

1

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik  
der Freien Universität Berlin  
im Oskar - Helene - Heim  
Direktor: Professor Dr.med. A.N. Witt

---

EIN BEITRAG ZUR MORPHOLOGIE UND FUNKTIONELLEN  
BEDEUTUNG DER SAGITTALEN DORNFORTSATZSPALTEN  
DURCH UNTERSUCHUNGEN AM RÖNTGENBILD

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Klaus Erich Hampel

aus Leipzig

Dekan: Professor Dr.med. Hans Herken  
Referent: Privatdozent Dr.med. Hans Rettig  
Korreferent: Professor Dr.med. Willy Schwarz

## Inhalt

1. Einleitung
2. Geschichtliches und Definitionen
3. **sagittale Dornfortsatzspalten**  
Definitionen  
Entwicklungsfragen  
Häufigkeit  
Formen  
Formwandlungen
4. **Schlußanomalien**
5. **Spina bifida occulta**  
örtliche Symptome  
Fernsymptome  
Abortivformen  
Wirbelsäulensymptome
6. funktionelle Bedeutung sagittaler  
Dornfortsatzspalten
7. Literaturverzeichnis

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Freien Universität Berlin

Promoviert am: 20. 6. 1960



## Einleitung

Über die Wirbelsäule sind zahlreiche Arbeiten veröffentlicht worden. Die meisten Autoren befassen sich mit Problemen des Lendenwirbelsäulen - Kreuzbein - Übergangs. Dies ist kein Zufall. Der Lumbosakralbereich ist als Ort der größten Belastung vermehrt störanfällig. Die morphologische Anpassung an die veränderten funktionellen Bedingungen des aufrechten menschlichen Ganges sollen hier noch nicht beendet sein (PUTTI). Zahlreiche anlagebedingte Variationen konnten beobachtet werden. Obwohl uns die Röntgenmethode eine Fülle neuer Einsichten gebracht hat, ist es bisher nicht immer gelungen, die Grenze des noch Normalen zum bereits Pathologischen sicher zu bestimmen (FERGUSON). Menschen mit Kreuzschmerzen sind in der orthopädischen Sprechstunde sehr häufig zu sehen. Daher hat man dem Lendenwirbelsäulen - Kreuzbein - Übergang besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Dies ist auch in der vorliegenden Arbeit geschehen. Bei der Durchsicht der Röntgenbilder zeigt sich bei den sagittalen Dornfortsatzspalten der enge Zusammenhang zwischen Form und Funktion, Statik und Dynamik. Auch kann man bei der Beurteilung klinischer Bilder nicht Wirbelbogen mit oder ohne Spalte, Wirbelkörper, Wirbelgelenke isoliert betrachten. Man sollte die engen entwicklungs-geschichtlichen, morphologischen und funktionellen Beziehungen der Wirbelsäulensegmente untereinander und zum Zentralnervensystem, zum Bandapparat, zur Muskulatur, u. s. w. berücksichtigen.

Es ist in dieser Arbeit der Versuch unternommen worden, die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit einiger derartiger Zusammenhänge zu lenken.



## Geschichtliches und Definitionen

Sagittale Dornfortsatzspalten sind unter der Bezeichnung "Spina bifida" bekannt geworden. Dieser Ausdruck soll erstmals von TULPIUS 1641 verwendet worden sein (ERNST, MARCHAND). Spina bedeutet Dorn, in weiterem Sinne auch Wirbelsäule, bifida zweigeteilt. Der Ausdruck "Spina bifida" ist nicht glücklich gewählt, denn der Dornfortsatz hat sich bei der Bogenspalte nicht geteilt. Vielmehr ist die dorsale Vereinigung der Bogenanlagen unterblieben (PUTTI). Doch hat sich diese alte Bezeichnung bis heute behaupten können, nur weiß heute niemand mehr, was man sich darunter vorzustellen hat.

Dies mag an dem schon sehr früh sich bemerkbar machenden Mangel an klaren Definitionen liegen. So soll schon TULPIUS eine Spina bifida anterior beschrieben haben, eine Spina bifida der Wirbelkörper! (HESSE) FÖRSTER schlug 1859 die Bezeichnung Rhachischisis von rhachis Rückrat, Rücken und schisis Spalte als Sammelname für alle Wirbelspalten vor. KOCH bezeichnete demgegenüber nur das vollständige Offenbleiben des Wirbelkanals als Rhachischisis, als Spina bifida jedoch "partielle Spalten". Von RECKLINGHAUSEN verwandte den Ausdruck Spina bifida für "die mit einem hernienartigen Tumor verbundenen Wirbelspalten" (die spätere Spina bifida cystica Marchands) und Rhachischisis für "diejenigen Spalten der Wirbelsäule, bei denen sich kein flüssiges oder festes Material tumorartig aus der offenen Wirbelrinne emporhebt." BORST bezeichnete diese Spalten 1898 als Spina bifida aperta. MARCHAND führte 1889 den Ausdruck Spina bifida cystica ein. Er verstand darunter eine stets mit Wirbelbogenspalte verbundene örtliche Geschwulstbildung, die aus einem "mehr oder weniger geschlossenen Sack" mit Flüssigkeitsansammlung bestand. Als Synonyma für Spina bifida gab MARCHAND u. a. die Rhachischisis und Wirbelspalte an. Als Rhachischisis bezeichnete er "offene Defekte mit Amyelie und Adermie." VIRCHOW hatte 1875 erstmals eine Spina bifida beschrieben, die er occulta nannte, da weder die Kontinuität der Hautbedeckung unterbrochen noch cystisch vorgewölbt, sondern lediglich eine abnorme Behaarung und eine Delle über der Spalte nachzuweisen waren.

Man kann sich nicht wundern, wenn heute noch von vielen besonders angelsächsischen Autoren klinisch bedeutungslose Dornfortsatzspalten als Spina bifida oder Spina bifida occulta bezeichnet werden. Sie können sich u. a. auf MARCHAND und folgende unklare Äußerung VIRCHOWS berufen: "... daß unter der Hypertrichosis sonderbarerweise eine Spina bifida occulta lag, d. h. daß an dieser Stelle die Wirbel an ihrem hinteren Umfange nicht geschlossen waren."

In der von C. BECK 1898 für die Wirbelsäulenspalten eingeleiteten Röntgenära trennte dann PUTTI 1910 bereits die "rein skelettische Anomalie" von der eigentlichen Spina bifida als Krankheitsbild ab. HINTZE führte 1922 den Begriff der Fontanella lumbosacralis für entwicklungsbedingte Dornfortsatzspalten ohne klinische Bedeutung im Lendenwirbelsäulen - Kreuzbein - Abschnitt ein. Er verwandte anstelle des Ausdrucks Spina bifida occulta Rhachischisis occulta. Beide Bezeichnungen haben sich nicht allgemein durchsetzen können. KÖHLER unterschied 1928 eine Spina bifida, Dornfortsatzspalte mit doppelseitig nachweisbarem Dornfortsatz, von dem hinteren Wirbelbogendefekt gleich Dornfortsatzspalte

bei fehlendem oder nur stummelförmig angelegten hinteren Wirbelbogen. Er führte offenbar Spina bifida zurück auf die ursprüngliche Bedeutung: zweigeteilter Dorn.

Es lassen sich sicher noch weitere Beispiele anführen. Es wird daher notwendig sein, daß man versucht, sich über eine endgültige Nomenklatur zu verständigen. Folgende Definitionen werden empfohlen und zur Diskussion gestellt:

- 1) Spina bifida aperta BORST 1898 (auch Rhachischisis totalis et partialis)  
Spalt des Knochens, der Dura, der weichen Hirnhäute und des Rückenmarks, ohne Hydrops, ohne cystische Vorwölbung von Rückenmark oder dessen Häuten aus dem Knochenspalt (HILDEBRANDT)
- 2) Spina bifida cystica MARCHAND 1889  
Das Rückenmark ist mit dem Rest seiner Hüllen oder nur diese durch den Knochenspalt unter Bildung einer flüssigkeitshaltigen Zyste aus dem Wirbelkanal hernienartig herausgetreten. (HESSE)
- 3) Spina bifida occulta VIRCHOW 1875  
Dornfortsatzspalten unter unauffälliger oder mit den klassischen Zeichen der Hypertrichosis, der heterotopen Gewebsbildung, etc. behafteten Hautdecke bei obligater Mitbeteiligung des Nervensystems mit Fernsymptomen.
- 4) sagittale Dornfortsatzspalten JUNGHANN  
im Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Bereich auch Fontanella lumbosacralis HINTZE.  
Definition siehe unten.

Auf den grundsätzlichen Unterschied zwischen Dornfortsatzspalten schlechthin und der Spina bifida soll abschließend noch einmal besonders verwiesen werden. RETTIG verwendet folgende Formulierung:

1. Spaltbildungen ohne Beteiligung des Neuralrohres
2. Spaltbildungen mit Beteiligung des Neuralrohres.

Die Bezeichnung Spina bifida sollte künftig Bogenspalten mit Beteiligung des Neuralrohres vorbehalten bleiben.



Definitionen

Um Unklarheiten in Zukunft zu vermeiden, soll zunächst versucht werden, folgende Begriffe zu definieren:

1. Spalte
2. hinterer Wirbelbogen
3. sagittale Dornfortsatzspalte

1. Unter einer Spalte verstehen wir hier die röntgenologisch sichtbare, also ossäre Spalte ohne Rücksicht darauf, ob sie z. B. durch Knorpel, Bindegewebe, etc. ausgefüllt oder überbrückt wird. Wir halten diese Definition daher für zweckmäßig, da das Röntgenbild keine andere Aussage zuläßt.

Eine einfache Spalte ist die eines Wirbelbogens. Eine zusammengesetzte Spalte betrifft mehrere Wirbelbögen.

2. Der hintere Wirbelbogen oder Schlußstück beginnt dorsal von den beiden Processus articulares caudales und findet gewöhnlich durch den Dornfortsatz nach hinten seinen Abschluß. PUTTI rechnete zum hinteren Wirbelbogen auch die beiden unteren Gelenkfortsätze.

3. Bleibt die knöcherne Vereinigung der paarigen Wirbelbogenanlage, der Processus neurales, aus, so bleibt eine sagittale Dornfortsatzspalte bestehen. Sagittale Dornfortsatzspalten sind somit alle Spalten im Dornfortsatzgebiet, ohne Rücksicht darauf ob der Dornfortsatz selbst gespalten, oder nur einseitig vorhanden, isoliert ist, oder gänzlich fehlt. Opisthotoxosis, Emiopisthotoxon und Anopisthotoxon PUTTI sind also sämtlich Dornfortsatzspalten.

Die Dornfortsatzspalte ist ein Symptom. Mit dem Ausdruck Spina bifida occulta bezeichnet man ein Krankheitsbild, welches mit Dornfortsatzspalten einhergeht.

Die Chorda dorsalis stellt den ursprünglichen Bestandteil des Achsen skeletts dar. Das perichordale Mesenchym, die Grundlage der späteren Wirbelsäule, ist ursprünglich paarig und unsegmentiert. Daraus ergeben sich bereits zwei Möglichkeiten gestörter Wirbelsäulenentwicklung:

1. ausgebliebene Verschmelzung von ursprünglich paarig angelegten Wirbelbögen und Wirbelkörpern, 2. Segmentierungsstörungen. Später erfährt die mesenchymale Wirbelsäulenanlage die Urgliederung in Ursegmente oder Sklerotome. Diese erlangen erst nach Neugliederung (CLARA) durch Halbsegmentverschiebung die endgültige Segmentierung. Die nach hinten zur Vereinigung strebenden Prozessus neurales der Segmente gelten als erste Wirbelbogenanlage. Anfang des zweiten Embryonalmonats setzt von kranial nach kaudal fortschreitend die Verknorpelung ein. Sie ist bei den hinteren Wirbelbögen erst im vierten Monat beendet. Zu diesem Zeitpunkt ist die Verknöcherung der Wirbelkörper nach Eindringen von Gefäßen in den Knorpel bereits abgeschlossen. Auch die hinteren Wirbelbögen sollen in dieser Zeit sämtlich von Knochenkernen ausgehen. Jeder Bogenhälfte soll ein Kern zugeordnet sein.

Bei Geburt sind die Wirbelbögen in der Dornfortsatzgegend noch knorpelig. Die bereits verknöcherten Bogenteile haben nach vorn über den Zwischenknorpel SCHMORL Verbindung zum Wirbelkörper. Die dorsale Verschmelzung der Knochenkerne der Wirbelbögen soll im 1. -2. Lebensjahr beendet sein. Am Atlas soll dies erst im 4. -6. Lebensjahr geschehen. Auch der Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Bereich bildet eine Ausnahme. Hier können Dornfortsatzspalten noch bis zum hohen Alter bestehen bleiben. Allerdings ist der Prozentsatz der in diesem Abschnitt vorkommenden Dornfortsatzspalten altersabhängig. (Vergleiche die Ergebnisse von HINTZE und KAMMEL in Tab. 1 und eigene Untersuchungen Tab. 4) Die erwähnten Untersuchungen haben ergeben, daß Spalten im Bereich von L V bis S V auch jenseits des 6. Lebensjahres nicht als pathologisch anzusehen sind, wenn nicht zusätzliche Zeichen einer Spina bifida occulta oder cystica vorliegen.

Erstreckt sich jedoch eine zusammengesetzte Spalte bis zum III. Lendenwirbel oder noch weiter kranial, so soll dies nach Vollendung des ersten Lebensjahres pathologisch sein. Bei Erwachsenen soll dies auch anzunehmen sein, wenn sich noch der IV. Lebenswirbel an dem Defekt beteiligt (HINTZE). Auch ein offen gebliebener Sakralkanal kann ohne pathologische Bedeutung sein.

Es ist aber zu berücksichtigen, daß das Ausmaß der Wirbelbogenspalten bei der Spina bifida occulta nicht immer parallel mit dem Ausmaß der Mitbeteiligung des Neuralrohres zu gehen braucht. Außerdem ist auch daran zu denken, daß persistierende Dornfortsatzspalten mit steigendem Alter durch funktionelle Veränderungen klinische Bedeutung erlangen können.

SCHLEGEL u. a. haben auf den engen Zusammenhang zwischen Wirbelsäulen- und Rückenmarksentwicklung hingewiesen. Die ektodermale Medullarrinne als primitive Anlage des Zentralnervensystems wird als Medullarrohr vom Ektoderm gelöst und in die Tiefe verlagert. Dort tritt dieses Medullarrohr in Wechselbeziehung zur Chorda dorsalis und zum



perichordalen Mesenchym, wodurch es von bindegewebigen und knöchernen Hüllen umgeben wird. Daher kommt es bei Entwicklungsstörungen nicht nur zu Mißbildungen des Rückenmarks, sondern auch zu Mißbildungen von dessen "Hüllen im weitesten Sinne des Wortes". Daher wird die Mitbeteiligung der Rückenmarkshüllen und der Wirbelbögen bei Rückenmarksmißbildungen erklärlich.

Die Entstehungsursachen dieser Mißbildungen sind noch nicht endgültig geklärt. Man denkt an

1. endogene Erbfaktoren
2. exogene Genschädigungen.

Letztere sind bei Einwirkung von ionisierenden Strahlen und bei Sauerstoffmangel nachgewiesen worden.

Häufigkeit der Dornfortsatzspalten

Über die Häufigkeit von Dornfortsatzspalten im Lumbosakralbereich liegen widersprechende Angaben vor. (Tab. 1) Dies mag einerseits an dem zugrunde liegenden Material, andererseits an einzelnen Untersucher selbst liegen. Es fehlen häufig Angaben über Alter und über Gründe, die Veranlassung zu der Wirbelsäulenaufnahme gaben. Andererseits ist in der Literatur, soweit wir sie überblicken konnten, nirgends zugegeben worden, daß es Fälle gibt, die hinsichtlich des Bogenschlusses nicht oder nicht sicher zu beurteilen sind.

Tab. 1

Häufigkeit der Dornfortsatzspalten in der Lumbosakralgegend

Autoren und Erscheinungsjahr	Alter	Zahl der Röntgenbilder	Zahl der Spalten	Prozentsatz der Spalten
HADLEY 1941				0,2 %
BECK 1922		250		3,5 %
WIERZEJEWSKI 1929		1104		5,3 %
ALLEN LINDEM 1950	18-45 (Männer)	3000	177	5,9 %
GRAESSNER 1915		492	78	15,9 %
BRALLSFORD 1929		3000		17 %
SOUTHWORTH				
BERSACK 1950		550	100	18,2 %
NEUBERT 1933	19-75			m. 23 % W. 14 %
HEISE 1930		1050	240	22,6 %
MEYER 1933		616		24 %
KAMMEL 1958		3000		
	2			95 %
	10			50 %
	18 u. mehr			25 %
HINTZE 1922	1-2	11		100 %
	3-5	55		81,8 %
	6-10	71		66,1 %
	11-15	28		43,2 %
	16-30	60		20 %
	31-50	52		9,6 %
	51-70	20		20 %
	71-104	7		-
ROEDERER				
LAGROT	über 7			32,5 %
FRIEDMAN et al. 1946		100	34	34 %

LÜBKE fand 1931 bei 200 Sektionen 48 Spalten gleich 24 %.



Für die Beurteilung der Häufigkeit von Dornfortsatzspalten beim Gesunden eignet sich nur besonders ausgesuchtes Material. Man sollte alle die Fälle eliminieren, bei denen subjektive Wirbelsäulensymptome Anlaß für die Röntgenaufnahme waren. Dies haben bisher lediglich folgende Autoren berücksichtigt: ALLEN und LINDEM, sie verwandten Aufnahmen von routinemäßigen Einstellungsuntersuchungen, und SOUTHWORTH und BERSACK, sie verwandten Aufnahmen von Kontrastdarstellungen des oberen Gastrointestinaltraktes. Trotzdem kamen sie zu sehr verschiedenen Ergebnissen. (siehe Tab. 1)

Eigene Untersuchungen erstrecken sich über die gesamte menschliche Wirbelsäule mit Ausnahme der ersten beiden Halswirbel und der unteren Kreuzbeinsegmente. Die Patienten entstammen dem Krankengut der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim.

Da dem Orthopäden naturgemäß mehr angeborene Deformitäten der Wirbelsäule zugeführt werden, besteht die Möglichkeit der Einseitigkeit der Ergebnisse. So ist z. B. anzunehmen, daß als selten geltende Wirbelsäulenbefunde etwas häufiger in dem Material einer Universitätsklinik auftauchen als anderswo. Außerdem stammen die Aufnahmen zum größten Teil von Patienten mit subjektiven Wirbelsäulensymptomen. Die folgenden Zahlen ergeben daher kein statistisch exaktes Bild der gesunden Allgemeinbevölkerung. Es kann lediglich durch den Vergleich mit den von anderer Seite vorgelegten Ergebnissen entnommen werden, wie oft etwa eine Bogenspalte durch sekundäre Veränderungen subjektive Symptome auszulösen vermag.

Patienten unter 6 Jahren wurden nicht berücksichtigt. Eine endgültige Beurteilung ist wegen der bis dahin noch mangelhaften Verkalkung der Wirbelbögen im Röntgenbild oft nicht möglich. Es wurden insgesamt 1082 Röntgenaufnahmen auf Dornfortsatzspalten durchgesehen. Davon waren 26 nicht endgültig zu beurteilen (Osteoporose, Torsion, Tumor, Überlagerung). Es verbleiben also 1056 Aufnahmen. Davon waren 192 Halswirbelsäulen-, 254 Brustwirbelsäulen-, 75 Brustwirbelsäulen-Lendenwirbelsäulen- und 535 Lendenwirbelsäulenaufnahmen. So konnten also folgende Wirbelsäulenabschnitte beurteilt werden:

Tab. 2

zervikal	192
zervikothorakal	192
thorakal	254
thorakolumbal	254 + 75 = 329
lumbal	535
lumbosakral	535
2037 Wirbelsäulen- abschnitte	

Vierzehn isolierte Schlußanomalien (s. u.) der Lumbosakralgegend waren verdächtig auf das Vorliegen einer Spalte im Dornfortsatzbereich. Sie wurden hier nicht berücksichtigt.

Eine Zusammenstellung der beobachteten Dornfortsatzspalten gibt die folgende Tabelle:

Tab. 3

Häufigkeit der Dornfortsatzspalten in den einzelnen  
Wirbelsäulenabschnitten

Wirbelsäulen- abschnitt	Anzahl der Röntgen- aufnahmen	Anzahl der Spalten	% pro Wirbel- säulen- abschnitt	% von 198
zervikal	192	0	0	0
zervikothorakal	192	5	3,1	2,5
thorakal	254	6	2,4	3,0
thorakolumbal	329	4	1,2	2,0
lumbal	535	0	0	0
lumbosakral	535	183	34,2	92,5
	2037	198		100,0

In Übereinstimmung mit Angaben der Literatur findet man auch hier Dornfortsatzspalten besonders an den Übergängen der Wirbelsäulenabschnitte. Der Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Übergang steht mit 92,5% aller beobachteten Spalten bei weitem an der Spitze. Auffallend häufig sind die thorakalen Spalten mit 3% aller beobachteten Spalten. 34,2% in der Lumbosakralgegend beobachtete Spalten liegen an der oberen Grenze der bereits andererseits veröffentlichten Zahlen (s. Tab. 1)

Tabelle 3 bringt die Aufgliederung der Spalten und Schlußanomalien im Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Abschnitt nach dem Alter.

Tab. 4

Altersverteilung der Spalten und Schlußanomalien im Lendenwirbel-  
säulen-Kreuzbein-Abschnitt

Alter	Zahl der Röntgen- aufnahmen	Zahl der Dornfortsatz- spalten	Prozentsatz der Dornfort- satzspalten	Zahl der Schlußano- malien
6-10	18	15	83,3%	0
11-15	41	26	63,4%	2
16-20	37	15	40,5%	3
21-30	44	21	47,7%	7
31-40	67	20	29,8%	7
41-50	128	30	23,4%	11
51-60	114	32	28,1%	9
61-70	65	19	29,2%	6
71-80	19	5	26,3%	1
81-90	2	0	-	0
	535	183	34,2%	46



Während die Ergebnisse von HINTZE, NEUBERT eine ständige Abnahme der Häufigkeit von Dornfortsatzspalten mit steigendem Lebensalter zeigen, scheint die obige eigene Zusammenstellung für einen Stillstand der Schließungstendenz von Dornfortsatzspalten etwa im 30. bis 40. Lebensjahr zu sprechen. Von da an erscheint der Prozentsatz der Spalten nahezu konstant. Endgültige Aussagen können nur noch größere Statistiken bringen. Da es sich um orthopädisches Material handelt, könnten vielleicht durch die im Alter verstärkt auftretenden sekundären Veränderungen an der funktionsgeschädigten Wirbelsäule von Spaltenträgern gehäuft Dornfortsatzspalten zur Beobachtung gelangen.

Daß Dornfortsatzspalten der Lumbosakralgegend beim männlichen Geschlecht häufiger vorkommen, hat bereits HINTZE betont. Einen Grund hierfür hat man bis heute nicht angeben können.

Die folgende Tabelle 5 zeigt die Aufgliederung der beobachteten Spalten nach dem Geschlecht.

Tab. 5

Aufteilung der Dornfortsatzspalten der Lumbosakralgegend nach dem Geschlecht

Geschlecht	Zahl der Röntgenbilder	davon mit Dornfortsatzspalten	Prozentsatz
männlich	255	99	38,8 %
weiblich	280	84	30,0 %
	535	183	34,2 %

Formen der Dornfortsatzspalten

Einzelne Formen der Dornfortsatzspalten bei Spina bifida occulta hat man schon früh beschrieben. (v. RECKLINGHAUSEN, VIRCHOW, FISCHER, BOHNSTEDT, CHIARI, MUSCATELLO, VOELCKER, u. a.) Ausführlichere Arbeiten stammen von BECK, ROBINSON und FUCHS.

BECK gab folgende Übersicht:

1. Delle am Dornfortsatz (Gabelung)
2. Teilung des Dornfortsatzes
3. Fehlen des Dornfortsatzes.

Von ROBINSON stammt folgende Zusammenstellung:

1. medianer Spalt  
bei fehlendem oder gleichfalls gespaltenen Dornfortsatz
2. extramedianer Spalt  
der Spalt befindet sich zu einer Seite des Dornfortsatzes
3. bilateraler Spalt  
der Spalt findet sich zu beiden Seiten des Dornfortsatzes
4. oblique Spaltung  
der Dornfortsatz ist schräg in zwei Lappen gespalten, von denen einer, gewöhnlich der linke, vom anderen getragen wird.

FUCHS hat eine ähnliche Übersicht veröffentlicht.

In den zwanziger Jahren wurde auch eine Unterscheidung der Dornfortsatzspalten in symmetrische und asymmetrische Formen gebräuchlich. Sie findet heute noch Verwendung (GRASHEY, JÜNGHANN).  
 Da es bisher nur ausnahmsweise gelungen ist, die bei Dornfortsatzspalten vorkommenden Formen in Beziehung zu funktionellen und klinischen Auswirkungen zu bringen, hat man bisher den Formen dieser Spalten keine große Beachtung geschenkt.

Alles deutet darauf hin, daß man sich mit der wachsenden Einsicht in die Pathophysiologie der Wirbelsäule auch für die Morphologie der Dornfortsatzspalten interessieren wird. Über morphologische Veränderungen von Dornfortsatzspalten im Wachstumsalter ist z. B. nur wenig bekannt geworden. Dabei wäre dies für die Prognose einer Spaltbildung von Wichtigkeit. Voraussetzung ist die genaue Beschreibung der Spalte.

Es wird deshalb hier der Versuch unternommen, eine eingehende morphologische Einteilung der Spaltformen aufzustellen. In der folgenden Tabelle 6 werden 230 einzelne Spalten der Lumbosakralgegend nach ihrer Form und ihrem Sitz eingeteilt. Aus den beigegeführten Zeichnungen sind die Einzelheiten zu entnehmen. Die halbschematischen Zeichnungen der Tafel auf Seite 17 wurden nach Originalen der durchgesehenen Röntgenaufnahmen angefertigt.



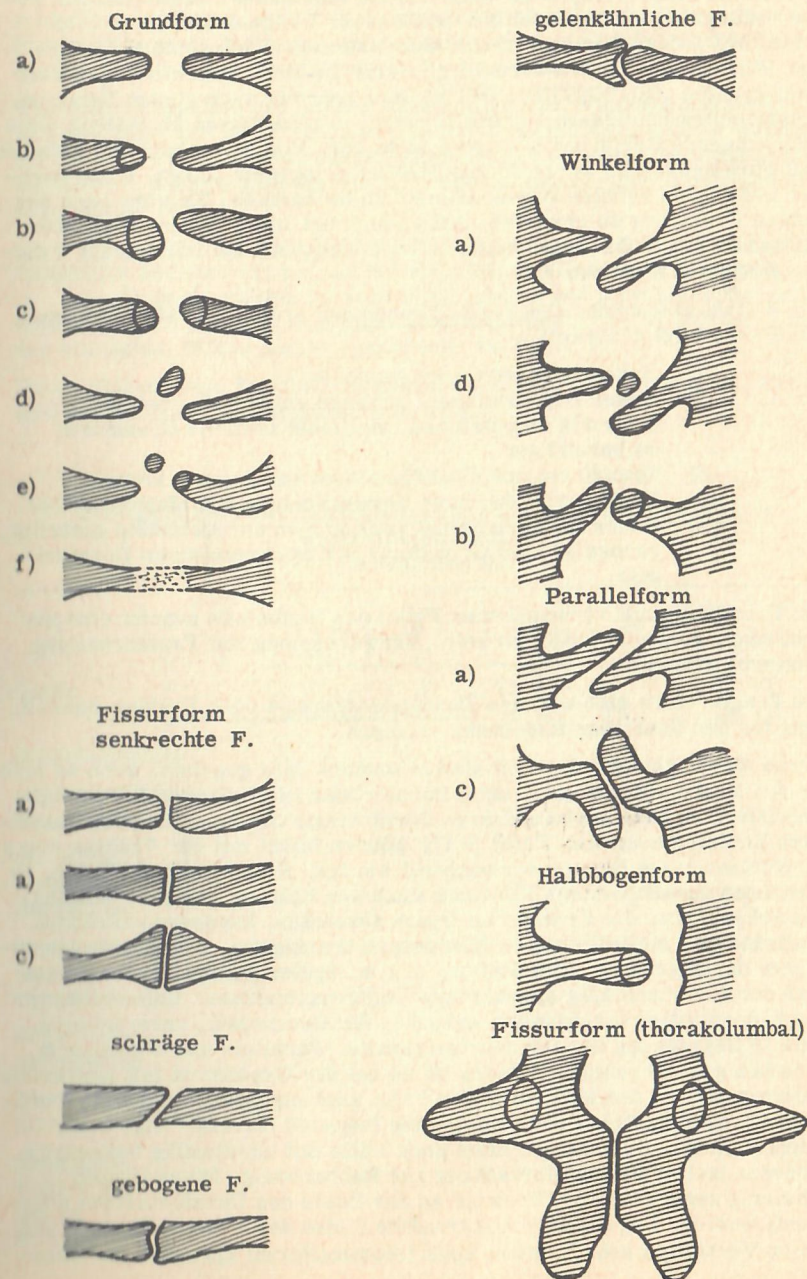
Tab. 6

Formen und Sitz der in der Lumbosakralgegend beobachteten Spalten

	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>
1) <u>Grundform</u> (59 %)				
a) ohne nachweisbaren Dornfortsatz		3	70	13
b) mit einseitig nachweisb. Dornforts.		1	7	1
c) mit doppelseitig nachweisb. Dornforts.	1		8	
d) mit isoliertem Dornfortsatz		1	24	2
e) mit einseitig nachweisb. Dornforts. und isoliertem der Gegenseite			1	
f) mit verwachsenen Polen			3	
2) <u>Fissurform</u> (17 %)				
senkrechte Fissurform				
a) ohne nachweisb. Dornforts.		2	7	
b) mit einseitig nachweisb. Dornforts.		2	2	
c) mit doppelseitig nachweisb. Dornforts.	2		3	
schräge Fissurform			3	
gebogene Fissurform			6	
gelenkähnliche Fissurform		2	10	
3) <u>Winkelform</u> (12 %)				
a) ohne nachweisb. Dornforts.		1	17	
b) mit einseitig nachweisb. Dornforts.		1	1	
c) mit doppelseitig nachweisb. Dornforts.		1	3	
d) mit isoliertem Dornfortsatz		2	1	
e) mit einseitig nachweisb. Dornforts. und isoliertem der Gegenseite			1	
4) <u>Parallelforn</u>				
a) ohne nachweisb. Dornforts.			2	
b) mit einseitig nachweisb. Dornforts.		1		
c) mit doppelseitig nachweisb. Dornforts.		2	1	
5) <u>Halbbogenform</u>				
a) ohne nachweisb. Dornforts.			1	
b) mit nachweisb. Dornforts.			1	
6) <u>Stummelforn</u>			14	
mit unregelmäßigem Knochenstück im Spaltraum		1		
7) <u>Fehlen des hinteren Bogens</u>			1	
8) nicht einzuordnende <u>Sonderformen</u>			4	
	3	20	191	16

Tafel:

Formen der in der Lumbosakralgegend beobachteten Spalten





Die Fissur-, Winkel- und Parallelform deuten auf funktionelle, formgebende Einflüsse hin. Die gelenkähnliche Fissurform scheint hierfür ein besonders gutes Beispiel zu sein, wie die aufeinander zuwachsenden Bogenrudimente sich gegenseitig beeinflussen. Ein ganz ähnliches Bild sieht man gelegentlich bei großen Gallensteinen ("Gelenksteine"). Bei der Winkel- und Parallelform steht meist das linke Bogenrudiment über dem rechten. (ROBINSON, BECK) Man schreibt auch diesen Umstand funktionellen Einflüssen zu, wie vorwiegend einseitigem Muskelzug. Eine befriedigende Erklärung liegt noch nicht vor. Von 34 beobachteten Winkel- und Parallelformen waren 26 mit darüber gelegenem linken, 8 mit darüber gelegenem rechten Bogenrudiment zu beobachten. Es wäre nach der obigen Erklärung zu erwarten, daß es sich bei den 8 Patienten unseres Materials um Linkshänder handelt. Dies ist jedoch bei mindestens 2 dieser Patienten nicht der Fall.

Die 4 nicht einzuordnenden Sonderformen am ersten Sakralwirbelbogen waren wie folgt gestaltet:

- 1) linkes Bogenrudiment gegabelt
- 2) linkes Bogenrudiment schwach entwickelt, rechtes unförmig aufgetrieben, vielleicht noch als Grundform zu bezeichnen
- 3) Grundform mit 4 im Spaltraum verstreuten kleinen Knochenkernen, cave Verwechslung mit Myelographie!
- 4) linkes Bogenrudiment vollkommen unregelmäßig gestaltet, rechtes wie bei Grundform mit nachweisbarem Dornfortsatz.

Die Grundform mit verwachsenen Polen der Rudimente scheint eine zur Schließung neigende Spalte zu sein. Verwechslung mit Frakturheilung kann vorkommen.

Die Frage, ob es sich um eine Dornfortsatzspalte oder Fraktur handelt, kann für den Gutachter Bedeutung erlangen.

Verwechslungsmöglichkeiten sind besonders dann gegeben, wenn es sich um den Bruch eines Bogens ohne Dornfortsatz (Schlußanomalie) handelt. Fissurformen ohne nachweisbaren Dornfortsatz mit unregelmäßig gestalteten Rudimentenden (s. Tafel S.17) können leicht mit der Fraktur eines dornfortsatzlosen Bogens verwechselt werden. Hier können mehrere, in Abständen vorgenommene Röntgenaufnahmen Klärung bringen. Gewöhnlich erkennt man die Fraktur an frisch gezahnten, korrespondierenden Spalträndern, stufenförmigen Konturunterbrechungen, Konturüberschneidungen durch geringe Dislokation, u. s. w. Später gelingt der Nachweis noch durch serienmäßig angefertigte Röntgenaufnahmen. Kallusbildung und Resorptionserscheinungen sprechen für Bruchspalt, unveränderte, scharfe Begrenzung für Dornfortsatzspalte. Parallel- und Winkelform sprechen gegen Fraktur. Anders ist es bei der Grundform mit isoliertem Dornfortsatz. In der Mehrzahl der Fälle sind angeborene isolierte Dornfortsätze hypoplastisch und regelmäßig begrenzt (kreisförmig, oval, tropfenförmig). Es kommen aber auch Fälle mit unregelmäßig begrenzten, größeren isolierten Dornfortsätzen zur Beobachtung. Diese können schwierig gegen eine Abrissfraktur an der Basis des Dornfortsatzes abgegrenzt werden. Regelmäßig abgerundete Enden der Bogenrudimente und ein im Verhältnis sehr breiter Spalt (Stummelform) sprechen für Dorn-

fortsatzspalte. Umschriebener Druckschmerz besagt nicht viel. Er kann sowohl bei Fraktur als auch bei der angeborenen Spalte vorkommen. Es wäre denkbar, daß ein an der Basis abgebrochener Dornfortsatz den Anschluß an den Bogen nicht findet, gleichsam eine Pseudarthrose bildet. Hier ist die erste Röntgenaufnahme bald nach dem Unfall entscheidend. Sie kann die Zeichen einer frischen Fraktur aufdecken.

Wirbelkörperspalten und andere Mißbildungen am Wirbelsäulenskelett in Verbindung mit Spina bifida occulta oder Dornfortsatzspalten wurden im Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Bereich bei unserem Material nicht beobachtet. Anders sind die Verhältnisse bei den übrigen Wirbelsäulenabschnitten. (s. u.)

Spalten des hinteren Wirbelbogens sind im übrigen Teil der Wirbelsäule wesentlich seltener als am Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Übergang. (s. Tab. 3) Bogenspalten im zervikothorakalen und thorakalen Bereich sind häufig mit anderen Wirbelsäulenmißbildungen, die im Vordergrund des klinischen Bildes stehen, gekoppelt. (s. Tab. 7)

Daher zeigen diese Spaltbildungen einen großen Formenreichtum. Oft sind die Röntgenbilder schwer zu deuten.

Tab. 7

Übersicht über Dornfortsatzspalten, die im zervikothorakalen Wirbelsäulenabschnitt zu beobachten waren

Spalte	15 J.	8 J.	45 J.	23 J.	9 J.
	w.	m.	w.	m.	w.
C VII - Th III		C VI - Th I	Th I - Th II	C V - Th I	C VI - Th VII
Schlußanomalie		Th IV	Th II		
sagittale Wirbelkörperspalte					x
einfacher, einseitiger Halbwirbel	x			x	x
hemimetamere Segmentverschiebung					x
Bogenverschmelzung	x			x	x
Blockwirbelbildung	x	x		x	x
Sonstiges: Fehlen des linken Atlasbogens			x		



Tab. 8

Übersicht über Dornfortsatzspalten, die im thorakalen Wirbelsäulenabschnitt zu beobachten waren

Spalte	11 J.	15 J.	32 J.	13 J.	10 J.	23 J.
	w.	w.	m.	w.	m.	m.
	Th X-XI	Th VI-VIII	Th XI	Th VIII-IX	Th II	Th IV-IX
sagittale Wirbelkörperspalte		x				
einfacher, einseitiger Halbwirbel	x				x	x
Blockwirbelbildung	x	x		x	x	x
Bogenverschmelzung				x		x

Folgende Wirbelsäulenmißbildungen wurden in Verbindung mit einer Bogenspalte zusätzlich im zervikothorakalen und thorakalen Wirbelsäulenbereich beobachtet:

### 1) Sagittale Wirbelkörperspalte

Synonyma sind Schmetterlingswirbel oder Form der liegenden Acht (PUTTI). Eine Einteilung der Abstufungen von sagittalen Wirbelkörperspalten veröffentlichte ALTSCHUL.

Bei der sagittalen Wirbelkörperspalte teilt das persistierende Perichordalseptum den Wirbelkörper in eine rechte und linke Hälfte. (RATHKE) Die persistierende Chorda ist entweder gespalten (FELLER-STERNBERG) oder als solider Zylinder (HARTMANN) bei menschlichen Früchten beobachtet worden. Die sagittale Wirbelkörperspalte geht meist mit Bogenspalte einher.

### 2) Einfacher, einseitiger Halbwirbel

Die Verschmelzung der ursprünglich paarig angelegten Wirbelsäule kann teilweise unterbleiben. Bei gestörter Wirbelsäulenentwicklung sollen die beiden Wirbelkörperhälften ein gewisses Maß an Selbständigkeit haben (PUTTI). Bei Entwicklungsstörungen der einen Hälfte des Wirbels soll die andere die Potenz zur Bildung eines Halbwirbels behalten. Einfache, einseitige Halbwirbel sind stets mit Deformitäten der Wirbelsäule (z. B. Skoliose) verbunden.

### 3) Hemimetamere Segmentverschiebungen sind von FELJER-STERNBERG, MÜLLER, u. a. beschrieben worden.

Eine hemimetamere Segmentverschiebung mit alternierenden Halbwirbeln haben wir unter den 192 durchgesehenen Röntgenaufnahmen des zervikothorakalen Wirbelsäulenabschnittes gefunden.

Es handelte sich bei der neunjährigen Patientin um den Zustand nach einer Meningozelenoperation im Bereich der oberen Brustwirbelsäule mit einer fixierten Skoliose. Außerdem bestand eine lumbosakrale Spina bifida occulta mit einer Spalte von L IV bis S V durchgehend, einem unregelmäßig begrenzten Knochenstück im Spaltraum von L V und einer Spondylolisthesis des V. Lendenwirbelkörpers. Die hemimetamere Segmentverschiebung hatte im Bereich der Spina bifida cystica stattgefunden.

Es folgt die Beschreibung. Siehe Abbildung Seite 22/23

### Zusammengesetzte zervikothorakale Spalte von C VI bis Th VII:

- C VI Grundform mit einseitig nachweisbarem Dornfortsatz, Wirbelkörper breit und flach.
- C VII Grundform mit links plumpem Bogenrudiment, rechts projiziert sich auf das Rudiment eine kleine, rundliche Verdichtung (Kunstprodukt nach Operation?)
- TH I Bogenrudimente links mit Th II, rechts mit Th II und Th III verschmolzen und stark nach kaudal gezogen, so daß eine breite, V-förmige Lücke klafft. Wirbelkörper breit und flach.
- Th II Wirbelkörpergrund- und Deckplatte unregelmäßig, in der Mitte senken sie sich in eine sagittale Wirbelkörperspalte ein.
- Th III Wirbelkörper ist sagittal gespalten. Es hat eine hemimetamere Segmentverschiebung stattgefunden. Die linke Wirbelkörperhälfte ist als kleiner Keilwirbel mit den linken Wirbelkörperhälften von Th II und IV starr verbunden. Die rechte Wirbelkörperhälfte ist wesentlich größer als die linke und korrespondiert mit der linken Wirbelkörperhälfte von Th IV. Das plumpe, wie oben beschrieben verschmolzene Bogenrudiment der rechten Wirbelkörperhälfte von Th III bildet mit dem Bogenrudiment von Th IV eine sagittale Bogenspalte.
- TH IV Der Wirbelkörper ist sagittal gespalten. Es hat eine hemimetamere Segmentverschiebung stattgefunden. Die größere linke Wirbelkörperhälfte korrespondiert mit der rechten Wirbelkörperhälfte von Th III. Von der linken Wirbelkörperhälfte geht ein Bogenrudiment nach dorsal-kaudal. Rechte Wirbelkörperhälfte ist keilförmig. Die Deckplatte ist mit der rechten Wirbelkörperhälfte von Th III fest verbunden.
- Th V Die Deckplatte ist zeltförmig. Die Grundplatte ist mit einem Teil ihrer Fläche mit dem Halbwirbel Th VI fest verbunden.
- Th VI ist als Halbwirbel annähernd keilförmig ausgebildet.



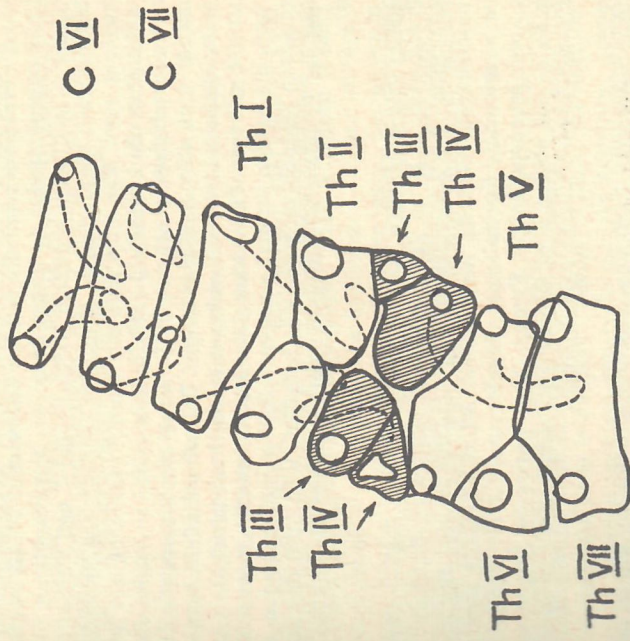


Abb. 2

Skizze zu Abbildung 1

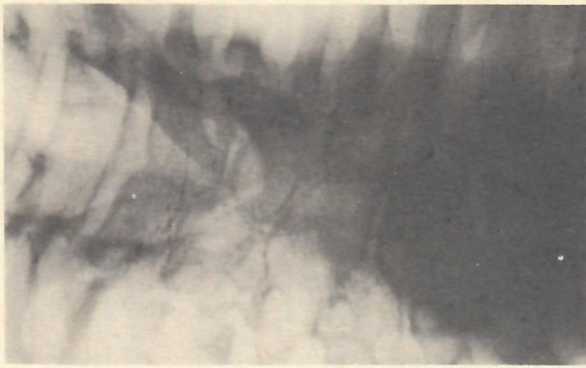


Abb. 1

hemimetamere Segmentverschiebung



Th VII Grundplatte ist annähernd normal, die Deckplatte ist zeltförmig den Verhältnissen der Umgebung angepaßt. Vielleicht ist ein Teil der Deckplatte mit dem Halbwirbel Th VI fest verbunden.

Die Bandscheibe Th VII/VIII ist verschmälert.

Ab Th VIII annähernd normale Verhältnisse.

Es hat also eine hemimetamere Segmentverschiebung zwischen Th III und IV stattgefunden. Hierbei haben sich die Halbwirbel in kraniokaudaler Richtung derart verschoben, daß die Halbwirbel Th III rechts und Th IV links nebeneinander zu liegen kommen. Voraussetzung für diese Verschiebung scheint eine sagittale Wirbelkörper- und Wirbelbogenspalte an mindestens zwei Segmenten zu sein. Die Deutung des Röntgenbildes kann schwierig sein. Man kann sich mit einer Auszählung der Segmente helfen. Zählt man die keilförmigen Halbwirbel mit, so ergibt die Auszählung der Brustwirbelsäulensegmente 13, wobei die Rippen als Zählstütze dienen. Daher muß also ein überzähliger Halbwirbel durch hemimetamere Segmentverschiebung hier entstanden sein. Er kann nicht als eigenes Segment gewertet werden. Th VI kann man als eigenes Segment erkennen. Also müssen die beiden kranial gelegenen Halbwirbelverbindungen an der hemimetameren Segmentverschiebung beteiligt sein. Bei der neuerlichen Auszählung der Brustwirbelsäulensegmente kommen wir nun auf die richtige Zahl.

- 4) Bogenverschmelzungen können Ausdruck einer Segmentierungsstörung sein, z.B. in Verbindung mit Blockwirbelbildung. (BROCHER) Bei ausgedehnten Bogenspalten können Bogenverschmelzungen ebenfalls vorkommen. MUSCATELLO beschrieb eine ausgedehnte Spaltbildung (Myelocystocele cervicothoracica) bei einer lebensunfähigen Frucht. Hier waren die Bogenrudimente der Hals- und ersten acht Brustwirbel miteinander zu einer knorpelig-knöchernen Leiste verschmolzen.

Die am thorakolumbalen Übergang beobachteten Spalten waren senkrechte Fissurformen an Th XI - XII. Sie zeichneten sich durch die Feinheit und Regelmäßigkeit der scharf begrenzten, dünnen Spalten aus. Die Spalten erscheinen in kraniokaudaler Richtung sehr lang projiziert. Dies liegt an der dachziegelartigen Anordnung der thorakalen Dornfortsätze. (s. Abb. S. 17) Zusätzliche Mißbildungen wurden nicht beobachtet.

### Formwandlungen von Dornfortsatzspalten

Der Sinn der ausführlichen morphologischen Einteilung der Dornfortsatzspalten (S. 16) soll u.a. darin bestehen, daß die Formwandlungen der Bogenrudimente besser beobachtet und beschrieben werden können. Drei eigene Beobachtungen sollen hier mitgeteilt werden:

Tab. 9

#### Morphologische Veränderungen an Dornfortsatzspalten

- 1.) H.L., männl., Spalte an S I 1952 (9 Jahre): Grundform ohne nachweisbaren Dornfortsatz, nach 3 Jahren (1955): gebogene Fissurform ohne nachweisbaren Dornfortsatz.
- 2.) A.F., weibl., Spalte an L V 1954 (7 Jahre): Grundform mit verwaschenen Polen und an S I; ebenfalls Grundform mit verwaschenen Polen. Nach 2 Jahren (1956): Spalte an L V: senkrechte Fissurform ohne nachweisbaren Dornfortsatz und an S I; Grundform mit doppelseitig nachweisbarem Dornfortsatz.
- 3.) D.S., weibl., Spalte an L V und offener Sakralkanal 1955 (13 Jahre): Winkelform mit einseitig nachweisbarem Dornfortsatz und isoliertem der Gegenseite. Nach 4 Jahren (1959): Schlußanomalie oder fragliche Spalte an L V und offener Sakralkanal. Einseitig nachweisbarer Dornfortsatz, der ehemals isolierte Dornfortsatz der Gegenseite projiziert sich im ap-Bild nunmehr in den entsprechenden Bogenteil, die seitliche Aufnahme erweckt jedoch den Verdacht, daß dieser weiterhin isoliert dorsal vom Bogen liegt.

Vielleicht ergeben sich aus Beobachtungen über Formänderungen von Dornfortsatzspalten neue klinische Gesichtspunkte. Auf einen interessanten Umstand sei noch verwiesen. Fissurformen, die auch im fortgeschrittenen Alter manchmal stationär zu sein scheinen, zeigen im Röntgenbild häufig klare, scharfe Spaltkonturen. Man fragt sich, warum gerade diese schmalen Spalten sich nicht schließen, während wesentlich breitere Defekte oft mühelos überbrückt werden. Eine histologische Untersuchung des Spaltraumes wäre angezeigt.



### Schlußanomalien

Als Schlußanomalien bezeichnet man die vom normalen Schluß abweichenden Formen an der Nahtstelle der vereinigten Neuralbögen unter Einbeziehung ein- oder doppelseitiger Bogenhypoplasie.

Schlußanomalien sind Ausdruck eines gestörten Schließungsvorganges der hinteren Bögen. Nun ist noch keineswegs die Normalform des Dornfortsatzes genügend definiert. Daher wird die obige Definition dann problematisch, wenn man etwa daraus klinische Folgerungen ableiten wollte. Manche Autoren halten z. B. seitliche Abweichungen der Dornfortsätze oberhalb von Spalten für pathologisch (BECK). Diese sind aber bei völlig normalen Wirbelsäulen so häufig, daß sie unseres Erachtens noch nicht einmal zu den Schlußanomalien gezählt werden können. VIRCHOW bezeichnete einen fehlenden Dornfortsatz oberhalb einer Spalte als "minimalste Form der Spina bifida occulta". Wir möchten jedoch vorschlagen, die Begriffe der Spina bifida occulta, der Dornfortsatzspalte und der Schlußanomalie streng auseinanderzuhalten.

Folgende Einteilung der Schlußanomalien wird vorgeschlagen:

1. isolierte Schlußanomalien, d. h. ohne gleichzeitig vorhandene Spalte am Nachbarbogen,
2. kombinierte Schlußanomalien, d. h. mit gleichzeitig vorhandener Spalte am Nachbarbogen.

Bei 535 durchgesehenen Lendenwirbelsäulen - Kreuzbein - Aufnahmen waren zu beobachten:

46 isolierte Schlußanomalien  
13 kombinierte Schlußanomalien.

Isolierte Schlußanomalien treten zumeist an L V und S I auf. Sie haben keine klinische Bedeutung. Kombinierte Schlußanomalien bevorzugen natürlich die Lumbosakralgegend. Eine Spalte an S I ist häufig kombiniert mit einer Schlußanomalie an L V und umgekehrt. Ausgedehnte Spalten, wie sie bei der Spina bifida cystica, seltener bei der occulta nachzuweisen sind, zeigen gelegentlich Schlußanomalien nicht nur eines sondern mehrerer benachbarter, meist kranial gelegener Bögen nach Graden abgestuft. Hierbei wird das Ausmaß der Schlußanomalie umso größer, je näher der betroffene Bogen an das Gebiet der zusammengesetzten Spalte heranreicht (EWALD). FERGUSON berichtete über eine Spalte an S I, deren isolierter Dornfortsatz mit dem lang ausgezogenen Dornfortsatz von L V (Schlußanomalie) durch fibröses Gewebe verbunden war. Dadurch war eine Druck- oder Zugwirkung auf die Bogenrudimente von S I verursacht. Dies kann klinische Bedeutung erlangen. In diesem Falle waren Kreuzschmerzen die Folge. FERGUSON empfahl daher die operative Entfernung des zu langen Dornfortsatzes.

Bei den durchgesehenen 535 Lendenwirbelsäulen - Kreuzbein - Aufnahmen haben wir folgende Schlußanomalien beobachten können:

1. feine verdichtete Naht am Dornfortsatz
2. feine aufgehellte Naht am Dornfortsatz
3. Einkerbung am Dornfortsatz (JOACHIMSTHAL)
4. großer plumper Dornfortsatz
5. großer plumper, kranial und kaudal eingekerbter Dornfortsatz
6. Dornfortsatzgabelung (gleich tiefe kaudale Einkerbung) (BECK, EWALD, JOACHIMSTHAL)
7. fehlender Dornfortsatz (VIRCHOW)
8. feine Naht anstelle des fehlenden Dornfortsatzes (GRASHEY, BRAILSFORD)
9. S-förmig projizierter hinterer Wirbelbogen mit schräg verlaufender Naht.
10. unregelmäßig gezackte Naht am Dornfortsatz
11. Restzustand nach einer verschmolzenen Parallelforn
12. einseitig ausgebildeter Dornfortsatz, während von der anderen Seite her der hintere Bogen mit einem unscharf begrenzten Abschnitt in diesen übergeht.
13. doppelte Ausbildung des Dornfortsatzes mit Vereinigung durch Brückenbildung

Folgende Schlußanomalien sind schwer von einer Spalte zu unterscheiden:

14. doppelte Kontur des Dornfortsatzes ohne sichtbare Spalte. Die beiden Konturen können sich eben berühren oder übereinanderprojiziert erscheinen. In dem letzteren Fall könnte die Spalte in Frontalebene verlaufen, wobei ein Rudiment sich vor das andere geschoben haben könnte. Hier bringt manchmal das seitliche Röntgenbild Aufklärung.
15. Das Gleiche gilt für Schlußanomalien mit übereinanderprojizierten Rudimentenden. Diese können in der Frontalebene verschmolzen oder aneinander vorbeigewachsen sein.

Bei kombinierten Schlußanomalien konnten außer den unter Nr. 1, 3, 6 und 10 der isolierten Schlußanomalien beschriebenen Formen folgende zusätzlich beobachtet werden:

1. Lochbildung im hinteren rechten Bogenteil und Hypoplasie des linken Bogenteils
2. Restzustand einer Parallelforn
3. Restzustand einer gelenkähnlichen Fissurform
4. lang nach kaudal ausgezogener Dornfortsatz (BRAILSFORD, FERGUSON)



Nach dem Vorschlag von HESSE für die Spina bifida cystica unterscheiden wir auch bei der Spina bifida occulta örtliche- und Fernsymptome. Bei der klinischen Beurteilung sind stets beide zu berücksichtigen.

An örtlichen Symptomen findet man:

- 1.) Wirbelsäulensymptome (s. u.)  
Hauptsymptom am Wirbelsäulenskelett ist die Dornfortsatzspalte. Ohne Röntgenmethode wurde sie gelegentlich an einer Dellenbildung der Haut über der Spalte (VIRCHOW) oder einer tastbaren, manchmal druckschmerzhaften Lücke (CRAMER) erkannt.
- 2.) Eine örtliche Beteiligung des Nervensystems ist klinisch vielfach durch Pleocytose (15 - 1450 Zellen/cmm, davon 70-100 % Lymphozyten) faßbar. (DITTRICH)

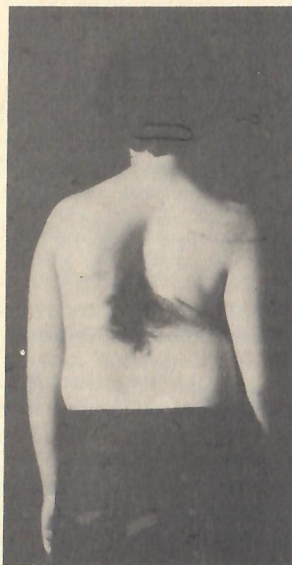


Abbildung 3  
Hypertrichose bei Spina  
bifida occulta

- 3.) Eine lokale Hypertrichose (VIRCHOW) über der Bogenspalte ist dann pathognomonisch, wenn die Spalte "zum Mittelpunkt eines konvergierenden Haarwirbels" (v. RECKLINGHAUSEN) wird, oder auch eine pferdeschwanzähnliche Ausrichtung (VIRCHOW) zeigt. Die Dichte der Behaarung ist verschieden. Selten erreicht sie so hohe Grade, daß man von einer Fellchenbildung sprechen kann. (Siehe Abbildung 3) Eine geringe Hypertrichose mit oder ohne begleitende Spalte konnte öfter beobachtet werden, namentlich dann, wenn allgemein starke Behaarung des Stammes auffiel.
- 4.) Im Zentrum jener abnormen Behaarung findet man in typischen Fällen manchmal eine nabelartig eingezogene Narbe oder häufiger Vorwölbungen von heterotopem Gewebe, wie Myofibrolipom (v. RECKLINGHAUSEN), teratoides Gewebe (BORST), Gliome (HILDEBRANDT), Angiome, Teleangiectasien (BRUNNER), ja gelegentlich sogar Knorpelgewebe (DITTRICH). Diese Gewebe ziehen meist durch die Bogenspalte in die Tiefe und gehen hier vielfältige Verbindungen zu den Rückenmarkshüllen ein. Durch Kompression und Abschnürung ergeben sich daraus Läsionen des Rückenmarks. (v. RECKLINGHAUSEN, MUSCATELLO, CRAMER). Histologisch weisen diese Gewebe häufig entzündliche Infiltrationen auf. (DITTRICH)

GRAESSNER hat darauf hingewiesen, daß die Mehrzahl der Fälle von Spina bifida occulta ohne die beiden letztgenannten, sozusagen klassischen Symptome im Bereich der Spalte zur Beobachtung kommen. Dies wurde durch eigene Nachuntersuchungen bestätigt.



Die Fernsymptome bei der Spina bifida occulta sind Folgeerscheinungen von kongenitalen und degenerativen örtlichen und peripheren Schädigungen des Nervensystems. (BECK) Kongenitale Defekte betreffen die Anlage des Rückenmarks und besonders der Cauda equina. (CRAMER) Degenerative Veränderungen, wie Strangdegenerationen (RIBBERT, v. RECKLINGHAUSEN), Degenerationen von Nervenwurzeln (RIBBERT, CHIARI) und der peripheren Nerven (v. RECKLINGHAUSEN) schreibt man Druck- und Zugwirkungen auf das Rückenmark zu.

1. Druckwirkungen sollen durch fibröse Stränge und heterotopes Gewebe verursacht sein, welche vielfache Beziehungen zum Rückenmark und seinen Hüllen sowie den austretenden Nervenwurzeln eingehen. SCHLEGEL hat auf den entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang zwischen dem Rückenmark und seinen Hüllen und dem die knöchernen Hülle bildenden Wirbelbogen hingewiesen. Je früher die Störung der Rückenmarksentwicklung einsetzt, desto umfangreicher sind die pathologischen Befunde auch an den Rückenmarkshüllen im weitesten Sinne. (vergleiche Entwicklungsfragen)

2. Zugwirkungen entstehen durch Fesselung des Rückenmarks und seiner Hüllen am knöchernen Wirbelkanal. Dies kann zu einer ausbleibenden oder ungenügenden Retraktion des Rückenmarks im Lendenwirbelsäulenbereich führen. Das ist die Ursache für Fernsymptome, die während der Wachstumsperiode auftreten. (KATZENSTEIN)

Erste Mitteilungen über Befunde der Spina bifida occulta stammen aus dem Sektionsmaterial von VIRCHOW, v. RECKLINGHAUSEN, MUSCATELLO, RIBBERT, u. a. und aus Operationsberichten von MUSCATELLO, CRAMER, und anderen.

Der Vielfalt der pathologisch-anatomischen Befunde entspricht das klinische Bild. Von ganz geringen neurologischen Ausfällen bis zu schweren Blasen-Mastdarm-Extremitätenlähmungen gibt es alle Übergänge. Fernsymptome können sofort bei Geburt vorhanden sein. In der Regel treten sie in Lebensabschnitten mit Wachstumsschüben auf.

Im einzelnen sind folgende Fernsymptome beschrieben worden:

- 1) Sensibilitätsausfälle (BRUNNER) sind bei eingehender Prüfung häufig nachzuweisen. Voraussetzung ist die entsprechende Reife der Kinder. Ausfallserscheinungen der Empfindung für Berührung, Schmerz und Temperatur können in leichten Fällen einzelne Zehen, bei Fußdeformitäten häufig die Fußsohle und schwer abgrenzbare Zonen an den unteren Extremitäten betreffen. Bei Caudabeteiligung findet man typisch reithosenbesatzartige Sensibilitätsausfälle. Bei Anaesthetie besteht stets die Gefahr einer nicht bemerkten Verbrennung.
- 2) Reizerscheinungen, wie Schmerzen und Paraesthesien werden oft auf Traumen, Muskelerkrankungen, Krankheiten des rheumatischen Formenkreises, u. s. w. zurückgeführt, wenn sie als erstes Fernsymptom auftreten. Es finden sich hartnäckige Schmerzen in den Beinen, Rückenschmerzen bei Belastung (JOACHIMSTHAL, JELSMAPLOETNER), selten auch als Ruheschmerz beobachtet. (EWALD)

- 3) Muskelschwäche, leichte Paresen, in schweren Fällen spastische, seltener schwache Lähmungen (CRAMER) der unteren Extremitäten führen zu
- 4) Ermüdungserscheinungen beim Laufen, Muskelatrophie, Knochenatrophie (DUNCKER) mit entsprechenden Verkürzungen (FISCHER, BRUNNER, BECK).
- 5) SCHLEGEL gelang der oszillographische Nachweis einer Minderdurchblutung und einer Mindertemperatur an der betroffenen Extremität.
- 6) Die Reflexe an den unteren Extremitäten können gesteigert sein, mit positiven Pyramidenbahnzeichen. Gelegentlich besteht eine Areflexie. (CRAMER)
- 7) Trophische Störungen können zur Amputation zwingen (FISCHER). Meist handelt es sich jedoch um recht hartnäckige trophische Ulcera am Fußrücken oder an der Sohle, an der prominierenden Tuberositas metatarsi quinti (HOHMANN), u. s. w. Bei der Korrektur von Fußdeformitäten können sie die Operationsresultate ungünstig beeinflussen. BOHNSTEDT beschrieb eine Penisgangrän.
- 8) Über Fußdeformitäten liegen zahlreiche Veröffentlichungen vor. Für die Spina bifida occulta oder cystica charakteristische Fußdeformitäten scheint es nicht zu geben. Den Verdacht auf das Vorliegen einer Spina bifida erwecken lediglich die Progredienz (DUNCKER, ROEREN, BECK) und die Rezidivneigung nach Korrektur (RETTIG). Auffallend ist ferner das häufige Manifestwerden in Lebensaltern mit Wachstumsschüben (KATZENSTEIN). Angeborene Deformitäten werden seltener beobachtet. Dorsale Bogenspalten bei gleichzeitig vorhandenen Fußdeformitäten sind beim Kinde mit großer Zurückhaltung zu beurteilen, solange nicht andere Zeichen für eine Spina bifida occulta sprechen. Es sind beschrieben worden:
  - 1) der Hohlfuß BRUNNER 1892
  - 2) der Klauenhohlfuß GEIGES 1912
  - 3) der Klumpfuß v. RECKLINGHAUSEN 1886
  - 4) der Plattfuß KATZENSTEIN 1901
- 9) Daneben wurden Ausfälle im Urogenitalbereich (BOHNSTEDT 1895) beschrieben. Es handelt sich um Urininkontinenz durch Sphinkterhypotonie, Atonie der oberen Harnwege mit ascendierender Zystopyelitis, Harnrückfluß und Residualharnbildung. (MERTZ-SMITH, MORALES-DEAVER-HOTCHKISS) Die Prognose der Spina bifida kann dadurch getrübt werden. Über Enuresis nocturna (FUCHS) ist viel geschrieben worden. Ausführliche Literaturangaben finden sich bei SANFORD-KLIMAN. Man ist heute wesentlich zurückhaltender als früher. Manche Autoren (SANFORD-KLIMAN) lehnen überhaupt einen Zusammenhang von Enuresis nocturna mit einer dorsalen Bogenspalte ab.
- 10) Im Bereich des Darmes kann der Analreflex fehlen. Der Sphinkter ist dann digital leicht dehnbar. DITTRICH beobachtete chronische Obstipation mit Füllungsdefekten im Colon descendens oder Sigmoid. Diese will er durch die Operation der Spina bifida occulta beseitigt haben.



### Abortivformen der Spina bifida occulta

Die Abgrenzung der Spina bifida occulta gegen eine Dornfortsatzspalte ist in der Regel durch die beschriebenen Fernsymptome möglich, bei denen sich in Nachuntersuchungen nichts grundsätzlich Neues ergeben hat.

Gelegentlich kommen jedoch Fälle vor, bei denen die örtlichen Wirbelsäulensymptome den Verdacht auf eine Spina bifida occulta erwecken, jedoch nur ganz geringe Fernsymptome nachweisbar sind. Solche stets ambulante Fälle möchten wir Abortivformen nennen. Zwei davon konnten wir beobachten:

E. L., männlich, 64 Jahre, unauffällige Anamnese, örtliche Symptome: an S I und L V Spalte tastbar, kein Druckschmerz, handtellergroße Hypertrichose über dem Spaltgebiet, Fernsymptome: lediglich deutlich herabgesetzte Sensibilität an der Tibialseite der linken Großzehe. Für Durchblutungsstörungen bei gut tastbaren Fußpulsen kein Anhalt, desgleichen keine Bandscheibenerkrankung nachweisbar. Röntgenbefund: a. p. Aufnahme: Schlußanomalie an L IV, nämlich Bogenhypoplasie links, S I: Grundform mit isoliertem Dornfortsatz, ab S II nicht sicher zu beurteilen. Wirbelgelenke L III/IV und L IV/V links nach medial-kranial verschoben. Seitliche Aufnahme: altersentsprechende Osteochondrose, Wirbelkörper von L IV und L V ganz gering verschmälert. Schrägaufnahmen: mäßige Spondylarthrose der Wirbelgelenke, Lumbosakralgelenkspalten bogenförmig.

H. W., männlich, 37 Jahre, unauffällige Anamnese, keine Poliomyelitis, Fußdeformität "solange er denken kann", örtliche Symptome: geringe lumbosakrale Hypertrichose, die deshalb verdächtig erscheint, weil der Patient sonst spärliche Stammbehaarung aufweist. Fernsymptome: lediglich eine geringe Hohlfußbildung rechts, keine sonstigen Befunde zu erheben. Röntgenbefund: a. p. Aufnahme: gebogene Fissurform von S I, Kreuzbein dorsal durchgehend gespalten mit leicht verdickten Spalt-rändern, sonst keine Besonderheiten.

### Wirbelsäulensymptome

Das Vorhandensein einer Dornfortsatzspalte im Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Abschnitt ist ein häufiger Befund bei gesunden Personen. Deshalb ergibt sich allein daraus noch kein Hinweis auf eine Spina bifida occulta.

Wir besitzen aber zusätzliche Anhaltspunkte. Nach RETTIG erlangen folgende Faktoren klinische Bedeutung:

- a) die Zeit
- b) die Größe
- c) die örtlichen- und Fernsymptome.

a) Die Häufigkeit von dorsalen Bogenspalten ist nach den obigen Befunden altersabhängig. Persistierende Spalten können mit steigendem Alter klinische Bedeutung erlangen.

b) Große Bogendefekte zeigen mangelhafte Schließungstendenz und sind auf Spina bifida occulta verdächtig. Außerdem sind derartige Wirbelsäulen funktionsgemindert.

c) Die örtlichen- und Fernsymptome wurden bereits geschildert.

Bei Berücksichtigung der drei genannten Faktoren wird die Diagnose in vielen Fällen genügend fundiert sein. In der Literatur finden sich noch folgende örtliche Wirbelsäulensymptome, deren Nachweis im Röntgenbild charakteristisch für eine Spina bifida occulta sein soll:

- 1) "Eine Erstreckung des Defektes bis zum III. Lendenwirbel aufwärts und darüber hinaus ist nach Vollendung des ersten Lebensjahres pathologisch. Bei Erwachsenen ist dies auch anzunehmen, wenn sich noch der IV. Lendenwirbel an dem Defekt beteiligt." (HINTZE)
- 2) breite Defekte mit Bogenverschmelzungen (MUSCATELLO)
- 3) nach hinten aufgebogene Bogenrudimente (VON RECKLINGHAUSEN, MUSCATELLO, HINTZE)
- 4) knöcherne Defekte des Kreuzbeins, häufig zwischen Crista sacralis media und articularis (v. FINCK), nach den Beobachtungen von DITTRICH war der Bogen des I. Sakralwirbels häufig geschlossen, die Defekte hatten einen Durchmesser von 2 bis 12 mm, waren rund, oval oder irregulär begrenzt, meist einseitig, oft multipel. Diese Befunde sind durch Operationen gesichert.

Es muß unklar bleiben, ob die von DUNCKER, BIBERGEIL und BECK mehrfach beschriebenen "wolkigen Aufhellungen" am Kreuzbein im Röntgenbild hiermit identisch sind. Zurückhaltende Beurteilung ist wegen eventuell vorgelagerter Darmluftblasen angebracht. BECK will diese auch bei Patienten ohne Fernsymptome einer Spina bifida occulta beobachtet haben.



- 5) wallartig aufgeworfene Ränder eines durchgehenden Kreuzbeinspaltes (ROBINSOHN)
- 6) Fehlen oder Verschmälerung der lumbosakralen Bandscheibe (v. FINCK)
- 7) PUTTI beschrieb den Platypondylus. Er verstand darunter einen abnorm breiten Wirbelkörper bei verminderter Höhe. Dieser Ausdruck ist in der Folgezeit für verschiedene Krankheitsbilder sekundärer Art, wie z. B. die Chondrodystrophie der Wirbelsäule verwandt worden, so daß die neue, nur für angeborene Störungen reservierte Bezeichnung RETTIG'S: echte Breitwirbelbildung notwendig wurde.

Eigene Untersuchungen erstrecken sich auf insgesamt 14 sichere Fälle von Spina bifida occulta. Es handelte sich mit einer Ausnahme (Nr. 14 - Abortivform) um Kinder mit orthopädisch behandelten Fußdeformitäten. Die folgende Tabelle 10 gibt einen Überblick über die Ergebnisse:

Tab. 10

Röntgenbefunde bei der Spina bifida occulta

Nr.	Alter und Geschlecht	Spalte	Kreuzbein-anomalien	Sonstiges
1.	6 w	Schlußanomalie L III L IV-V Grundform ohne nachweisb. Dornf., durchgehender Kreuzbeinspalt mit wallartig aufgeworfenen Rändern	Verdichtungen und Aufhellungen im Bereich der Spalte, rechtskonvexe Kreuzbeinskoliose	lumbosakrale Bandscheibe verschmälert
2.	8 m	L V - S III gespalten, alles Grundform ohne nachweisb. Dornforts., ab S IV nicht sicher zu beurteilen		L V: Wirbelkörper höhenvermindert
3.	11 m	S I gerade Fissurform ohne nachweisb. Dornfortsatz	deutliches Hervortreten der Crista sacralis articularis bei S IV	

Nr.	Alter und Geschlecht	Spalte	Kreuzbein-anomalien	Sonstiges
4	14 w	L III - V Grundform mit doppels. nachweisbarem Dornf., Bogenverschmelzung von L IV und V re., durchgehender Kreuzbeinspalt mit wallartigen Rändern		Stellungsanomalie der kleinen Wirbelgelenke, Beckenasy-n-metrie, rechte Hälfte höherstehend
5.	11 m	S I Grundform mit verwachsenen Polen, Kreuzbein sonst nicht sicher zu beurteilen	Kreuzbein auffallend klein	6 präsakrale Wirbel
6.	10 w	Kreuzbein durchgehend gespalten, Ränder bei S III deutlich gewulstet		L V besonders lange Querfortsätze
7.	11 m	Kreuzbein durchgehend gespalten, alles Grundform!	Kreuzbeinspalte re. zwischen S IV und V	
8.	15 m	S II Grundform mit doppels. nachweisb. Dornforts., S III bis V durchgehend gespalten		
9.	14 w	S I gerade Fissurform S II und III isolierter Dornforts., S IV u. V ebenfalls offen	wolkige Verdichtungen und Aufhellungen beidseits der Spalte	Gelenkspalten der Lumbosakralgelenke links breiter als rechts
10.	13 w	S I Parallelform ohne nachweisb. Dornforts., deutliche Wulstbildung am rechten Spaltrand, dicht daneben etwa bei S IV ein isoliertes Knochenstück im Spaltraum		



Nr.	Alter und Geschlecht	Spalte	Kreuzbein-anomalie	Sonstiges
11.	10 m	Kreuzbein durchgehend gespalten		L V echter Breitwirbel
12.	13 m	Kreuzbein durchgehend gespalten, deutliche Randwulstbildung		
13.	18 w	L V Winkelform mit doppelseitig nachweisb. Dornforts., Kreuzbein durchgehend gespalten, deutliche Rundwulstbildung		beginnende Arthrosis der kleinen Wirbelgelenke, Wirbelkörper von L V gering höhenvermindert
14.	64 m	L IV Schlußanomalie: Bogenhypoplasie links, L V Grundf. mit doppels. nachweisb. Dornforts., S I Grundf. mit isoliertem Dornforts., ab S II nicht sicher zu beurteilen.		altersentsprechende Spondylarthrose, Stellungsanomalien der kleinen Wirbelgelenke

#### Diskussion der Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der in der Literatur beschriebenen Wirbelsäulensymptome läßt sich in vielen Fällen allein aus dem Röntgenbild die Verdachtsdiagnose auf Spina bifida occulta stellen. Durch Fernsymptome muß diese gesichert werden.

Es bleiben allerdings einige Fälle übrig, wo im Röntgenbild eine unauffällige Spalte ohne die für Spina bifida occulta sprechenden Zeichen nachweisbar ist. Trotzdem sind Fernsymptome vorhanden. Ohne Kenntnis dieser Fernsymptome würde man in diesen Fällen nicht an eine Spina bifida occulta denken. Hier ist es wichtig, andere neurologische Erkrankungen auszuschließen. (Nr. 3, 5, 6 und 8)

Von den oben beschriebenen örtlichen Wirbelsäulensymptomen bei Spina bifida occulta konnte lediglich Nr. 3 (nach hinten aufgebogene Bogenrudimente) nicht beobachtet werden. Vermutlich wird dieses Symptom bei der Spina bifida cystica eher zu beobachten sein. Die zystische Rückenmarksmißbildung wird einen Druck auf die noch knorpeligen und daher verformbaren Bogenrudimente ausgeübt haben und sie nach hinten verdrängt haben.

Bei der Durchsicht der Befunde fällt auf, daß

1. Kreuzbeinanomalien und
2. Stellungsanomalien der Wirbelgelenke

relativ häufig zu beobachten sind.

Kreuzbeinanomalien allein sind häufig. Vielleicht sind sie in Verbindung mit einer Bogenspalte Ausdruck der gestörten Wirbelsäulenentwicklung.

Stellungsanomalien der Wirbelgelenke leiten zum nächsten Abschnitt über.



### Die funktionelle Bedeutung sagittaler Dornfortsatzspalten

Die Wirbelsäule des Spaltenträgers kann funktionsgemindert sein. (RETTIG) Es ist zu erwarten, daß Bogenspalten für das Wirbelsäulenskelett veränderte statische Bedingungen schaffen. Daraus können sich Funktionseinschränkungen ergeben, die wiederum auch durch morphologische Veränderungen am Wirbelsäulenskelett sichtbar werden können.

Folgende funktionell bedingte morphologische Veränderungen am Wirbelsäulenskelett sind denkbar:

- 1) Unphysiologische Scherbewegungen der Bogenrudimente (RETTIG) bei Muskelzug und Wirbelsäulenbewegungen bedeuten erhöhte Belastung für die kleinen Wirbelgelenke. Damit können die Voraussetzungen für Präarthrose und Arthrose der kleinen Wirbelgelenke bereits in jugendlichem Alter gegeben sein. Dabei haben wir den Eindruck, daß diese Veränderungen umso eher auftreten, je ausgedehnter der Defekt am hinteren Wirbelbogen ist.

Bei zwei Menschen mit relativ großen hinteren Bogendefekten haben wir eine beginnende Spondylarthrose nachweisen können:

#### 1. Beobachtung

Wir haben einen 23-jährigen Mann mit einem breiten Defekt an S I bis III untersuchen können. (s. S. 41, Abb. 5 und 6) Die bei ihm nachweisbare beginnende Spondylarthrose der Wirbelgelenke von L IV/V muß auf vermehrte funktionelle Beanspruchung durch die Spalte und die von ihr begünstigte Torsion sowie die Stellungsanomalien der Wirbelgelenke zurückgeführt werden. Nach M. LANGE beträgt die untere Altersgrenze bei beginnender Lumbosakralarthrose 18 bis 23 Jahre. Ein so frühzeitiger Beginn ist jedoch kein häufiges Ereignis. Eine beginnende Arthrose der lumbalen Wirbelgelenke, wie wir sie bei dem erwähnten Patienten beobachtet haben, ist noch viel später zu erwarten.

#### 2. Beobachtung

Eine weitere ausgedehnte Spaltbildung haben wir an einem anatomischen Präparat beobachten können. Es handelt sich um den mazerierten V. Lendenwirbel eines 38-jährigen Mannes mit Fehlen des hinteren Bogens (PUTTI). An den sichtbaren kranialen Gelenkfortsätzen des defekten Bogens sind deutliche Unebenheiten und Auflagerungen besonders am Rande der Gelenkflächen am Kapselansatz zu bemerken. Auch hier ist also in verhältnismäßig jungem Alter bereits eine deutliche Spondylarthrose nachweisbar. (Abb. 4)



Abb. 4

Spondylarthrose am V. Lendenwirbel eines 38-jährigen Mannes bei Fehlen des hinteren Bogens (PUTTI).

- 2) Stellungsanomalien der kleinen Wirbelgelenke sind bei sagittalen Dornfortsatzspalten häufig zu beobachten. (siehe Tab. 10)

Es ist denkbar, daß es sich um eine primäre Anlagestörung handelt. Wir glauben, die spätere Entstehung der Stellungsanomalien durch Belastung asymmetrischer und damit ungleichmäßig belasteter Bogenrudimente ist wahrscheinlicher. Die statisch-dynamische Einheit des Wirbelbogens wird durch die Spalte gestört. Muskelzug kann mittels Hebelwirkung an beiden Bogenrudimenten verschiedene Kräfte entfalten. Dabei sitzt der Drehpunkt der Hebelwirkung an der Wirbelbogenwurzel, die somit erhöhter Belastung ausgesetzt ist. Durch geringe Deformationen der noch knorpeligen Wirbelbogenwurzel können die Bogenrudimente und Wirbelgelenke in frontaler und sagittaler Richtung abweichen. (vgl. Tab. 10 Nr. 14)

- 3) Frühzeitige Bandscheibendegeneration ist ebenfalls zu erwarten. Da die Wirbelkörper beweglich durch Bandscheiben untereinander verbunden sind, können sich unphysiologische Rüttelbewegungen der Bögen über die Wirbelkörper auf die Bandscheiben übertragen. Die vermehrte funktionelle Beanspruchung der Bandscheiben müßte durch degenerative Veränderungen faßbar werden. Tatsächlich scheinen uns degenerative Veränderungen der Bandscheiben an Segmenten mit Wirbelbogenspalten in geringerem Ausmaß als erwartet aufzutreten.



Lediglich ausgedehnte Spaltbildungen, z. B. bei Spina bifida cystica gehen gelegentlich mit deutlichen Bandscheibenanomalien einher. Wahrscheinlich sind sie Ausdruck einer primären, embryonalen Segmentierungsstörung des perichordalen Mesenchyms, der sich dann im Verlaufe der beginnenden Wirbelsäulenbelastung sekundäre Veränderungen aufpfropfen.

- 4) Es wäre denkbar, daß Torsionen der Wirbel bei Spaltenträgern durch die beschriebenen Stellungsanomalien der kleinen Wirbelgelenke und früh beginnende Bandscheibenveränderungen zumindest begünstigt werden können.

Wir haben einen 23-jährigen Mann untersuchen können. Bei ihm bestand eine rechtskonvexe Skoliose der mittleren Brustwirbelsäule. Im Lendenwirbelsäulenbereich befand sich die kompensatorische Gegenschwungung mit Scheitelpunkt bei L II/III. Keilförmige Deformation des III. Lendenwirbelkörpers und stark verschmälerte Bandscheibe L III/IV. Von L V nach kranial begann die Torsion der Lendenwirbel. Beginnende Randzackenbildung.

Am Kreuzbein bestand ein breiter Defekt von S I bis II, übriges Kreuzbein nicht sicher zu beurteilen. Ein vermutlich isoliertes Knochenstück befand sich im Spaltraum in Höhe von S I. (vgl. Abb. 5)

Die kleinen Wirbelgelenke waren sowohl im ap-Bild wie auf den Schrägaufnahmen (45 Grad) gut zur Darstellung gekommen. (vgl. Abb. 6)

- a) Die Lumbosakralgelenke waren nur im ap-Bild gut erkennbar. Linkes Gelenk etwa normal ausgebildet, rechts sind inkongruente Gelenkflächen mit sehr unregelmäßigem und breitem Gelenkspalt zu erkennen.
- b) Wirbelgelenke von L IV/V waren auf der Schrägaufnahme durch Torsion und Stellungsanomalie beide erkennbar. (vgl. Abb. 6) Linkes Wirbelgelenk wies breite, dichte Schattenstreifen längs des Gelenkspaltes auf. Das rechte Gelenk machte einen fast atrophischen Eindruck. Die Knochenstrukturzeichnung in Gelenkspaltnähe war schwach. Der äußere Gelenkfortsatz reichte weit nach kranial.

Die beginnende Randzackenbildung und die beschriebenen Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken sind wahrscheinlich sekundäre Veränderungen der funktionsgeschädigten Wirbelsäule. Es ist anzunehmen, daß die Spalte im Lumbosakralbereich zur weiteren Funktionsschädigung beigetragen hat und eine Torsion der Lendenwirbel begünstigt haben kann.

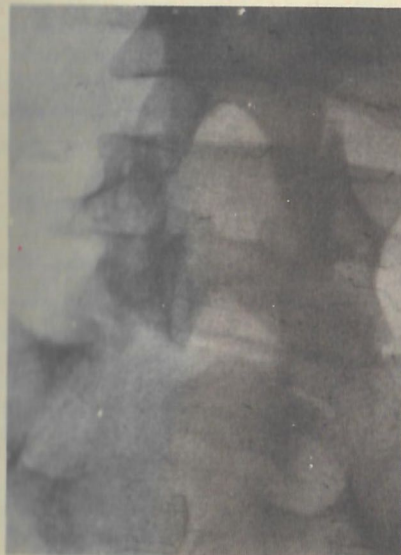


Abb. 5

23-jähriger Mann, ap-Aufnahme, breiter Defekt von S I bis S III, übriges Kreuzbein nicht sicher zu beurteilen. Vermutlich isoliertes Knochenstück im Spaltraum von S I. Rechtes lumbosakrales Wirbelgelenk mit inkongruenten Gelenkflächen. Wirbelgelenke L IV/V klaffen, links verstärkte Zeichnung der Knochenstruktur.

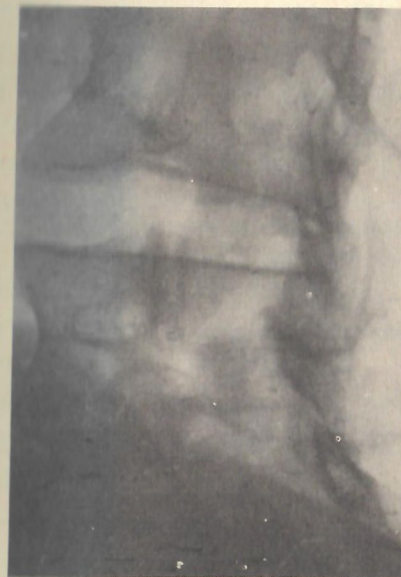


Abb. 6

derselbe Patient, Schrägaufnahme, Wirbelgelenke L IV/V durch Torsion und Stellungsanomalie beide erkennbar. Links deutliche Sklerosierung, rechts typisch zipfelige Ausziehung des unteren Gelenkfortsatzes nach kranial. Dies ist nach M. LANGE Ausdruck einer beginnenden Spondylarthrose.



- 5) Echte Breitwirbelbildung bei Spina bifida könnte auch eine sekundäre, funktionelle Veränderung sein. Eine mit Sicherheit sekundäre Breitwirbelbildung ist bei der Chondrodystrophie bekannt. Auffallend ist aber, daß die echte Breitwirbelbildung nur bei Spina bifida, also bei gleichzeitigen Störungen der Neuralrohrentwicklung vorkommen soll. (PUTTY) Man kann annehmen, daß primäre und sekundäre Einflüsse zugleich wirksam sind.
- 6) Ausgeprägte Wirbelsäulenmißbildungen gehen oft mit Spalten aller Art in den betroffenen Segmenten einher. Dadurch werden komplizierte statische und funktionelle Bedingungen geschaffen. Die Formen der Wirbelsäulenmißbildungen sind wahrscheinlich nicht allein die Folge primärer Anlagestörungen. Röntgenuntersuchungen haben vielfache Bewegungsmöglichkeiten von Foeten besonders in der Mitte der Schwangerschaft ergeben. Die Gravitation wirkt außerdem auch auf die foetale Wirbelsäule ein. Es besteht die Möglichkeit, daß schon intrauterin deformierende Kräfte an der Mißbildung im Wirbelsäulenbereich ansetzen. Blockwirbelbildung, keilförmig deformierte Halbwirbel, Bogenverschmelzungen und hemimetamere Segmentverschiebungen sind geeignet, den betreffenden Wirbelsäulenabschnitt zwar statisch annähernd fest, aber dafür meist auch unbeweglich zu machen. Man sollte sich mit der Frage beschäftigen, wie stark hier funktionelle Einflüsse bereits intrauterin wirksam sein können.

Literaturverzeichnis

- Allen, M. L. Lindem, M. C.: Am. J.Surg. 80, 762 (1950)  
Altschul, W.: Fortschr.Röntgenstr. 27, 607 (1919-21)  
Beck, C.: Dtsch. med. Wschr. 31, 496 (1898)  
Beck, O.: Münchn. med. Wschr. 67, 316 (1920)  
Ders.: Erg. Chir. 15, 491 (1922)  
Beykirch, A.: Z. orthop. Chir. 52, 41 (1930)  
Bibergeil, E.: Z. orthop. Chir. 33, 225 (1913)  
Bohnstedt, G.: Virch. Arch. 140, 47 (1895)  
Borst, M.: zit. n. Hesse  
Brailsford, J. F.: Brit. J.Surg. 16, 562 (1929)  
Brocher zit. n. Rettig  
Brunner, C.: Virch. Arch. 107, 194 (1887)  
Ders.: Virch. Arch. 129, 246 (1892)  
Chlari, H.: zit. n. O. Beck  
Clara, M.: Entwicklungsgeschichte des Menschen, Heidelberg 1949  
Craig, W.M. Mulder D.W.: Proc. Mayo Clin. 31, 98 (1956)  
Cramer, K.: Z. orthop. Chir. 32, 440 (1913)  
Ders.: zit. n. von Finck  
Diethelm, L.: Fortschr. Röntgenstr. 68, 136 (1943)  
Dittrich, R. J.: Am. J. Roentgenol. 39, 937 (1938)  
Duncker, F.: Z. Orthop. Chir. 33, 131 (1913)  
Ernst, P.: Die Mißbildungen des Nervensystems. In E. Schwalbes Handbuch "Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere" Bd. III, Fischer, Jena 1909  
Ewald, P.: Fortschr. Röntgenstr. 18, 4 (1912)  
Feller, A. Sternberg, H.: Virch. Arch. 272, 613 (1929)  
Ders.: Z. Anat. 103, 609 (1934)  
Ferguson, A. B.: Radiology 22, 548 (1934)  
Finck, J. von: Z. orthop. Chir. 42, 65 (1922)  
Fischer zit. n. Hintze  
Förster zit. n. Hesse  
Friedman, M. M., Fischer, F. J., Vandemark, R. E.: Am J. Roentgenol. 55, 292 (1946)  
Fuchs, A.: Wien. med. Wschr. 37, 2141 u. 38, 2261 (1909)



- Fuchs, A. : Wien. med. Wschr. 60, 1570 (1910)  
Geiges zit. n. Beykirch
- Graessner (ohne Vorname): Der röntgenologische Nachweis der Spina bifida occulta. Festschr. z. Feier d. zehnjährigen Bestehens der Akademie für prakt. Medizin in Cöln, Bonn 1915, 355 ff.
- Grashey, R. : Atlas typischer Röntgenbilder vom normalen Menschen. Urban & Schwarzenberg 1950
- Hackenbroch, M. : Münch. med. Wschr. 22, 1089 (1922)
- Hadley zit. n. Southworth Bersack
- Hartmann, K. : Fortschr. Röntgenstr. 55, 531 (1937)
- Heise, H. : Dtschr. Z. Chir. 227, 349 (1930)
- Hesse, F. A. Erg. Chir. Orthop. 10, 1197 (1918)
- Hildebrandt: zit. n. Hesse
- Hintze, A. : Arch. klin. Chir. 119, 409 (1922)
- Hohmann, G. : Arch. orthop. u. Unf. Chir. 45, 654 (1953)
- Idelberger, K. : Verh. dtsch. orthop. Ges. (46. Kongr.) 1959 S. 184, Enke Verl. Stuttgart
- Jelsma, F. Ploetner, E. J. : J. neurosurg. 10, 19 (1953)
- Joachimsthal, G. : Berl. klin. Wschr. 22, 207 (1891)
- Ders. : Virch. Arch. 131, 488 (1893)
- Ders. : Z. orthop. Chir. 25, 14 (1910)
- Junghanns, H. : Hand. d. spez. Path. Anat. u. Hist. J. Springer Verl. Berlin 1939, IX, 4
- Ders. : Arch. orthop. Chir. 37, 123 (1936)
- Kammel, W. : zit. n. Idelberger
- Katzenstein, L. : Arch. klin. Chir. 64, 607 (1901)
- Koch zit. n. Hesse
- Köhler, A. : Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild. Leipzig 1928
- Lange, M. : Die Wirbelgelenke Enke Verl. Stuttgart 1934
- Liechti, A. : Die Röntgendiagnostik der Wirbelsäule und ihre Grundlagen. Springer Verl. Wien 1948
- Lindemann, K. Kuhlendahl, H. : Die Erkrankungen der Wirbelsäule Enke Verl. Stuttgart 1953
- Lübke, P. : Arch. klin. Chir. 163, 707 (1931)
- Marchand (ohne Vorname): Spina bifida, Eulenburgs Realencyclop. 18, 437 (1889)

- Mertz, H. O. Smith, L. A. : Radiology 12, 193 (1929)
- Meyer: zit. n. Junghanns
- Morales, P. A. Deaver, G. G. Hotchkiss, R. S. : J. Urol. Balt. 75, 537 (1956)
- Müller, W. : Fortschr. Röntgenstr. 44, 644 (1931)
- Ders. : Z. orthop. Chir. 55, 351 (1931)
- Ders. : Arch. orthop. Chir. 30, 319 (1932)
- Muscattello, G. : Arch. klin. Chir. 47, 162 u. 257 (1894)
- Neubert, R. : Z. orthop. Chir. 60, 157 (1933)
- Putti, V. : Fortschr. Röntgenstr. 14, 285 u. 15, 65 u. 243 (1910)
- Rathke, F. W. : Z. Orthop. 87, 118 (1957)
- Recklinghausen, F. von: Virch. Arch. 105, 243 u. 296 u. 373 (1886)
- Reitig, H. : Patho-Physiologie angeborener Fehlbildungen der Lendenwirbelsäule und des Lendenwirbelsäulen-Kreubein-Überganges. Z. Orthop. 91 (1959) Beilageheft.
- Ribbert, H. : Virch. Arch. 132, 381 (1893)
- Robinson, J. : Wien. med. Wschr. 33, 1925 (1910)
- Roederer u. Lagrot: zit. n. Beykirch
- Roeren, L. : Arch. Orthop. u. Unf. Chir. 19, 1 (1921)
- Sanford, S. P. Kliman, G. W. : US. Armed Forces M. J. 8, 507 (1957)
- Schlegel, K. F. : Verh. dtsch. orthop. Ges. (46. Kongr.) 1959 Enke Verl. Stuttgart, S. 175 ff.
- Schmorl, G. Junghanns, H. : Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik, Thieme Verl. Stuttgart, 1957
- Shands, A. R. Bundens, W. D. : Bull. Hosp. Joint. Dis. N. Y. 17, 110 (1956)
- Southworth, I. D. Bersack, S. R. : Am. J. Roentgenol. 64, 624 (1950)
- Steindler, A. : Diseases and Deformities of the Spine and Thorax St. Louis 1929
- Sternberg, H. : Arch. orthop. Chir. 30, 20 (1931)
- Tulpius: zit. n. Hesse
- Verth: zit. n. Lübke
- Virchow, R. : Z. Ethnol. 7, 279 (1875)
- Voelcker, F. : Münch. med. Wschr. 41, 1802 (1903)
- Willis, T. A. : Am. J. Anat. 32, 95 (1923)
- Ders. : Am. J. Surg. 6, 163 (1929)
- Zehnder, M. : Helvet. chir. Acta 14, 462 (1947)



Lebenslauf

Am 18. März 1932 wurde ich in Leipzig als Sohn des Arztes Dr. med. Erich Hampel geboren. In den Jahren 1938 - 1950 besuchte ich die Grund- bzw. Oberschule. Nach bestandem Abitur war ich zunächst bei der Firma Hoh & Hahne Leipzig tätig und bestand 1952 die Prüfung als Industriekaufmann. Im selben Jahre durfte ich mein Studium an der Universität Leipzig beginnen. Am 31. Juli 1954 bestand ich hier die ärztliche Vorprüfung und am 11. September 1958 an der Freien Universität Berlin die ärztliche Prüfung. Seit 1. Januar 1959 bin ich als Medizinalassistent tätig.