

2.Material und Methoden

2.1 Patientenanalyse:

In der vorliegenden Dissertation werden die Daten von 456 Patienten aus der Spezialsprechstunde für Skoliosen im Oskar-Helene-Heim, die in den Jahren 1998 bis 1999 in Behandlung waren, gesichtet, um diejenigen mit einer kongenitalen Fehlbildung eines oder mehrerer Wirbelkörper und einer daraus resultierenden Skoliose zu erfassen. Bei diesen 456 Patienten, die sich mit allen möglichen Formen von Skoliosen vorstellten, konnten wir eine Prävalenz von 6% kongenitaler Skoliosen feststellen.

Bedingung für die Aufnahme in diese Studie, neben der Diagnose der kongenitalen Skoliose, war das Vorhandensein von mindestens drei Röntgenbildern der gesamten Wirbelsäule in anterior - posterior Projektion. Die Röntgenbilder mußten in 6 Monatsabständen angefertigt worden sein. Der erfaßte Untersuchungszeitraum erstreckte sich über 1 bis 16 Jahre. Die Röntgenbilder dienten dazu, die Verläufe der einzelnen Skoliosen zu dokumentieren. Ein weiteres Kriterium zur Aufnahme der Patienten in diese Studie war die ausschließlich konservative (Krankengymnastik, Korsett) Behandlung der Skoliose der Patienten. Falls ein Patient im Laufe der Behandlung der kongenitalen Skoliose an der Wirbelsäule operiert werden mußte, wurde mit der Operation die Beobachtung für diese Studie beendet. Von den 456 gesichteten Patienten wiesen 36 eine kongenitale Skoliose auf. Bei 9 Patienten mit einer kongenitalen Skoliose waren keine Röntgenbilder vorhanden oder die Dokumentation unvollständig.

Ausgewertet werden konnten die Meßdaten von 27 Patienten (22W /5 M).

Diese 27 Patienten wurden im Rahmen der Skolioseambulanz zu einer Nachuntersuchung eingeladen.

2.2 Körperliche Untersuchung

In der körperlichen Untersuchung wurden folgende Daten erhoben:

1. Größenwachstum des Patienten in cm.
2. Inspektion der Wirbelsäule in den drei Raumebenen.
3. Dynamische Untersuchung der Wirbelsäule in Inklinatation, Reklination, Seitneigung.
4. Untersuchung der Wirbelsäule im Stehen mit Redressionsversuch.
5. Untersuchung des Bewegungsapparates am liegenden Patienten in Rücken- und in Bauchlage.
6. Allgemeine Untersuchung des Bewegungsapparates mit einem orientierenden neurologischen Status.
7. Gangbild.

2.3 Der Fragebogen

Die Patienten wurden zusätzlich gebeten, einen von uns entwickelten Fragebogen zu folgenden Themen zu beantworten.

1. Assoziierte angeborene Fehlbildungen
2. Geburtskomplikationen
3. Gehäuftes familiäres Auftreten einer kongenitalen Skoliose
4. Wem die Skoliose zuerst aufgefallen ist
5. Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Diagnosestellung
6. Einschränkung bei der Ausübung alltäglicher Arbeiten
7. Teilnahme am Schulsport
8. Sport in der Freizeit
9. Rückenschmerzen
10. Seelische Beeinträchtigung durch die Skoliose
11. Behandlung mit einem Korsett.

Von allen Patienten wurde ein weiteres Röntgenbild der gesamten Wirbelsäule angefertigt. Die kongenitalen Skoliosen der Patienten werden mittels der Röntgenbilder nach der Methode von Cobb vermessen, um mit den Daten die Verläufe der Skoliosen zu dokumentieren [28].

Anhand der Röntgenbilder werden die Wirbelkörperfehlbildungen der Patienten diagnostiziert, ihre Lokalisation bestimmt und nach der Klassifikation von McMaster und Ohtsuka entsprechend ihrer Fehlbildung eingeteilt [23].

Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt der Untersuchung ein Jahr und der Älteste 19 Jh. alt, wobei der Durchschnitt bei 9 Jh. und 6 Mo. lag und die Standardabweichung 3,8 Jahre betrug. Der Untersuchungszeitraum entsprach im Mittel 3 Jh. 7 Mo., der längste Verlauf erstreckt sich über 11 Jh. 6 Mo. und der Kürzeste über ein Jahr.

2.4.1 Therapeutische Maßnahmen bei Patienten mit einer kongenitalen Skoliose im Oskar-Helene-Heim

Physiotherapie

Alle 27 Patienten mit einer kongenitalen Skoliose wurden krankengymnastisch beübt, wobei folgende Verfahren zur Anwendung kamen:

1. Atemtherapie
2. Kräftigung der Bauch- und Rückenmuskulatur
3. Mobilisation der Ausgleichskrümmungen
4. Haltungsschulung
5. Lagerungsschulung

2.4.2 Korsettversorgung und Operationsindikation

Nach allgemeiner Empfehlung der DGOOC [19] wird die Indikation für eine Korsettversorgung oder Operation der kongenitalen Skoliose wie folgt gestellt.

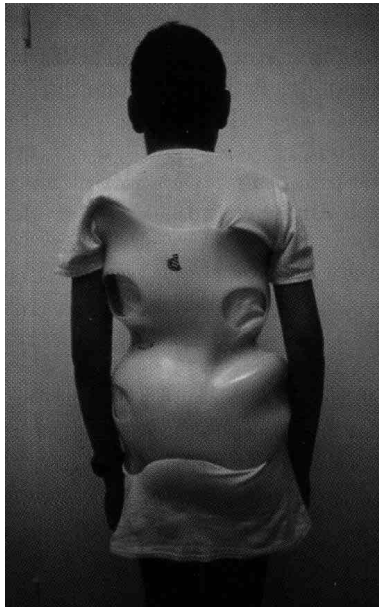
	Korsett	Operation
Thorakale Skoliose	20° nach Cobb	50° nach Cobb
Lumbale Skoliose	15° nach Cobb	30° nach Cobb

Tab.1

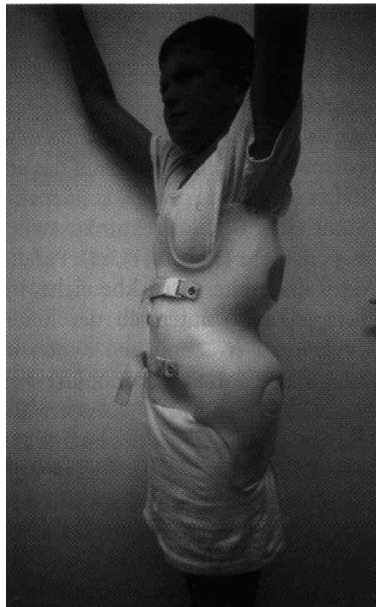
14 Patienten mit einer kongenitalen Skoliose wurden mit einem Cheneau Korsett versorgt. Alle Patienten mit einem Korsett wurden krankengymnastisch beübt.

Das biomechanische Prinzip des Cheneau-Korsetts besteht in der aktiven Derotation der Wirbelsäule des Patienten bei jedem Atemvorgang. Das Cheneau-Korsett soll in der Ruhephase stützen und Halt geben, in Aktivitätsphasen aber die Wirkung eines Rahmens haben, in dem der Patient sich aktiv in die Korrekturstellung bewegt. Ziel der Behandlung ist es, eine weitere Progredienz der Ausgleichskrümmung der Skoliose zu verhindern [19].

Da bei kongenitalen Skoliosen die Hauptkrümmung mit den Wirbelkörperfehlbildungen durch ein Korsett wenig zu beeinflussen ist, versucht man im Fall der kongenitalen Skoliose vor allem die Progredienz der Gegenkrümmungen der Wirbelsäule positiv zu beeinflussen, um so einer fortschreitenden Stauchung und Rotation entgegen zu wirken [32].



a



b

Abb.1: Cheneau Korsett. a: dorsale Ansicht, b: seitliche Ansicht. [19]

2.5 Beurteilung der Progredienz

Die Progredienz der kongenitalen Skoliose kann anhand des in den Röntgenbildern gemessenen Skoliosewinkels nach Cobb beurteilt werden. Nach allgemeiner Empfehlung der DGOOC wird die Progredienz wie folgt beurteilt [19].

	Zunahme des Winkels der Skoliose nach Cobb
Verbesserung der Skoliose	
Keine Progredienz	Keine Progredienz
Langsame Progredienz	Unter 5° pro Jahr
Rasche Progredienz	Über 5° pro Jahr

Tab.2

2.6 Vermessung einer Skoliose nach Cobb

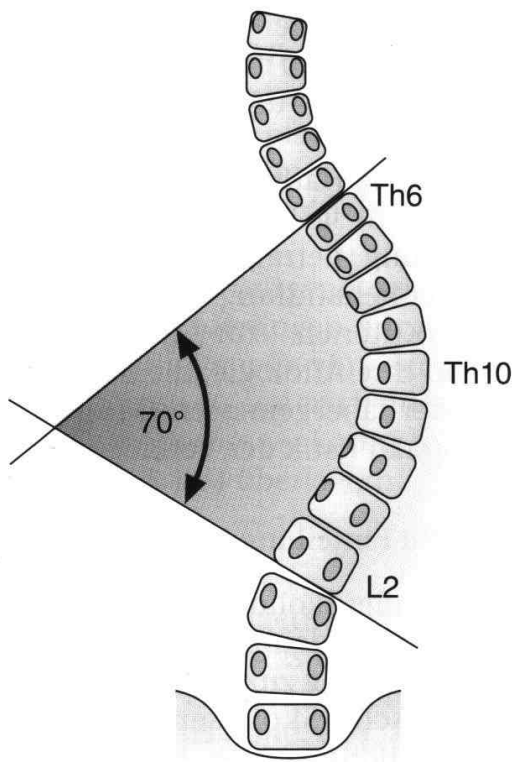


Abb.2: Vermessung nach Cobb [28].

Messung des Cobb-Winkels am Beispiel einer thorakolumbalen, rechtskonvexen Skoliose mit einer Haupt- und zwei Nebenkrümmungen :

Der 10. Brustwirbel liegt im Scheitel der Hauptkrümmung und wird als Scheitelwirbel bezeichnet. Er weist die geringste Abweichung der Wirbelkörper innerhalb der Krümmung aus der Horizontalebene auf, unterliegt aber der stärksten Wirbelrotation. Dies ist an den projizierten Wirbelbogenansätzen zu erkennen. Die Wirbel Th6 und L2 bilden den Übergang von der Hauptkrümmung zu den Nebenkrümmungen und werden als Neutralwirbel bezeichnet. Sie weisen die stärkste Abweichung aus der Horizontalebene, aber die geringste Wirbelrotation auf. Der zwischen Th6 und L2 liegende Bereich stellt die Hauptkrümmung da. Oberhalb und unterhalb liegen kom-

pensatorische Nebenkrümmungen, mit denen die Wirbelsäule versucht, sich im Lot zu halten. Im Unterschied zur Hauptkrümmung weisen die Nebenkrümmungen keine Rotation auf.

Der zwischen der Deckplatte des kranial gelegenen Neutralwirbels und der Grundplatte des kaudal gelegenen Neutralwirbels liegende Winkel wird als Cobb Winkel bezeichnet, ist ein Maß für die Stärke der Skoliose und wird in Grad gemessen [28].

2.7 Hilfskonstruktion zur Vermessung nach Cobb

Die Vermessung der kongenitalen Skoliosen nach den oben genannten Angaben war nicht immer möglich, da die Wirbelkörper der Patienten teilweise so stark fehlgebildet waren, daß die Konturen der Deck- und Grundplatte nicht exakt zu ermitteln waren. Die Rotation der Wirbelkörper ist wegen der starken Fehlbildungen ebenfalls schwer zu bestimmen und kann deshalb zur Definition der Haupt- und Nebenkrümmung der kongenitalen Skoliose teilweise nicht herangezogen werden.

Um dennoch die Lage der Wirbelkörper im Raum erfassen zu können, wurden Hilfskonstruktionen gefunden:

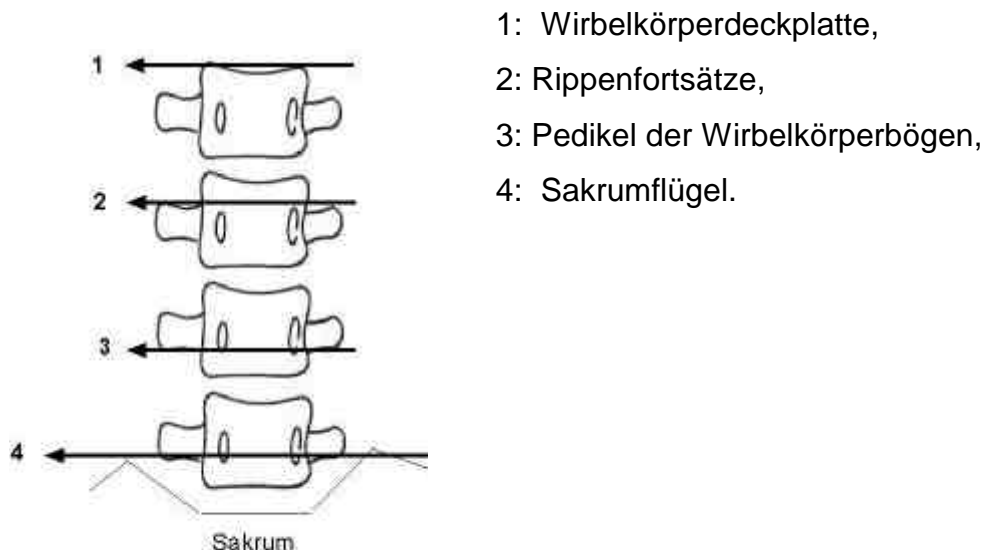


Abb.3: Hilfskonstruktionen zur Vermessung nach Cobb.

2.8 Klinische Vermessung der kongenitalen Skoliose nach Götze

Vermessung nach Götze am Beispiel einer rechtskonvexen thorakolumbalen Skoliose [28].

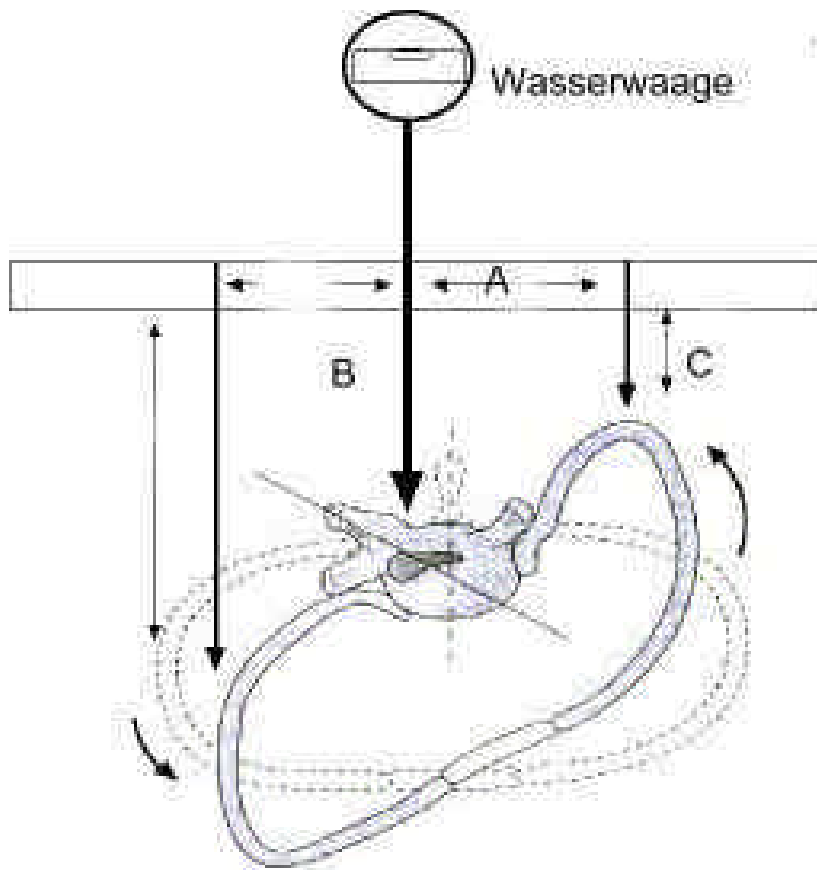


Abb.4: Vermessung nach Götze mit einem speziellen Meßgerät nach [28].

A: Abstand von der Wirbelsäule zum höchsten/ niedrigsten Punkt der Rippenvorwölbung in cm.

B: Abstand vom Meßgerät zur Wirbelsäule in cm.

C: Abstand vom Meßgerät zur Rippenvorwölbung in cm.

Die seitliche Verbiegung der Wirbelsäule kann gleichzeitig mit einer Rotation der Wirbelkörper um ihre Längsachse einhergehen. Die Rotation ist um so stärker, je näher die Wirbelkörper sich am Scheitel der Verbiegung befinden. Dabei dreht sich der Wirbelkörper in Richtung der Konvexität des Bogens. Bei dieser Drehung der Wirbelkörper werden im Bereich der Brustwirbelsäule die Rippen durch diese Drehung mitbewegt: Konvexseitig entsteht eine Rippenvorwölbung, auf der Konkavseite werden die Wirbelkörper nach vorne verdreht, was zu einer Abflachung des Rückenreliefs auf dieser Seite führt. Daraus ergibt sich die typische asymmetrische Thoraxdeformität der Skoliose. Im Lumbalbereich können die Dornfortsätze der Wirbelkörper bei der Drehung nur die paravertebrale Muskulatur mitdrehen und es entsteht auf der Konvexseite einer lumbalen Krümmung ein Lendenwulst.

Die Höhe der Rippenvorwölbung und des Lendenwulstes lassen sich messen und sind ein Maß für die Stärke der Skoliose. Dazu wird das Meßgerät, siehe Abbildung Nr. 4, beim vornüber gebeugten Patienten an die höchste Stelle der Erhebung angelegt, mittig über der Wirbelsäule zentriert, mit der integrierten Wasserwaage in optimaler horizontaler Lage gebracht und abgelesen. Die Höhe der Rippenvorwölbung D ergibt sich aus der Differenz von B zu C .

Damit das Meßverfahren reproduzierbar ist, muß der Untersucher den Wirbelkörper angeben, an dem er das Meßgerät angelegt hat, in welcher Entfernung A zur Wirbelsäule er gemessen hat, und auf welcher Seite der Wirbelsäule er die Erhebung gemessen hat. Das Meßergebnis wird wie folgt aufgezeichnet: D/A links oder rechts. Da bei der kongenitalen Skoliose die Wirbelkörper teilweise stark deformiert sind und nicht in jedem Fall wie oben beschrieben rotieren, korreliert die Messung nach Götze nicht immer gut mit dem im Röntgenbild gemessenen Winkel der Skoliose nach Cobb [28].

2.9 Methode der schematischen Darstellung des Verlaufes einer kongenitalen Skoliose. Ein Beispiel.

2.9.1 Graphische Dokumentation des Verlaufes

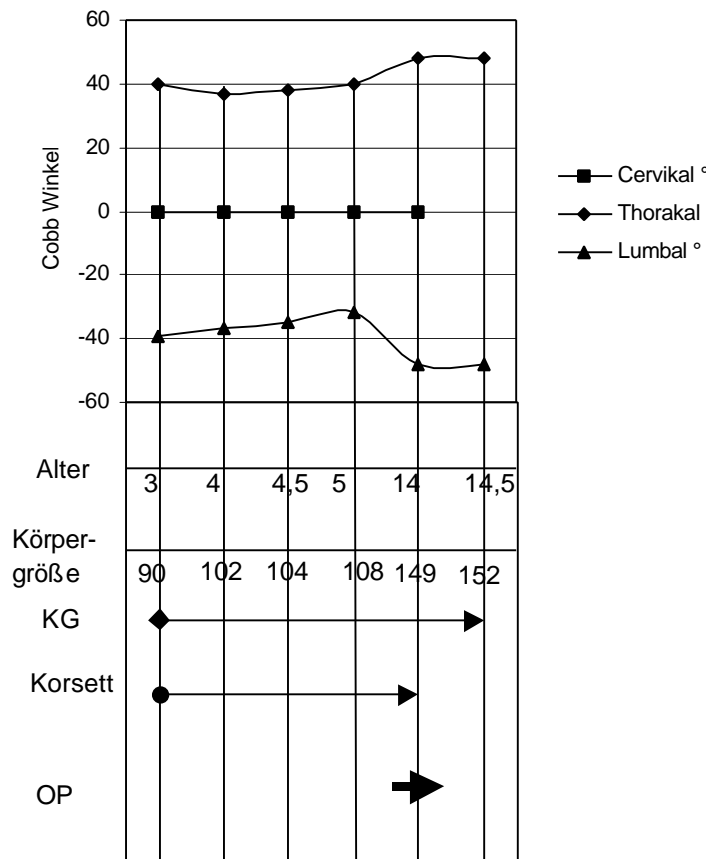


Abb.5: Graphische Darstellung des Verlaufes

Zur Dokumentation des Verlaufes werden die gemessenen Skoliosewinkel graphisch dargestellt. Auf der X- Achse des Graphen ist das Alter des Patienten, die Körpergröße in cm und Art, Beginn und Dauer der Therapie (KG = Krankengymnastik, Korsettversorgung, Operation) zum jeweiligen Zeitpunkt der

Untersuchung und Röntgenaufnahme angegeben. Auf der Y- Achse sind die gemessenen Cobb- Winkel der kongenitalen Skoliosen aufgetragen. Entsprechen der Höhe der Krümmungen der Wirbelsäule sind sie in der Graphik als Cervikal, Thorakal oder Lumbal bezeichnet und mit unterschiedlichen Symbolen gekennzeichnet. Zur einfacheren graphischen Darstellung der Winkelverläufe wird einer rechtskonvexen Krümmung ein negatives- und einer linkskonvexen Krümmung ein positives Vorzeichen gegeben. So liegen sich Krümmung und Gegenkrümmung auf der X-Achse gegenüber.

2.9.2 Tabellarische Angaben zu dem Verlauf

Die Tabelle der Graphik gibt das Alter, die Größe des entsprechenden Cobb-Winkels und die durchschnittliche Progredienz des Winkels pro Jahr wieder.

Definition : Δ Cobb entspricht der jährlichen Progredienz des Cobbwinkels in Grad.

Alter	Cobb Cervikal	Cobb Thorakal	Cobb Lumbal
10	0	-22	20
10,5	0	-22	20
11	0	-27	25
12	0	-30	20
12,5	0	-30	20
Δ Cobb	0	3,2	0

Abb.6: Tabellarische Angaben zum Verlauf

2.9.3 Darstellung der Lokalisation der fehlgebildeten Wirbelkörper anhand einer

schematisierten Wirbelsäule

Um eine Übersicht über die Anzahl und über die Lage der fehlgebildeten Wirbelkörper zu vermitteln wird die Wirbelsäule schematisch dargestellt und die fehlgebildeten Wirbelkörper werden grau unterlegt.

Um die Form der fehlgebildeten Wirbelkörper zu verdeutlichen, werden diese im Text exakt beschrieben.

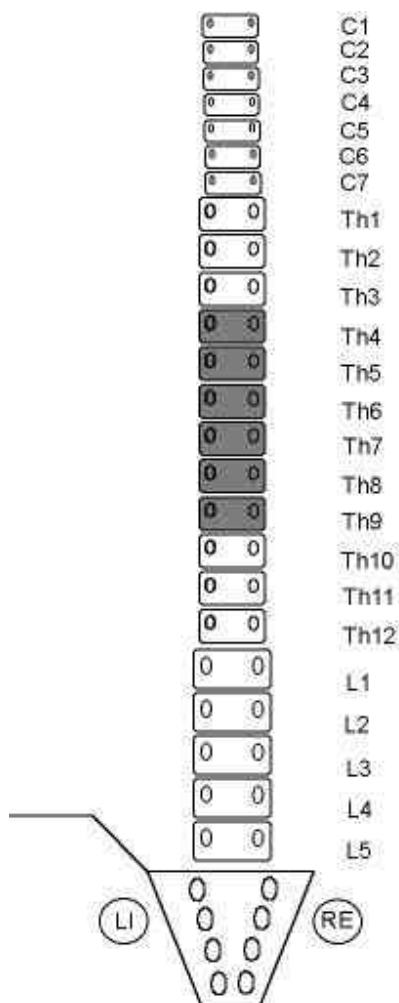


Abb.7: Schematisierte Wirbelsäule.

2.10 Einteilung der kongenitalen Wirbelkörperfehlbildungen [23]

2.10.1 Embryologie und Pathologie der Wirbelkörperentstehung

Die Wirbelkörper entstehen zwischen der 7. und 10. Schwangerschaftswoche durch Verschmelzung der kranialen und der kaudalen Hälfte zweier benachbarter Somiten. Dies führt zu einer Neugliederung der Körperachse. Der Vorgang wird als Resegmentierung bezeichnet, weil die Neugliederung der Körperachse mit der ursprünglichen Gliederung in Somiten nicht identisch ist.

Eine fehlerhafte Verschmelzung der Somiten kann zur Ausbildung von pathologischen Wirbelkörperformen führen, die entweder als Formationsstörungen oder als Segmentationsstörungen zum tragen kommen [9].

2.10.2 Formationsstörungen

Als Formationsstörung der Wirbelkörper wird die unvollständige Anlage eines Wirbelkörpers bezeichnet. Ist ein Wirbelkörper einseitig dysplastisch, der Pedikel aber noch erhalten, spricht man von einem Keilwirbel (Abb.8),

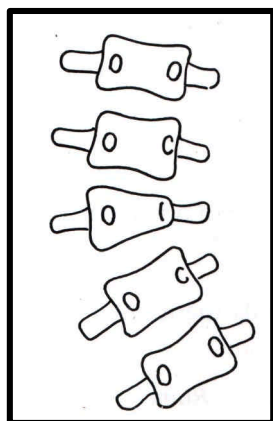


Abb.8:
Formations-
störung
Keilwirbel

fehlt die eine Seite vollständig samt Pedikel, spricht man von einem Halbwirbel (Abb.9). Halbwirbel können doppelt oder mehrfach an verschiedenen Lokalisationen der Wirbelsäule auftreten (Abb.10). Die Formationsstörung am Wirbelkörper kann seitlich, dorsal oder ventral liegen. Dementsprechend handelt es sich um einen seitlichen, ventralen oder dorsalen Halbwirbel bzw. Keilwirbel. Fehlt der mittlere Abschnitt des Wirbelkörpers, wird dies als zentraler Wirbelkörperdefekt oder Schmetterlingswirbel bezeichnet (Abb.11). Der verbleibende Teil des Wirbelkörpers kann normale Wachstumsfugen aufweisen, er kann aber auch mit dem benachbarten Segment fusioniert sein. Man spricht dann von einem inkarzerierten Halb-

bzw. Keilwirbel (Abb.9). Sind die Rippen benachbarter Wirbelkörper knöchern miteinander verbunden, wird dies als Rippensyosteosierung bezeichnet (Abb.11C) .

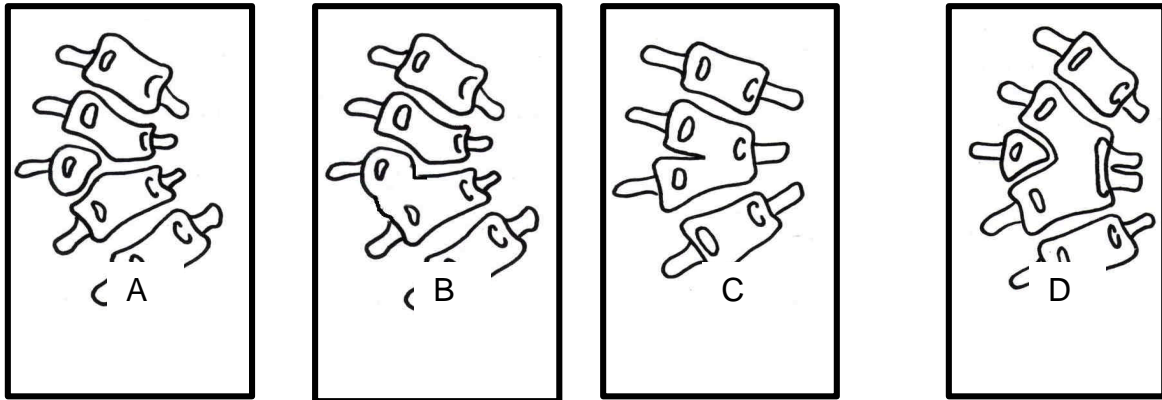


Abb.9: Formationsstörung Halfwirbel.

A: freier Halfwirbel.

B: verbundener Halfwirbel.

C: verbundener unsegmentierter Halfwirbel.

D: inkarzierter Halfwirbel.

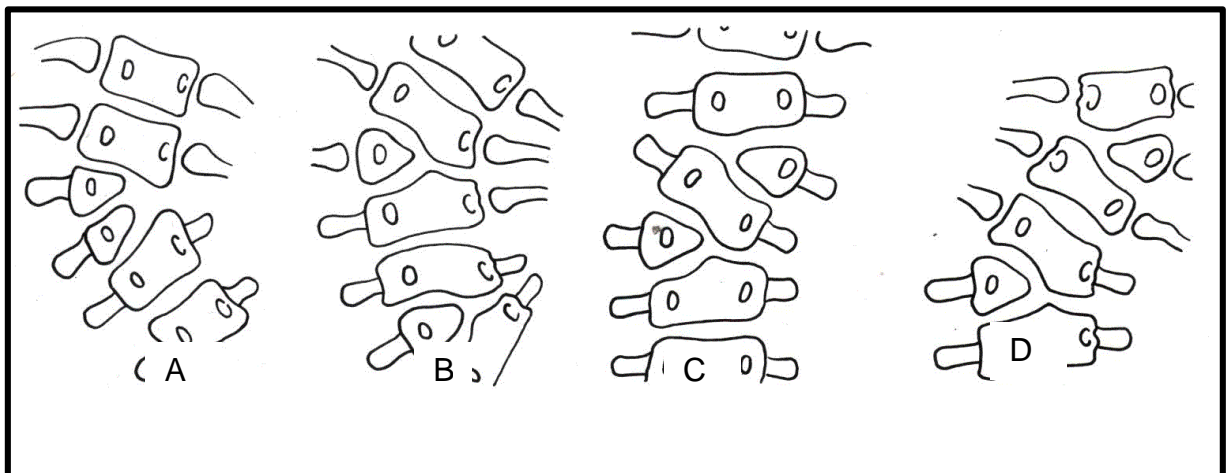


Abb.10: Formationfehler Halfwirbel doppelt / mehrfach.

A: einseitig segmentierte Halfwirbel.

B: einseitig unsegmentierte Halfwirbel.

C: Metamere Halfwirbelbildung über zwei Wirbelkörper.

D: Metamere Halfwirbelbildung über mehrere Etagen der Wirbelsäule.

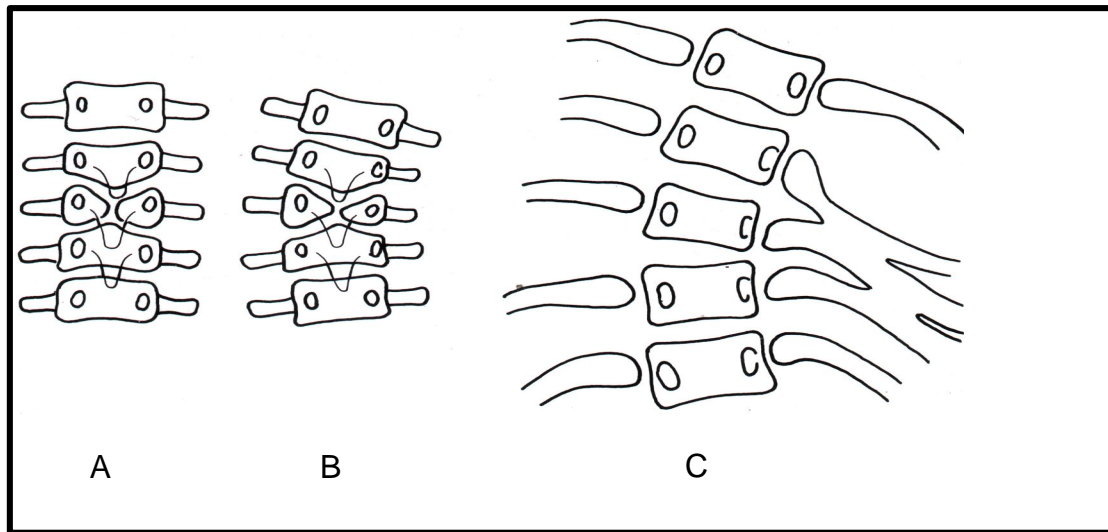


Abb.11: Formationsfehler zentraler Wirbelkörperdefekt/ Schmetterlingswirbel und Rippensynostosierung.

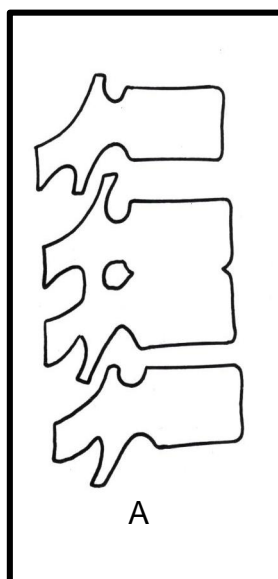
A: symmetrischer zentraler Wirbelkörperdefekt.

B: asymmetrischer Wirbelkörperdefekt.

C: Rippensynostosierung.

2.10.3 Segmentationsstörungen

Als Segmentationsstörung wird die fehlende oder nur unvollständige Anlage des



Bandscheibenzwischenraumes und das

Fehlen der Wachstumsfuge an der entsprechenden Stelle bezeichnet.

Fehlt der ganze Bandscheibenzwischenraum, spricht man von einem Blockwirbel (Abb.12).

Fehlt die Segmentation des Wirbelkörpers nur in einem bestimmten Bereich, so handelt es sich um eine unsegmentierte Spange.

Diese Spange kann lateral, dorsal oder posteriolateral liegen.

Diese Spange kann lateral, dorsal oder posteriolateral liegen.

Diese Spange kann lateral, dorsal oder posteriolateral liegen.

Abb. 12

Abb.12: Segmentationsfehler
Blockwirbelbildung seitliche
Ansicht.

A: kompletter Block.

B: ventraler Block.

C: bilateraler dorsaler Block.

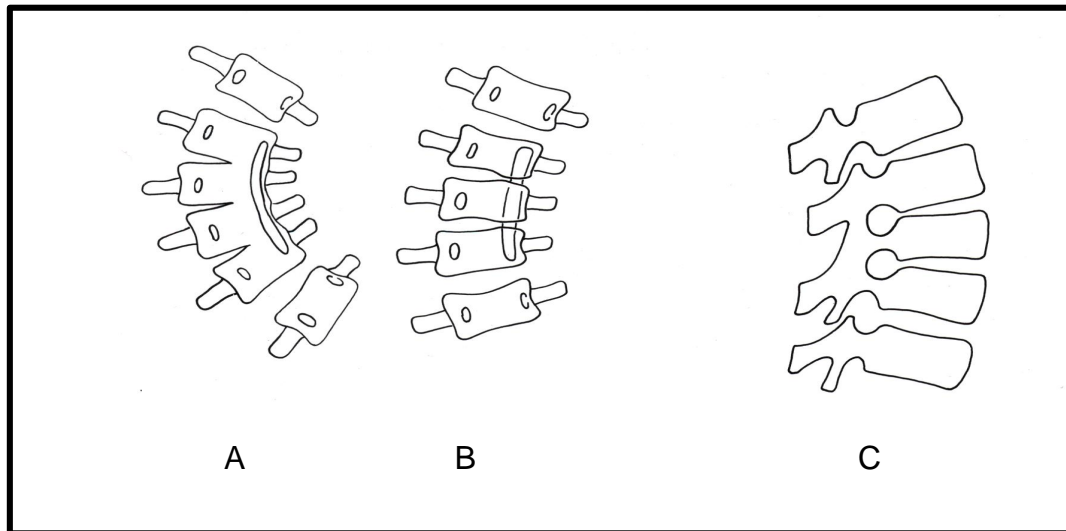
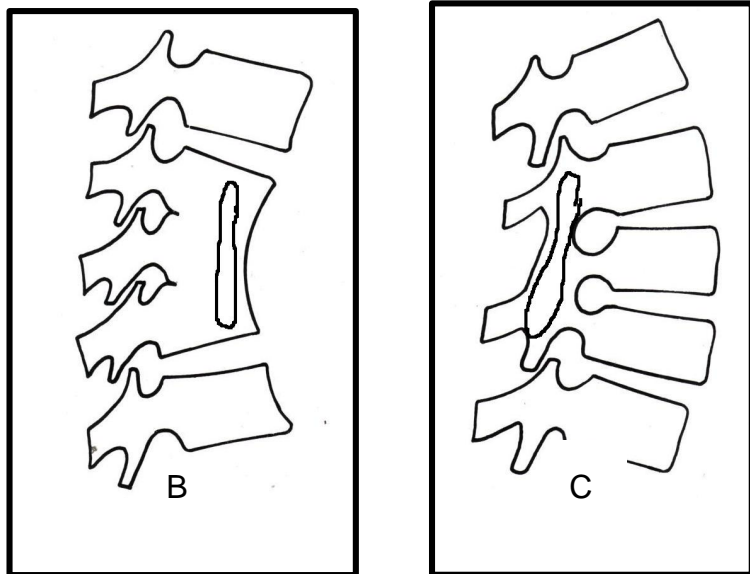


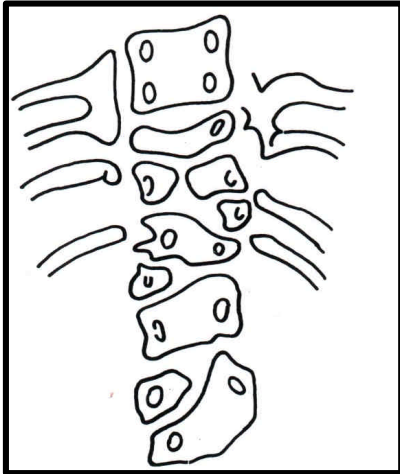
Abb.13: Segmentationsstörung Spangenbildung.

A: laterale Spange in a/p.

B: posteriolaterale Spange in a/p.

C: bilaterale dorsale Spange seitlich.

2.10.4 Kombinierte Fehlbildungen



Es können mehrere Formationsstörungen und Segmentationsstörungen an verschiedenen Stellen der Wirbelsäule auftreten. Man spricht dann von einer kombinierten Fehlbildung (Abb.14) .

Abb.14: Kombinierte Fehlbildungen.

Abb. 8- 14 nach [1].