfacher die zunächst diagnostizierte Fehlbildung sich darstellt, desto genauer läßt sich eine etwaige Verkrümmungsprognose abgeben. Je komplexer die Fehlbildungen der Wirbelsäule sich darstellen, desto schwieriger läßt sich eine Verkrümmungsprognose erstellen. Bei den komplexen Fehlbildungen muß deshalb innerhalb einer kurzer Frist von 6 bis 12 Monaten, besonders während der Wachstumsphasen des Organismus, eine klinische und bildgebende Diagnostik zur Festlegung der Verkrümmung durchgeführt werden.

Trotz der feindiagnostischen Mittel wie Kernspintomographie oder Computertomographie läßt sich nicht immer genau entscheiden, ob eine Wachstumsfuge bereits verschlossen oder noch offen ist. Dies wäre besonders bei einer Abfolge von verschiedenen Fehlbildungen in einem definierten Wirbelsäulenabschnitt notwendig, um etwaige unilaterale Fehlbildungen (Spangenbildungen – Barrs) und intraspinale Veränderungen zu entdecken. Unsere diagnostischen Bemühungen und Abstraktionen zeigten deutlich, daß im allgemeinen Röntgenbilder der Wirbelsäule a/p und seitlich bei multiplen Wirbelkörperfehlbildungen nicht allein zur Diagnostik und Prognosestellung ausreichen [6,7,26].

Es gibt Fälle in denen die rasche Progredienz der Ausgleichsschwünge der Skoliose durch eine Behandlung mit einem Cheneau-Korsett verlangsamt oder gestoppt werden kann, z.B. Schema 10 und 21 während die Behandlung z.B. in Schema 3 und 24 erfolglos blieb.

Zusammen mit anderen Autoren lassen sich jedoch einige generelle Prinzipien aufstellen [15,23,32,40] :

1. Keilwirbel, Blockwirbel und Schmetterlingswirbel haben in der Regel eine geringe Progredienz bis ca.  $2^\circ$  pro Jahr. Diese Patienten benötigen eine physiotherapeutische Behandlung und ggf. eine Korsettversorgung zur positiven Beeinflussung der Gegenschwüinge.
2. Ein oder zwei Halbwirbel in Höhe der mittleren und unteren BWS oder LWS zeigen eine Progredienz bis zu  $3^\circ$  pro Jahr und können konservativ behandelt werden. Zeigen sie eine deutlich stärkere Progredienz bedarf es einer chirurgischen Behandlung.
3. Der einseitig unsegmentierter Balken (Spange) zeigt je nach Wirbelsäulenabschnitt eine erhebliche Progredienz bis zu  $9^\circ$  pro Jahr und es bedarf in jedem Fall einer chirurgischen Behandlung.
4. Ein einseitig unsegmentierter Balken mit kontralateralem Halbwirbel kann eine Progredienz bis zu  $10^\circ$  pro Jahr zeigen und bedarf dann ebenfalls einer chirurgischen Behandlung.
5. Wir empfehlen im Gegensatz zu den Aussagen andere Autoren den Versuch einer Korsettversorgung zur Beeinflussung der Gegenschwüinge bei unseren Patienten [3,23,25] unter der Annahme, daß sich die Ausgleichsschwüinge ähnlich der Schwüinge einer idiopathischen Skoliose positiv beeinflussen lassen [11].
6. Die Beeinflussung der Hauptkrümmung durch ein Cheneau Korsett ist als eher erfolglos zu werten.

Diese Prinzipien sind vereinfacht dargestellt . Im Einzelfall sind viele Faktoren, wie das Ausmaß der Verkrümmung, die tatsächliche Progredienz, das Sagitalprofil, die Rotation, die Ausprägung der Gegenkrümmung, Kompensationsmöglichkeiten, das Lot der Wirbelsäule etc. zu berücksichtigen. Die Indikation zur richtigen Therapie und die Wahl des besten Zeitpunktes erfordert viel Erfahrung . Um statistisch relevante Datenmengen auswerten zu können, sind weitere Untersuchungen nötig. Sinnvoll wären in diesem Zusammenhang multizentrische, nationale oder internationale Studien und die Einrichtung eines Skolioseregisters in Anlehnung an z.B. das Krebsregister.