

Ventrale Derotationsspondylodese

Vorläufiger Ergebnisbericht über 26 operierte Fälle

K. Zielke¹, R. Stunkat² und Fr. Beaujean³

¹„Deutsch-Französische Abteilung für Skoliosenbehandlung“ (Ärztlicher Leiter: Dr. med. K. Zielke) am französischen Krankenhaus Emile Roux in Tübingen (Directeur du Service de Santé des FFA: Méd. Gén. Desangles), Auf dem Sand 1, D-7400 Tübingen

²Chirurg. Univ.-Klinik, Calwer Straße 7, D-7400 Tübingen

³International Hôpital Brunet, F-83100 Toulon

Ventrale Derotations-Spondylodese

Summary. Results about 26 cases operated with the new developed “Ventrale Derotations-Spondylodese”. The first results with this new method are better than the results of the Harrington and the Dwyer method as it allows the operative derotation and lordosation. The risk of the operation put in relation to the distraction method by Harrington seems less. The importance of the operation one can't put into relation to the rather simple postoperative treatment. The results of the first 19 cases give the impression that the advantages of the Ventral Derotations-Spondylodese make this method prefer to other instruments in the operative treatment of scoliosis.

Zusammenfassung. Bericht über die 26 Fälle, die mit der neuentwickelten Derotationsspondylodese operiert wurden. Die ersten Ergebnisse mit diesem neuen Verfahren übertreffen die Korrekturergebnisse der Harrington-Methode, und da das Verfahren auch die operative Derotation und Lordosierung erlaubt, auch die der Methode nach Dwyer. Das Risiko der Operation erscheint gegenüber dem distrahierenden Verfahren nach Harrington geringer. Die Größe des operativen Eingriffes steht in keinem Verhältnis zu der relativen Einfachheit der postoperativen Behandlung. Die Auswertung der ersten 19 Fälle ergibt, daß mit dem Verfahren der Ventralen Derotationsspondylodese offenbar eine Methode geschaffen wurde, deren Vorteile sie in vielen Fällen den bisherigen operativen Korrekturmethode in der Skoliosenbehandlung vorziehen lassen.

Die Entwicklung einer Methode, in der sich größere skoliotische Abschnitte vom ventralen Zugang korrigieren lassen, ist das unbestrittene Verdienst Allan Dwyers. Alle übrigen ventralen Eingriffe zur Korrektur der Skoliose, z. B. Epiphysiodesen

Herrn Professor Dr. med. G. Jentschura zum 60. Geburtstag gewidmet.

Tabelle 1. Nachteile der Dwyer-Operation

-
1. Titanium — weich, spröde
 2. Metall-Metall-Kontakt
 3. Endgültigkeit der gesetzten Korrektur
 4. Kyphosierender Effekt
 5. Keine operative Derotation
-

Tabelle 2. Correction von/of/de la

	Skoliosis	Kyphosis	Lordosis	Rotation
Harrington distraction	***	*	*	(*)
compression	*	**		(*)
Harrington Stagnara	***	**		
Harrington Cotrel DDT	****	**	*	(—)
Dwyer	*****	—	**	(*)
VDS Zielke-Stunkat	*****	**	**	**

(Wittek), Muskel- oder Bänderplastiken, haben nicht den erwarteten Erfolg gezeigt und müssen als verlassen gelten.

Einer von uns hatte Gelegenheit, die Nachteile der Methode Dwyers mit dem Inaugurator selbst zu diskutieren. Diese Nachteile sind in Tabelle 1 dargestellt. Hauptindikation für diese Methode waren jene lumbalen und dorsolumbalen Skoliosen, welche das Verfahren nach Harrington aus verschiedenen Gründen nicht erlaubten.

Hinsichtlich der Auswirkung auf die Sagittalkrümmungen der Wirbelsäule haben die Implantate Harringtons und Dwyers weitgehend entgegengesetzten Charakter:

Die dorsale Methode Harringtons ermöglicht nach den Ausarbeitungen Stagnaras, mit Hilfe der Distaktionsstäbe gravierende Kyphosen bei Skoliosen unter bestimmten Voraussetzungen zu korrigieren. Das Kompressionssystem von Harrington hat einen dosierbar lordosierenden Effekt. Die Implantate Dwyers haben gezwungenermaßen kyphosierenden Charakter auf die Wirbelsäule. Mit dem Verfahren der „Ventralen Derotationsspondylodese (VDS)“ ist eine Korrekturmethode gegeben, welche bisher nicht erzielbaren, aber weitgehend dosierbaren derotierenden und lordosierenden Effekt hat (Tabelle 2). Ziel der Entwicklung einer neuen ventralen Korrekturmethode mußte sein, die in Tabelle 1 dargestellten Nachteile der bisherigen Methode Dwyers zu vermeiden, unter der Voraussetzung, daß die mit dieser Methode erzielbaren guten Korrekturergebnisse gehalten oder verbessert werden konnten. Der Überblick über nunmehr 26 operierte Fälle, von denen 18 zum Teil bereits über mehr als 12 Monate verfolgt wurden, scheint zu der Aussage zu berechtigen, daß die Ventrale Derotationsspondylodese in der Lage ist, diese Forderung weitgehend zu erfüllen.

Beschreibung der Implantate

Die neuen Implantate bestehen aus Schrauben, Winkelplatten, einem Kompressionsstab und speziellen Muttern.

1. Schrauben

Die Schrauben werden in 7 Längen (25—55 mm) hergestellt (Abb. 1). Die Gewindedurchmesser der Schrauben sind bei allen Längen gleich groß. Die auf die Schraubenköpfe wirkenden korrigierenden Zugkräfte haben auf die langen Schrauben aus einfachen mechanischen Gründen stärkere verbiegende Auswirkung als auf die kurzen. Die langen Schrauben sind dagegen durch die vermehrte Anzahl von haltenden Gewindegängen besser gegen Ausreißen gesichert. Aus diesen Gründen erschien es sinnvoll, die Innendurchmesser der Schrauben, d. h. den Durchmesser der Seele, bei den langen Schrauben am stärksten zu gestalten unter Verzicht auf möglichst tiefe Gewindegänge. Der Durchmesser der Seele fällt dann zu den kurzen Schrauben stufenweise ab, so daß diese breiteren Gewindelamellen den erforderlichen besseren Halt in der Wirbelkörperspongiosa ergeben.

Die Köpfe weisen ebenfalls zwischen den langen und kurzen Schrauben Unterschiede in der Konstruktion auf: bei den langen Schrauben sind sie höher als bei den kurzen, so daß der eingelegte Kompressionsstab hier einen größeren Abstand von den Winkelplatten hat. Dies hat beim Verspannen der Muttern Vorteile. Die Schraubenköpfe weisen entweder eine nach seitwärts oder nach oben zeigende schlitzförmige Öffnung auf zum Einlegen des Kompressionsstabes. In der Regel werden für die mittleren Schrauben des Spondylodesebezirks solche mit nach oben zeigendem Schlitz gewählt. Für die Endschrauben werden solche mit nach seitwärts zeigendem Schlitz implantiert. Der Kompressionsstab läßt sich in die nach oben zeigenden Schlitze müheloser einlegen. Die nach seitwärts zeigenden Schlitze verhindern jedoch mit Sicherheit ein ungewolltes, postoperatives Herausspringen des Stabes. Eine ringförmige Einfräsung auf beiden Seiten des Schraubenkopfes nimmt den zylindrischen Anteil der Kompressionsmutter auf (Abb. 2). Hierdurch wird eine sichere Kraftanwendung möglich und ein Herausgleiten des Kompressionsstabes aus den Schraubenköpfen unmöglich.

2. Winkelplatten

Die Winkelplatten werden in 3 Größen hergestellt (Abb. 3). Sie dienen zur Übertragung der über die Schraubenköpfe angewandten Korrekturkräfte auf den Wirbelkörper. Der Winkel

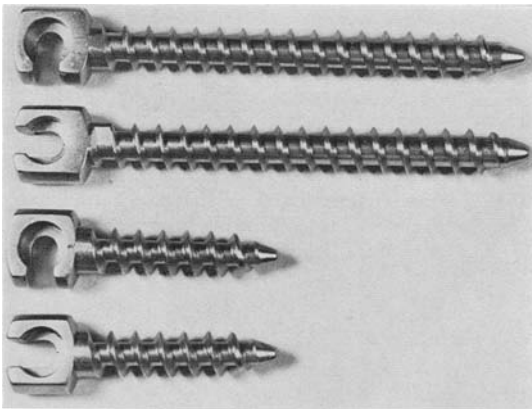
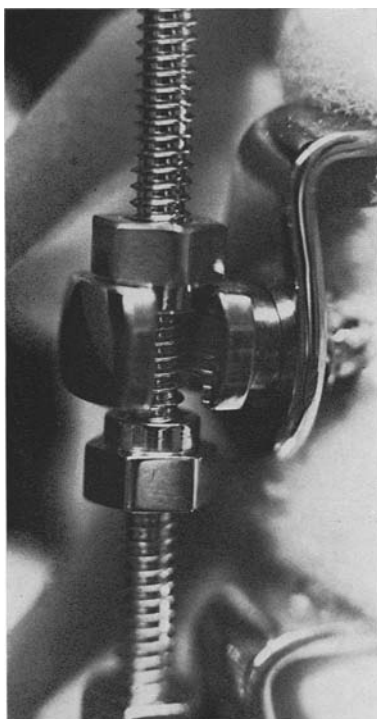


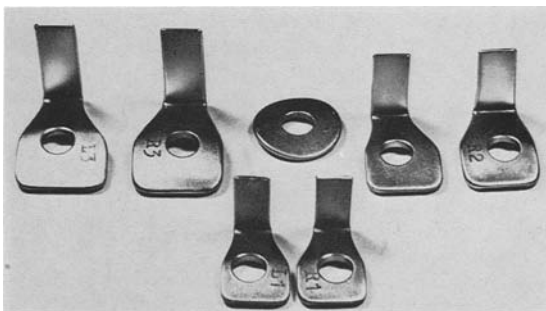
Abb. 1. VDS-Schrauben. Die langen Schrauben weisen eine stärkere Seele, d. h. weniger tief eingegrabene Gewindegänge auf als die kürzeren. Der Kopf der längeren Schrauben ist höher, so daß der Abstand des Kompressionsstabes von den Winkelplatten bzw. den Wirbelkörpern weiter ist



2

Abb. 2. VDS-Schraube und Platte im Modell. Man erkennt, daß die Muttern mit ihrem zylinderförmigen Anteil in die Schraubenköpfe greifen und somit ein Herausgleiten des Kompressionsstabes verhindern

Abb. 3. VDS-Winkelplatten. Die Winkelplatten sind asymmetrisch geformt zur Übertragung der entsprechend gerichteten Korrekturdrücke. Sie werden in 3 Größen hergestellt. Für die Endschrauben dienen Unterlagscheiben zur Übertragung der Korrekturkräfte



3

beträgt 80° und trägt damit einem federnden Aufbiegen bei Anwendung der Korrekturkräfte Rechnung. Da für die derotierenden und lordosierenden Kraftanwendungen im mittleren Korrekturbereich eine nach ventral, an den Endwirbeln aber eine nach dorsal vergrößerte Auflagefläche erwünscht ist, wurden die Platten hinsichtlich ihrer Auflagefläche an den Wirbelkörperseiten asymmetrisch gestaltet. Aus diesem Grunde war es auch notwendig, die Platten jeweils in linker und rechter Ausführung herzustellen.

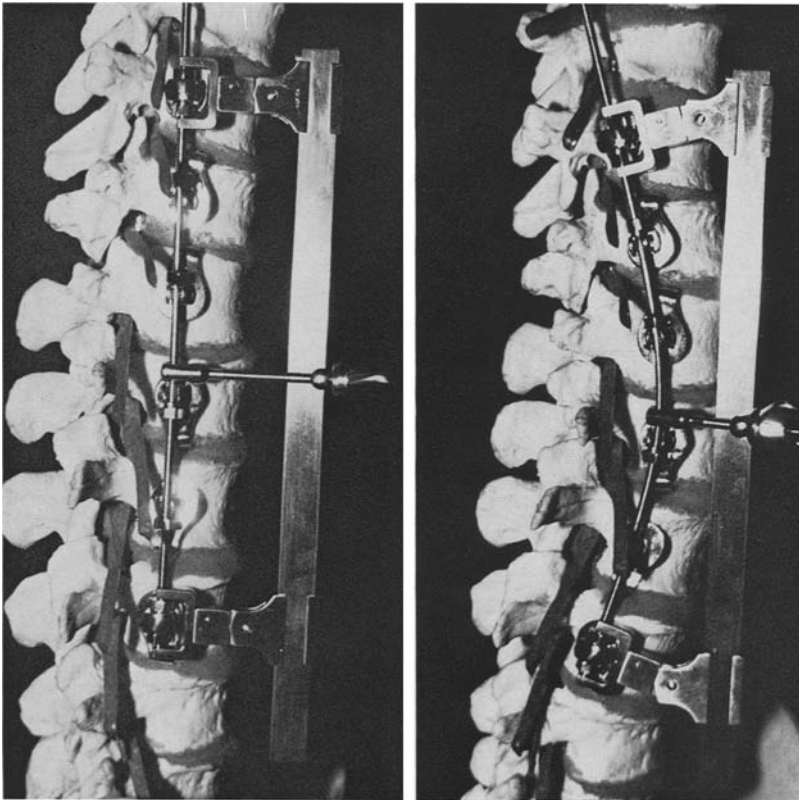
3. Kompressionsstab und Muttern

Die zur Korrektur der Skoliose angewandte Kraft wird über einen verlängerten Gewindestab analog zu dem Kompressionsstab des Harrington-Instrumentariums ausgeübt. Die Muttern weisen ein zylindrisches Ende auf, welches in die Schraubenköpfe paßt (Abb. 2). Dieses zylindrische Ende vermeidet nach Anwendung der korrigierenden Kraft das Herausgleiten des Kompressionsstabes aus den Schraubenköpfen. Die anwendbaren Korrekturkräfte sind so erheblich, daß durch die feste Kompression der mobilisierenden Wirbelkörper gegeneinander eine Stabilität der vorher instrumentell erzwungenen Derotation und Lordosierung erzielt wird.

Beschreibung der Instrumente¹

Das spezifische Instrument der VDS ist der Derotator. Zum eigentlichen Spezialinstrumentarium gehören außerdem verschieden abgewinkelte handgereehte Schlüssel und Schraubenzieher sowie ein einfaches Meßgerät zur Bestimmung der Wirbelkörperstärke und der damit benötigten Schraubenlänge.

¹ VDS Implants a. Instr. Pat. Produktion a. Sales H. C. Ulrich, D-7900 Ulm



(a)

(b)

Abb. 4a u. b. Derotator. Links nach Einbringung der Implantate, rechts nach Durchführung der Lordosierungs- und Derotationskorrektur

Der Derotator arbeitet mit Hilfe des Dreipunkteprinzips (Abb. 4). Kraftansatzpunkte sind die Endschrauben und die Mitte des Kompressionsstabes. Ein Assistent hält den Derotator mit einem speziellen Hebel, wodurch erhebliche Kraftanwendung zur Durchführung der Derotation und Lordosierung möglich wird. Diese erzwungene Lordosierungs- bzw. Derotationseinstellung wird durch die nachfolgende Kompression der Wirbelkörper gegeneinander gehalten. Es ist dann nicht mehr notwendig, eine haltende Kraft auf den Derotator anzuwenden. Er liegt locker ein und kann entfernt werden.

Operationstechnik

Die Operationstechnik gleicht hinsichtlich des Zugangs der Technik Dwyers. Der Patient wird auf der Konkavseite gelagert. Die Skoliose wird durch Anhebung des Nierenbänkchens betont. Zugang durch Resektion der Rippe in Höhe des Endwirbels der zu korrigierenden Krümmung.

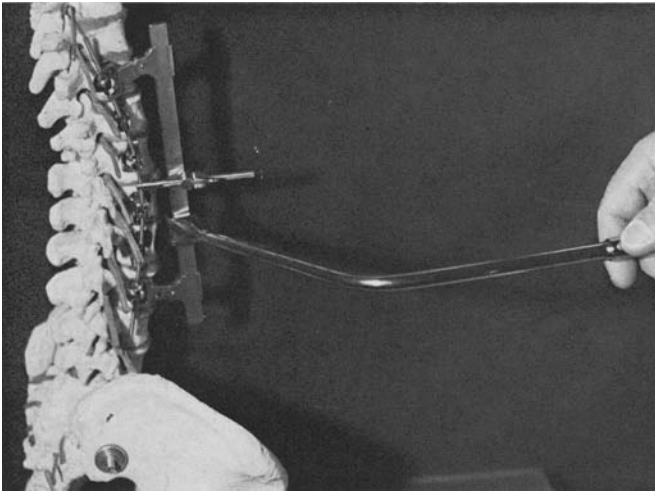


Abb. 5. Derotator mit Halteinstrument zum Derotieren

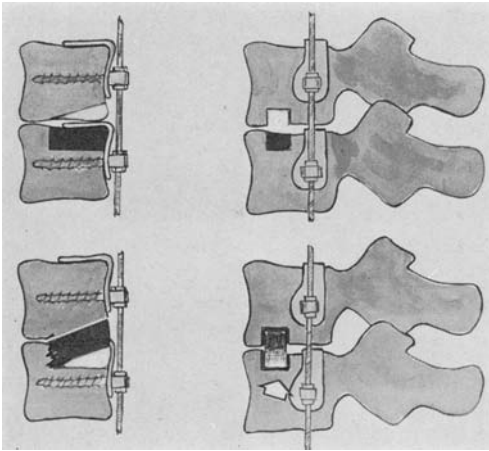


Abb. 6. Kippspanplastik. In eine keilförmig eingeschlagene Nute wird ein zylinderförmig ge-lockerter Span des Nachbarwirbels, der an seiner Basis gebrochen wird, eingekeilt. Die im unteren Wirbel entstandene Lücke wird mit dem Material aus dem oberen Wirbel gefüllt

Die vorderen Bauchdecken werden, soweit nötig, durchtrennt — ohne Eröffnung des Peritonäums. Schnitt hierzu leicht bogenförmig nach unten ziehend. Abdrängen der Bauchblase stumpf nach ventral bei gleichzeitigem Abtrennen des Zwerchfells etwa 1 cm von seinem Ansatz am Thorax. Darstellung der Wirbelkörper seitlich durch Spaltung der parietalen Pleura bzw. im Lumbalabschnitt durch Abpräparieren des Musculus psoas und der Zwerchfellansätze. Unterbindung der segmentären Gefäße auf der Konvexseite der Wirbelsäule. Im Thorakalbereich überwiegend stumpfe Freipräparation der Wirbelkörper soweit, daß die Querfortsätze beiderseits getastet werden können. Im Lumbalbereich ist z. T. scharfes Abtrennen der Muskulatur erforderlich. Es werden dann die Bandscheiben im Bereich der zu korrigierenden skoliotischen Abschnitte reseziert. Nach zunächst scharfer Excision des Anulus fibrosus

Entfernung des Nucleus pulposus sowie die knorpeligen Anteile der Wirbelkörperdeckplatten mit scharfen Küretten und mit dem Meißel. Besonders im dorsalen Anteil der Wirbelkörper müssen die vorstehenden Anteile der Randleisten mit dem scharfen Meißel entfernt werden, um eine möglichst große, plane und angefrischte Berührungsfläche zwischen den Wirbelkörpern zu erzielen. Es empfiehlt sich auch, konvexeits etwas mehr Wirbelkörper zu reseziieren als konkavseits. Nach cranial wird, um das auch anderenorts bekannte Ausreißen der oberen Endschraube zu verhindern, ein Wirbel oberhalb des Endwirbels mit in die Konstruktion einbezogen. Die Bandscheibe zwischen diesem Wirbel und dem Endwirbel des Spondylodesebezirks wird allerdings *nicht* reseziert. Die komprimierend korrigierenden Kräfte finden erst am zweiten Wirbel Anwendung.

Es werden dann die kraftübertragenden Winkelplatten auf den Wirbelkörperseitflächen möglichst weit nach dorsal mittels der in ihrer Länge vorher angemessenen Schrauben befestigt. Ein Gewindekompressionsstab aus dem Harrington-System wird mit der entsprechenden Anzahl von Muttern bestückt und in die vorgesehenen Schlitzlöcher der Schraubenköpfe eingelegt. Durch provisorisches Verspannen erfolgt provisorische Korrektur der durch die Bandscheibenresektion weitgehend mobilisierten Skoliose. Vor Durchführung der endgültigen Skoliosekorrektur mit Kompression der Wirbelkörper aufeinander wird nun mit Hilfe des Derotators die Derotation und Lordosierung der Skoliose, soweit möglich oder gewünscht, durchgeführt. Es ist dazu notwendig, daß der Derotator in der die Korrektur ausübenden Stellung durch den Assistenten gehalten wird (Abb. 5). Erst dann erfolgt die schrittweise Korrektur der skoliotischen Krümmung, beginnend von ihrem Scheitelpunkt. Gleichzeitig werden in die Zwischenwirbelräume Knochenspäne oder, zum besseren Aufrechterhalten einer Lordose, ventral auch komplette Rippenstückchen eingelegt.

Sind alle Wirbelkörper im zu korrigierenden Skolioseabschnitt fest aufeinandergepreßt, bleibt die mit dem Derotator vorher erzwungene Derotation und Lordosierung bestehen. Gelingt es nicht, den untersten Zwischenwirbelraum zu schließen, ist hier eine intersomatische Arthrodesis im Sinne einer Kippspanplastik (Abb. 6) durchzuführen.

Ergebnisse

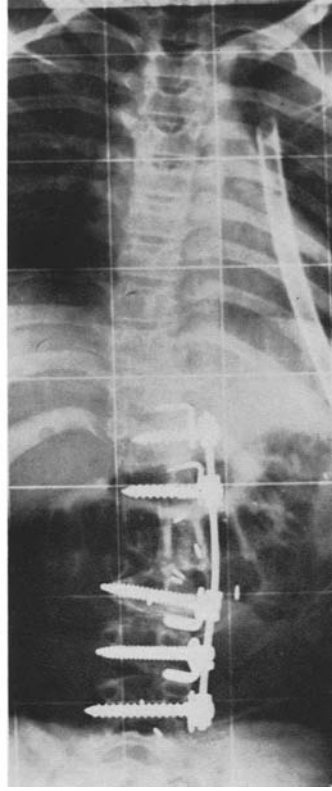
Das Verfahren wurde bisher an 26 mittelstarken, bis zu 108° messenden thorakalen, thorakolumbalen und lumbalen Skoliosen mit mehr oder weniger starker Rotation und z. T. deutlich kyphotischer Komponente angewandt. In einem Falle lag eine schwere Kyphose von 80° aufgrund einer keilförmigen, ventralen Defektbildung an Wirbelkörpern nach Anwendung von Röntgenstrahlen vor (Abb. 7). In einem weiteren Fall, der mit uns an der Orthopädischen Universitätsklinik in Mannheim (Direktor: Prof. Dr. G. Jentschura) operiert wurde, bestand ein fixierter erheblicher Beckenschiefstand bei einer dorsolumbalen poliomyelitischen Lähmungskyphoskoliose. Ein regelrechtes Sitzleben war unmöglich (Abb. 8). Die Harrington-Operation (P. D. Dr. Griss) in 2. Sitzung brachte zufriedenstellende Korrektur.

Von den bisher operierten 26 Fällen wurden 19 einer vorläufigen Auswertung unterzogen. Hinsichtlich der Lokalisation der korrigierten Krümmung gibt Tabelle 3 Auskunft.

Bei der Ausmessung der Skoliosewinkelgrade wurden Haupt- und obere Nebenkürmung vor der Operation im Stehen, auf gehaltenen Bending-Aufnahmen im Liegen, unmittelbar nach der Operation ebenfalls im Liegen, 6 und 12 Monate nach der Operation dann im Stehen gemessen (Tabellen 4 u. 5). Auch die kyphotische Komponente wurde vor und nach der Operation gemessen (Tabelle 6). Die Rotation wurde nach den Angaben von Moe prä- und postoperativ ausgewertet (Tabelle 7). Alle Angaben erfolgen hinsichtlich der Lokalisation getrennt.



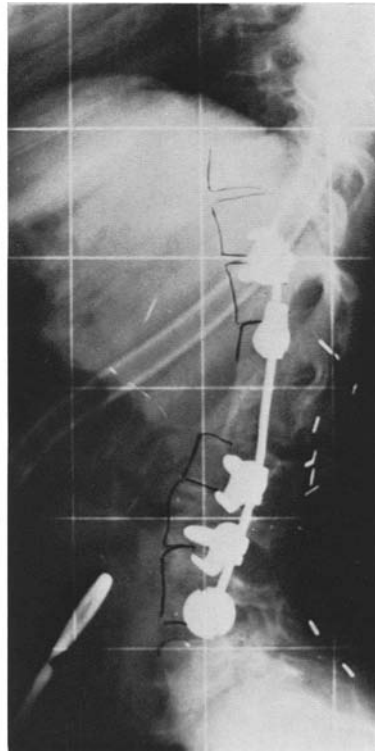
(a)



(b)



(c)



(d)

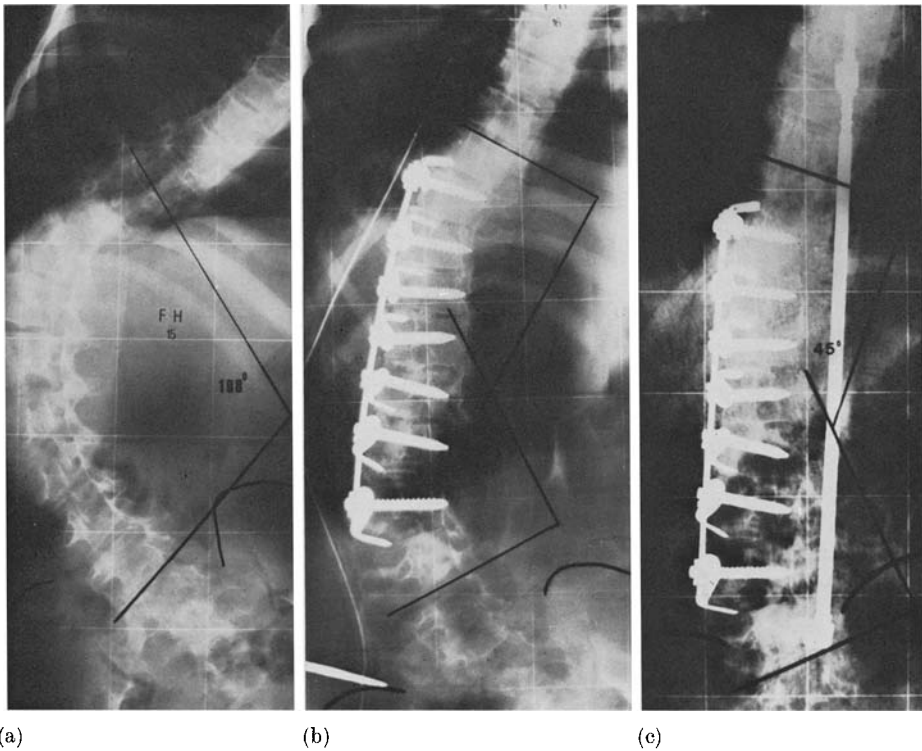


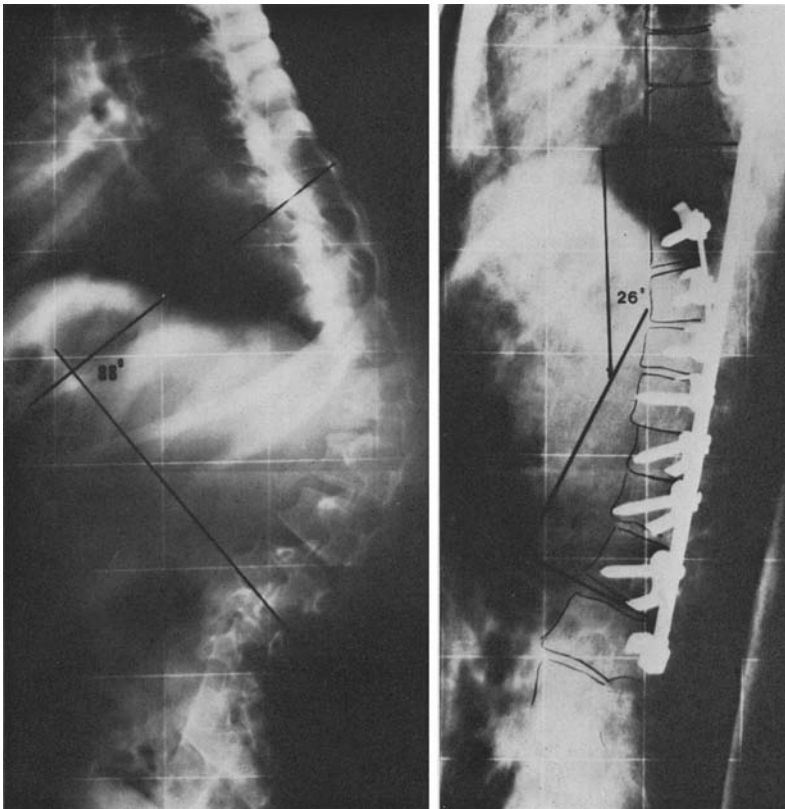
Abb. 8a—c. Furad H. 8° messende lumbale Kyphoskoliose mit Beckenschiefstand. Links Zustand vor VDS. Mitte Zustand nach Korrektur mit VDS-Implantaten. Rechts Zustand nach definitiver Korrektur unter Einbringung von Harrington-Implantaten

Die Gesamtdurchschnittskorrektur in Prozent ohne Berücksichtigung der Lokalisation gibt für die Hauptkrümmung Tabelle 8, für die Nebenkrümmung Tabelle 9, für die Kyphose Tabelle 10 und für die Rotation Tabelle 11 an.

Von dem hier ausgewählten Material von 19 Operationen wurden 12 Patienten mehr als 6 Monate verfolgt, 4 Patienten mehr als 1 Jahr. Die Ergebnisse hinsichtlich der Korrekturverhältnisse an Hauptkrümmung, Nebenkrümmung, Kyphose und Rotation stellt Tabelle 12 dar.

Abb. 7a u. b. Claudia B. Radiogene Kyphoskoliose mit Wirbeldefekt im Bereich L1. Links Skoliose mit Zustand vor Korrektur. Rechts Zustand nach Korrektur mit VDS-Implantaten

Abb. 7c u. d. Claudia B. Radiogene Kyphoskoliose mit Defektwirbel L1. Links kyphotische Komponente, Zustand vor der Operation. Rechts Zustand nach VDS-Operation — beachte die erzielte Lordosierung! Endkorrektur der Restkyphose erfolgte durch Harrington-Kompressionsstab mit dorsaler Fusion in zweiter Sitzung



(d)

(e)

Abb. 8d u. e. Furad H. Kyphotische Komponente einer der Lähmungskyphoskoliose. Links Zustand vor Korrektur. Rechts Zustand nach zusätzlicher Korrektur mit Harrington-Implantaten — VDS

Tabelle 3. Lokalisation

Dorsale	4
Dorsolumbale	5
Lumbale	10
	19

Komplikationen

Während der Entwicklungszeit des Instrumentariums kam es zu einigen Komplikationen, die durch Änderungen der Technik, des Instrumentariums und vor allem der Implantate behoben wurden. Insbesondere ist der zweimalige Ausriß einer oberen Schraube zu erwähnen. Einmal war die Rethorakotomie und die erneute Insertion der Schraube notwendig. Nachdem die oberen kürzeren Schrauben

Tabelle 4. Verhalten der Hauptkrümmung

Name	Lokalisation	Präop. u. Bending-Test	Postop.	Korrekturgewinn in		Korrektur- mittel in %	
				Grad	Prozent		
<i>lumbale</i>							
Th., Inge	D11—L4	45/10	0	45	100	91,5	
O., Liliane	D11—L4	68/12	0	68	100		
G., Sonja	D11—L4	50/21	7	48	86		
G., Claudia	D12—L4	50/11	0	50	100		
O., Dirk	D11—L4	50/10	—2	52	100		
B., Silke	D11—L3	58/16	4	54	93		
Ch., Sabine	D11—L3	60/20	0	60	100		
B., Ursula	D11—L4	57/22	0	57	100		
B., Peter	D11—L4	78/69	42	36	46		
Sch., Ursula	D11—L4	57/23 sehr starr	5	52	91		
<i>dorsolumbale</i>							
H., Margit	D 8—L3	96/53	10	86	89,5		77
E., Andrea	D10—L3	102/78	33	69	67,5		
B., Marion	D10—L3	88/55	16	72	82		
K., Birgit	D 7—L2	94/52	36	58	62		
F., Husuin	D10—L4	60/40	9	51	85		
<i>dorsale</i>							
F., Daniela	D 6—D12	97/60	35	62	64	80	
R., Elli	D 6—L2	60/21	2	58	96,5		
K., Doris	D 7—D12	67/33	4	63	94		
R., Ute	D 4—D12	70/38	23	47	67		

Tabelle 5. Verhalten der Nebenkrümmung

Name	Lokalisation	Präop. u. Bending-Test	Postop.	Korrekturgewinn in		Korrektur- mittel in %	
				Grad	Prozent		
Th., Inge	D6—D11	14/2	2	12	86	71	
O., Liliane	D1—D11	37/12	2	35	94,5		
G., Sonja	C 7—D9	Klippel-Feil-Syndrom					
G., Claudia	D6—D12	26/4	0	26	100		
O., Dirk	D3—D11	33/10	11 →4	29	88		
B., Silke	D6—D11	35/20	20	15	43		
Ch., Sabine	D6—D11	48/31	27 →20	28	58		
B., Ursula	D5—D11	54/17	32 →18	36	66,5		
B., Peter	D6—D11	44/30	28	16	36		
Sch., Ursula	D6—D10	34/16	11	23	67,5		
H., Margit	D2—D8	64/45	34	30	46,5		45
E., Andrea	D3—D10	71/56	50 →60	11	15		
B., Marion	D4—D10	53/50	36	17	32		
K., Birgit	D1—D7	49/35	20	29	59		
F., Husuin	D4—D10	55/25	14	41	74,5		
F., Daniela	D1—D6	58/52	42	16	27,5	52	
R., Elli	D2—D6	40/39	20	20	50		
K., Doris	D2—D7	32/26	8	24	75		
R., Ute	D12—L4	52/32	22	30	57,5		

Tabelle 6. Verhalten der Kyphose

Name	Lokalisation	Präop.	Postop.	Korrekturgewinn in		Korrektur- mittel in %
				Grad	Prozent	
Th., Inge	D12	25	0	25	100	104
O., Liliane		0	0	0	0	
G., Sonja	D10	12	2	10	83	
G., Claudia		0	0	0	0	
O., Dirk		0	0	0	0	
B., Silke	L1	6	-5	11	183	
Ch., Sabine		0	0	0	0	
B., Ursula		0	0	0	0	
B., Peter	L1	25	12	13	52	
Sch., Ursula		0	0	0	0	
H., Margit		0	0	0	0	
E., Andrea	D10	30	5	25	83	
B., Marion	D12	32	3	29	90,5	
K., Birgit		0	0	0	0	
F., Husuin	L2	62	20	42	67,5	
F., Daniela	D8	30	3	27	90	95
R., Elli		0	0	0	0	
K., Doris		0	0	0	0	
R., Ute	D11	27	0	27	100	

Tabelle 7. Verhalten der Rotation nach Moe

Name	Rotation präop.	Rotation postop.	Korrekturgewinn in		Bemerkungen	Korrektur in %
			Grad	Prozent		
Th., Inge	25	10	15	60		60
O., Liliane	40	10	30	75		
G., Sonja	30	20	10	33	nicht derotiert	
G., Claudia	30	15	15	50		
O., Dirk	40	0	40	100		
B., Silke	40	20	20	50	nur 5 Segmente	
Ch., Sabine	40	10	30	75		
B., Ursula	30	0	30	100		
B., Peter	45	40	5	11		
Sch., Ursula	45	25	20	44,5	nur 5 Segmente	
H., Margit	50	30	20	40	nicht derotiert	
E., Andrea	50	25	25	50		
B., Marion	90	30	60	66,5		76
K., Birgit	60	15	45	75		
F., Husuin	30	0	30	100		
F., Daniela	60	20	40	66,5		
R., Elli	30	0	30	100		
K., Doris	25	10	15	60		
R., Ute	25	5	20	80		

Tabelle 8. Hauptkrümmung

Lokalisation	Präop.	Bending	Postop.	Gewinn in Prozent	Gewinn im Mittel
Lumbal	52	21,5	5,5	91,5	82,5
Dorsolumbal	88	55,5	21	77	
Dorsal	73,5	38	16	80	

Tabelle 9. Nebenkrümmung

Lokalisation	Präop.	Bending	Postop.	Gewinn in Prozent	Gewinn im Mittel
Lumbal	36	16	11,5	71	56
Dorsolumbal	58,5	42	33	45	
Dorsal	45,5	37	23	52	

Tabelle 10. Kyphose

Lokalisation	Präop.	Bending	Postop.	Gewinn in Prozent	Gewinn im Mittel
Lumbal	17		3	104	93
Dorsolumbal	41,5		9,5	80,5	
Dorsal	28,5		3	27	

Tabelle 11. Rotation

Lokalisation	Präop.	Bending	Postop.	Gewinn in Prozent	Gewinn im Mittel
Lumbal	36,5		15	60	67
Dorsolumbal	56		20	66	
Dorsal	35		8,75	76	

Tabelle 12. Korrekturverluste im Durchschnitt und Konsolidierung

	6 Monate p.o. (13 Fälle)	12 Monate p.o. (6 Fälle)
Skoliose Hauptkrümmung	2,3°	4,0°
Kyphose	praktisch 0°	praktisch 0°
Rotation	ca. 3%	0%
Konsolidierung	11	5

mit einem tieferschneidenden Gewinde versehen wurden (Abb. 1), hat sich allein dadurch ein weitgehend besserer Halt dieser Schraube ergeben. Die Einbeziehung eines weiteren Wirbels *ohne* Resektion der Bandscheibe scheint heute die Lösung

zu sein, mit der sich das auch im Dwyer-Instrumentarium bekannte Ausreißen der oberen Schraube vermeiden läßt.

Aufgrund der zunächst gewählten, etwas weicheren Legierung der Implantate erfolgte in 2 Fällen das Aufbiegen der Winkelplatten. Dieser Fehler wurde nach Änderung der Materialzusätze nicht mehr beobachtet.

Klinische Komplikationen. Es wurde ein Chylothorax beobachtet, der 3 Wochen nach der Entfernung des Thoraxdrains und nach bereits erfolgter Entlassung der Patientin auftrat. Er wurde durch zweimalige Punktion behoben und ist nicht mehr aufgetreten. Darüber hinaus trat in 2 Fällen ein Hydropneumothorax auf, der möglicherweise auf vorzeitiges Entfernen des Thoraxdrains zurückzuführen war. Er konnte ebenfalls durch Abpunktion der serösen Flüssigkeit behoben werden.

Tiefe Infektionen wurden bisher nicht beobachtet. In 2 Fällen kam es am oberen hinteren Wundpol zu einer oberflächlichen Wunddehiscenz mit Heilung per secundam.

Hinsichtlich hämodynamischer Komplikationen kam es im ersten Fall zu einer Beckenvenenthrombose mit mehreren Mikroembolien. Seitdem ab 2. postoperativen Tag regelmäßig die Einstellung mit Anticoagulantien erfolgt, ist diese Komplikation nicht mehr aufgetreten.

Neurologische Komplikationen, die mechanisch durch direkte Traumatisierung des Rückenmarks oder durch Hypoxämie wegen der Unterbindung zahlreicher segmentärer Gefäße denkbar erscheinen, sind nicht aufgetreten. Die Möglichkeit der mechanischen Verletzung des Rückenmarks ist bei den ventralen Verfahren geringer als bei den dorsalen. Die Möglichkeit eines hypoxämischen Rückenmarkschadens, wie er für die dorsalen Methoden, insbesondere für das Verfahren nach Harrington, aufgrund der Distraction geradezu als klassisches Risiko bezeichnet werden muß, besteht ganz offenbar bei den ventralen Verfahren nicht — trotz der Unterbindung von sechs und mehr Segmentärgefäßen. Insbesondere von französischer Seite wurde in der letzten Zeit nach eingehenden angiographischen Studien betont, daß hypoxämische Schäden des Rückenmarks aufgrund der Unterbindung dieser Segmentärgefäße nicht zu befürchten sind, da eine ausreichende Anostomisierung für die Versorgung vorhanden sind. Nachdem wir anfänglich in zahlreichen Fällen mit Erfolg versuchten, die Segmentärgefäße zu schonen, unterbinden wir sie jetzt wieder regelmäßig. Der intraoperative Blutverlust ist bei dieser Art des Vorgehens geringer.

Als unerwünschte, aber harmlose neurologische Begleiterscheinung hat sich bis jetzt in fast allen 26 Fällen eine Symptomatik wie nach Sympathektomie eingestellt: Weitstellung der peripheren Gefäße an der konvexseitigen Extremität mit entsprechender Hyperthermie. In 2 Fällen klagten die Patienten über längerwährendes unangenehmes Schweregefühl und über Mißempfindungen im betroffenen Bein. Die Erscheinungen sind spätestens nach 12 Monaten rückläufig gewesen.

Als einzige schwerwiegendere neurologische Komplikation ist es bei einem 17jährigen Knaben zu einer Ejakulationsstörung gekommen — ganz offenbar aufgrund einer Beeinträchtigung des Plexus hypogastricus. Nach Möglichkeit sollte daher die Einbeziehung des 4. Lendenwirbelkörpers, insbesondere beim Mann, vermieden werden. Über eine ähnliche Beobachtung berichtet John Hall. In seinem

Falle hat sich, wie bei uns ebenfalls, diese Störung der Ejakulation 6 Monate nach der Operation spontan zurückgebildet.

Diskussion

Bei Abwägen der Vor- und Nachteile der verschiedenen für die Korrektur der Skoliose zur Verfügung stehenden Methoden wird zu erwägen sein, ob die erzielbaren Ergebnisse die Größe des Eingriffs und das damit verbundene Risiko rechtfertigen, ob gegebenenfalls sich bestimmte Anwendungsbereiche für die einzelnen Verfahren abgrenzen lassen oder ob generell einem der zur Verfügung stehenden Korrekturverfahren der Vorzug zu geben ist.

Es bedarf heute keiner Erwägung, daß das Operationsverfahren nach Harrington eine anerkannte Methode ist, die in der Hand des Erfahrenen auch ausgezeichnete Ergebnisse zu zeigen vermag. Auch wenn Winter davon spricht, daß der Blutverlust in der Hand eines guten Operateurs bei diesem Verfahren gering sein kann, so ist doch der durchschnittliche Blutverlust heute noch immer als hoch anzusehen. Entscheidend ist bei dem Verfahren nach Harrington jedoch das neurologische Risiko, über das von Mac Ewen und Zielke u. Pellin berichtet wurde. Es ist weniger die direkte Traumatisierung des Rückenmarks, das ja nur wenige Millimeter vom Operationsgebiet entfernt liegt, als vielmehr das in der Distraction liegende geradezu klassische Risiko einer medullären Schädigung. Erhält man als Gutachter Einblick in die Krankengeschichten von Patienten, bei der nach einer Distractionskorrektur eine partielle oder totale Paraparese auftrat, so wird in den meisten Fällen klar, daß es Insuffizienz in der postoperativen Überwachung, Unsicherheit in der postoperativen Beurteilung des Zustandsbildes, d. h. letzten Endes Mangel an Erfahrung waren, die den entscheidenden Faktor darstellten. Das große neurologische Risiko, welches mit knapp 1% beziffert wird, ist dennoch immerhin selten genug, als daß die Mehrzahl der Operateure in der Beurteilung eines solchen postoperativen paretischen Zustandes Erfahrung gewinnen kann. Diesem erhöhten Risiko steht in den „normalen“ Skoliosefällen bis 100° ohne kyphotische Komponente die relative technische Einfachheit des Verfahrens nach Harrington gegenüber. Allerdings bedingt die Distractionskorrektur einen verhältnismäßig ausgedehnten Spondylosenbezirk, nämlich zumindest von Neutralwirbel zu Neutralwirbel — wobei unter Neutralwirbel definitionsgemäß der Wirbel zu verstehen ist, der keine Rotation mehr aufweist (Salanova). Die durch das Harrington-Verfahren erzielbare Stabilität ist ausgezeichnet — unter der Voraussetzung der gleichzeitig ordnungsgemäßen Spondylodese auf beiden Seiten — und ausreichend, die Belastungen des täglichen Lebens aufzunehmen. Eine gezielte Beeinflussung kyphotischer Komponenten läßt sich in vielen Fällen durch die Anwendung des Kompressionssystems erreichen. In anderen Fällen beobachtet man jedoch oberhalb des Versteifungsbezirks, insbesondere dann, wenn die maximal mögliche Distraction ausgeübt wurde, eine Zunahme der Kyphose. Immerhin lassen sich thorakale und thorakolumbale Skoliosen sehr befriedigend mit dieser Methode korrigieren. Eine Einschränkung gilt für Lumbalskoliosen, bei denen darüber hinaus die physiologische Lordose durch die Distraction oft aufgehoben wird.

Die ventralen Verfahren scheinen dagegen zunächst den größeren Eingriff darzustellen. Die Brusthöhle ist zu eröffnen, in vielen Fällen ist es notwendig, das

Zwerchfell partiell oder teilweise abzutrennen und die Bauchblase nach vorn zu schieben. Das Operationstrauma erscheint also wesentlich gravierender. Dem steht die Erfahrung entgegen. Der Blutverlust — ganz offenbar eines der wesentlichen Ursachen für die oft sehr verzögerte Erholung nach Harrington-Operationen — ist bei den ventralen Verfahren wesentlich geringer. In der Regel kommt man mit 1—3 Konserven aus. Bei ordnungsgemäßigem Wundverschluß und richtig eingelegter Thoraxdrainage ist die Vitalkapazität bereits am Nachmittag des Operationstages oft größer als nach Harrington-Operationen. Die Erholungsphase der Patienten ist im allgemeinen problemlos, wenn eine ordnungsgemäße Überwachung gewährleistet ist. Das neurologische Risiko bei den zu diskutierenden Verfahren ist darüber hinaus ganz offenbar um vieles geringer. Onimus hat 1973 über eine Durchsicht der gesamten Weltliteratur berichtet. In 280 veröffentlichten Fällen konnte er lediglich ein flüchtiges Brown-Sequard-Syndrom feststellen. Weitere neurologische Komplikationen mit Ausnahme eines Querschnittfalles durch direkte Traumatisierung des Rückenmarks, von Dwyer selbst beschrieben, wurden nicht bekannt. Dahingegen besteht fast immer das Sympathektomie-syndrom und bei Knaben ein gewisses Risiko hinsichtlich der Sexualfunktion — insbesondere dann, wenn man gezwungen ist, den 4. Lendenwirbelkörper mit in die Spondylodese einzubeziehen.

Darüber hinaus haben die ventralen Verfahren den Vorteil einer besseren Korrektur für sich. Schließlich kann, nach den heutigen Erfahrungen an 26 Fällen, gesagt werden, daß die VDS bei ordnungsgemäßer Technik es ermöglicht, nicht nur eine größere postoperative Stabilität zu erzielen, sondern vor allem auch eine frühere Konsolidierung und damit auch Belastbarkeit. Wir sind der Meinung, daß es in der Regel möglich sein müßte, die Patienten nach 2—6 Monaten wieder in den Arbeitsprozeß einzugliedern. Dies steht in ganz krassem Gegensatz zu dem Verfahren nach Harrington oder anderen dorsalen Spondylodeseverfahren, wissen wir doch, daß die dorsale Fusionsmasse erst nach Ablauf von 2 postoperativen Jahren beginnt, corticalisähnliche Strukturen anzunehmen, damit seine Plastizität verliert und unveränderbare belastungsfähige Strukturen annimmt. Auch aus Gründen der Statik muß angenommen werden, daß eine möglichst voll auskorrigierte Wirbelsäule Belastungsanforderungen besser gewachsen ist als eine Restkrümmung, die bei schwierigen Skoliosefällen doch immerhin 50—100° betragen kann.

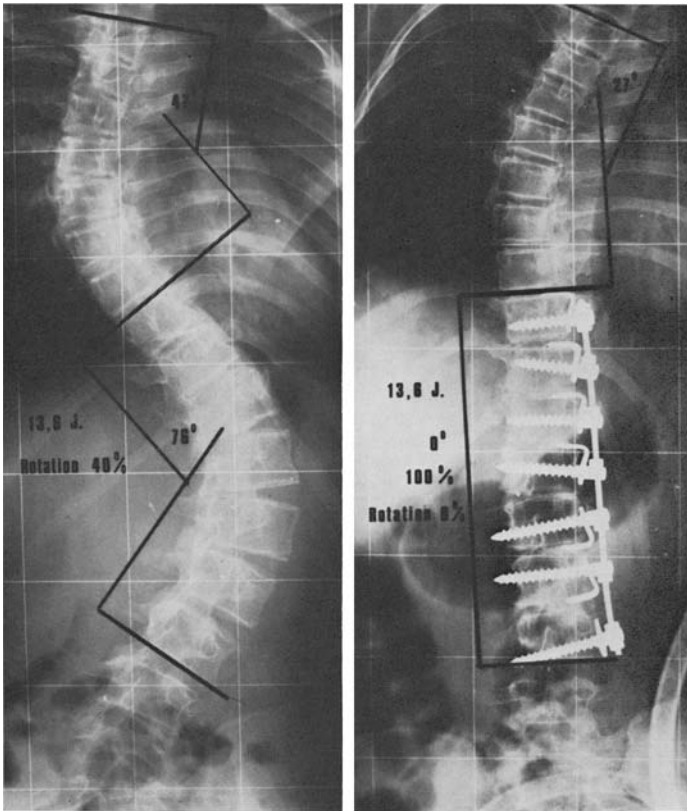
Die ventralen Verfahren haben darüber hinaus den Vorteil einer kürzeren Spondylodese-region. Dies ist teilweise technisch bedingt, denn es ist außerordentlich schwierig, von einem einzigen Zugang mehr als acht Segmente zu operieren. Es sind jedoch in besonders indizierten Fällen elf oder mehr Segmente nach der Methode von Dwyer versteift worden — allerdings unter Resektion mehrerer Rippen.

Ein Vorteil der Methode Harringtons, der durch die VDS nicht kompensiert werden kann, ist der, daß mit ihr auch schwierige Skoliosefälle und vor allem die schweren Kyphoskoliosefälle des Erwachsenen angegangen werden können — wenn auch unter erhöhtem Risiko. Hierüber haben Stagnara, Zielke und Pellin ausführlich berichtet. Da jedoch angenommen werden muß, daß in absehbarer Zukunft diese schweren Kyphoskoliosefälle kaum oder nur noch vereinzelt zur Operation kommen werden, muß dieser Punkt in der Diskussion vernachlässigt werden.

Indikation

Aufgrund des hier Ausgeführten scheint es hinsichtlich der Indikationsstellung klar, daß zunächst lumbale und dorsolumbale Skoliosen sich besonders günstig mit den ventralen Verfahren korrigieren lassen. Bei den thorakalen Skoliosen war hinsichtlich der Stabilität des Sitzes der Implantate bei dem Verfahren nach Dwyer Bedenken angezeigt. Im VDS-Verfahren scheinen diese Komplikationsmöglichkeiten behoben. Immerhin scheint auch bei den thorakalen Verfahren die Korrekturmöglichkeit besser zu sein als mit dem Harrington-Instrumentarium.

Ganz zweifellos sind die ventralen Verfahren dort absolut indiziert, wo eine dorsale Einbringung der Harrington-Implantate nicht ermöglicht ist, d. h. bei allen Fällen mit Myelodysplasie, Bogenschlußstörungen usw. Den Vorzug wird man den ventralen Verfahren auch dann zu geben haben, wenn kongenitale Veränderungen in irgendwelchen Bereichen der Wirbelsäule befürchten lassen, daß eine Distrak-



(a)

(b)

Abb. 9a u. b. Heike W. Primäre Lumbalskoliose von 76°. Links: Zustand vor der Operation. Rechts: Nach der Operation mit VDS. Derotation präoperativ 40%. Derotation — beachte die Bogenwurzelabgänge — rund 100%. Bereits postoperativ spontane Aufrichtung der Nebenkrümmung

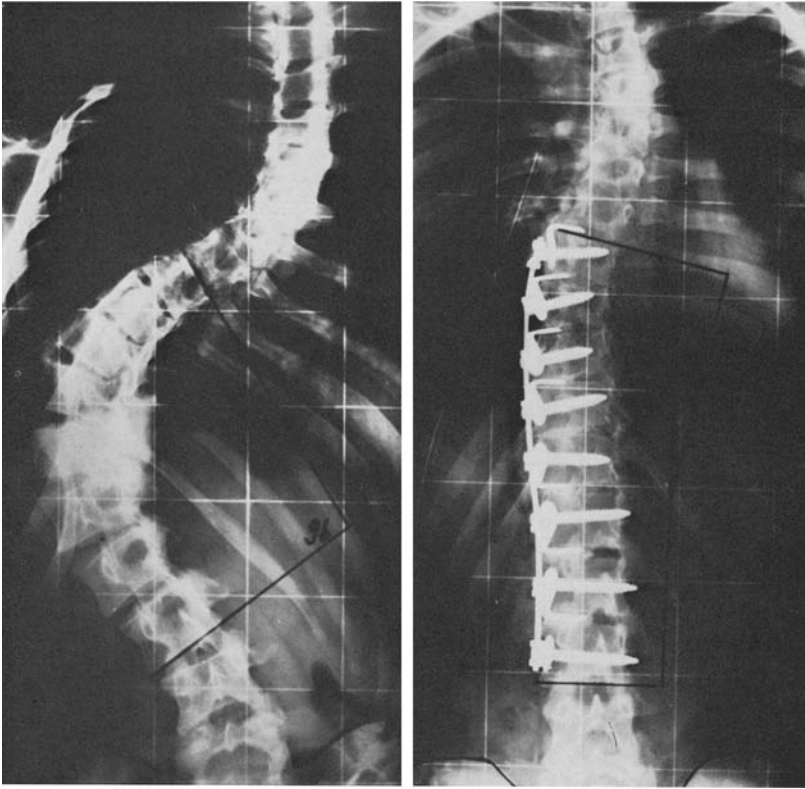


Abb. 10. Monika H. 96° messende Skoliose mit 50% Rotation. Links Zustand vor der Operation. Rechts Zustand nach Korrektur mit VDS-Implantaten ohne Anwendung des Derotators. Rotation praktisch wie präoperativ

tionskorrektur von vorneherein durch evtl. vorliegende Mißbildungen des Rückenmarks von erhöhtem Risiko begleitet ist. Auch eine Myelographie schließt hier nicht immer mit letzter Sicherheit das Risiko aus. Beim Beckenschiefstand (Bassin oblique) ist der Methode der Vorzug zu geben, welche die bestmögliche Korrektur erzielt. Auch hier muß also den ventralen Verfahren zweifellos der Vorzug gegeben werden.

Hinsichtlich des Vergleichs der beiden ventralen Verfahren möchten wir nach den bisher gewonnenen Erfahrungen der VDS Vorteile gegenüber der Methode von Dwyer zusprechen. Zweifellos bringt auch die Operation nach Dwyer eine gewisse Derotation mit sich, so wie man sie im Rahmen der Skoliosekorrektur auch bei distrahierenden Verfahren erkennen kann und so wie man sie u. U. bei der Anwendung redressierend/derotierender Gipse erzielt. Die von uns mit der VDS erzielte Derotation scheint jedoch über den üblichen Begleiteffekt hinauszugehen. Wir haben Fälle, bei denen die Anwendung des Derotators gut möglich war und die sich voll derotieren ließen (Abb. 9). Wir haben vergleichsweise Fälle, bei denen der Derotator aus äußeren Gründen nicht angewandt wurde und die praktisch keine Derotation aufwiesen (Abb. 10). Natürlich mag man diskutieren,

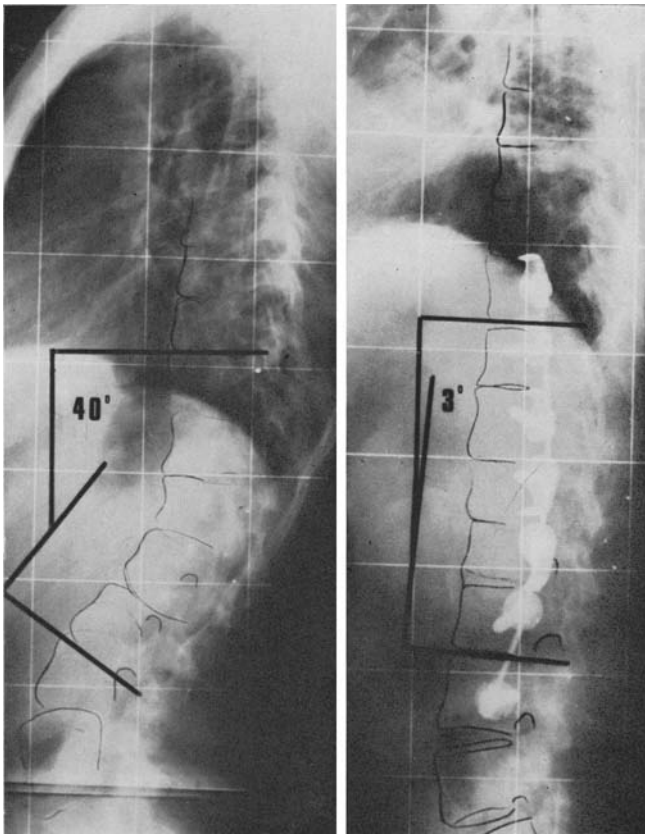


Abb. 11. Marion B. Kyphotische Komponente einer erheblichen Lumbalskoliose. Die VDS-Operation praktisch voll auskorrigierbar

ob man unbedingt volle Derotation erzielen muß. Immerhin sollte jedoch bedacht werden, daß die Derotation die Wirbelkörper an die Stelle bringt, an der sie ihre physiologische-statische Funktion voll ausüben können.

Die VDS bietet darüber hinaus den Vorteil der dosierbaren Lordosierungsmöglichkeit (Abb. 7, 8, 11). Diese Korrekturkomponente erscheint uns noch wesentlicher als die Möglichkeit der Derotation, und hier scheint uns auch der ganz besondere Vorteil gegenüber dem Dwyer-Verfahren zu liegen — hat doch dieses eine fast nicht vermeidbare kyphosierende Komponente. Gerade bei der Anwendung der ventralen Verfahren im Bereich der dorsolumbalen und lumbalen Skoliosen ist dabei das Hervorrufen einer Kyphose ein statisch außerordentlich ungünstiger Effekt.

Darüber hinaus sehen wir — trotz vielleicht etwas schwierigerer Operationstechnik — in dem Verfahren der VDS eine erhöhte Stabilität, die es tatsächlich ermöglicht, sukzessive vom Scheitelpunkt die Skoliose Schritt für Schritt zu korrigieren und nachzukorrigieren. Die beim Verfahren nach Dwyer zwischen zwei Segmenten gesetzte Korrektur ist endgültig. Kabelbrüche am Klemmpunkt der

Schraubenköpfe sind bekannt. Die zur Korrektur anwendbaren Kräfte entsprechen kaum denjenigen, die das VDS-Verfahren mit seiner allerdings etwas mühseligen Verschraubung bietet. Genauere Untersuchung über die möglichen Kraftanwendungen sind an der Technischen Hochschule in Ulm in Vorbereitung und einer weiteren Studie vorbehalten.

Bei der gegebenenfalls notwendigen Entfernung der Implantate gibt es bei der VDS keinerlei Schwierigkeiten. Die Entfernung der Dwyer-Implantate dürfte dahingegen, allein durch das Verkleben des Kabels in den Schraubenköpfen, schwierig werden, da die Schrauben mit einem Schraubenzieher nicht mehr ohne weiteres entfernt werden können.

Schlußfolgerung

Nach unseren bisherigen Erfahrungen an 26 Fällen sind wir geneigt, die Indikation für die Anwendung ventraler operativer Korrekturverfahren weiterzustellen. Nach den oben genannten klassischen Indikationen, d. h. bei dorsolumbalen und lumbar-lumbalen Skoliosen bis zu 100° , insbesondere bei solchen mit Myelodysplasie, sind wir heute, entsprechende vorher nachgewiesene Korrigierbarkeit der Nebenkrümmung vorausgesetzt, auch bereit, den überwiegenden Anteil der thorakalen Skoliosen bis zu 100° mit diesem Verfahren zu operieren. Ganz besonders fällt auch ins Gewicht der subjektive Eindruck der Patienten, die auf einer Spezialabteilung natürlich selbst den Vergleich haben, ihre eigene Schlußfolgerung ziehen und in der Regel spontan nach dem ventralen Verfahren operiert zu werden wünschen. Entscheidend ist für uns jedoch nicht die erzielbare bessere Korrektur, sondern das verminderte neurologische Risiko im allgemeinen bzw. das verminderte Querschnittsrisiko im speziellen.

Literatur

- Beaujean, F.: Correction. Dérotation. Spondylodèse Intersomatique. Nouveaux Implants, Dans le Traitement Chirurgical des Scolioses, par voie antérieure. Résultats précoces à propos d'une petite série. Thèse pour le Doctorat en Médecine, Marseille 1976
- Bergoin, M., Allal, M., Maurel, R.: Opération de Dwyer dans le traitement chirurgical des scolioses. Encyclopédie Médico-Chirurgicale. Techn. chirurg. **44**, 196 (1976)
- Bergoin, M., Allal, M., Maurel, R., Homung, H.: Intérêt de l'opération de Dwyer dans le traitement chirurgical des scolioses lombaires graves de l'enfant et de l'adolescent. Médit. Méd. **83**, 29—42 (1975)
- Bowed, Ch., Brown, J. C., Books, H. L.: Anterior spine fusion with Dwyer instrumentation for lumbar scoliosis in cerebral palsy. J. Bone Jt Surg. **55-A**, 425 (1973)
- Dwyer, A. F.: An anterior approach to scoliosis. J. West. Pac. orthop. Ass. **6**, 63—96 (1969)
- Dwyer, A. F.: Experience of anterior correction of scoliosis. Clin. Orthop. Rel. Res. **93**, 191—206 (1973a)
- Dwyer, A. F.: Persönliche Mitteilungen 1973
- Dwyer, A. F., Newton, N. C., Sherwood, A. A.: An anterior approach to scoliosis. Clin. Orthop. Rel. Res. **62**, 192—202 (1969)
- Dwyer, A. F., Schafer, M. F.: Anterior approach to scoliosis. Results of treatment in fifty-one cases. J. Bone Jt Surg. **56**, 218—224 (1974)
- Hall, J. E.: The anterior approach to spinal deformities. Orthop. Clin. N. Amer. **3**, 81—98 (1972)

- Hall, J. E., Spira, J. S.: Dwyer Anterior Instrumentation and Interbody Fusion of the Spine Management of Scoliosis. Preliminary Report. 6. Ann. Meet. Am. Scol. Res. Soc. 1971. Ref. J. Bone Jt Surg. **54-A**, 201 (1972)
- Harrington, P. R.: Treatment of scoliosis correction and internal fixation by spine instrumentation. J. Bone Jt Surg. **44-A**, 591—610 (1962)
- Harrington, P. R., Dickson, J. H.: An eleven year clinical investigation of Harrington instrumentation. A preliminary report on 578 cases. Clin. Orthop. Rel. Res. (1973)
- Henke, G.: Die operative Skoliosekorrektur nach Dwyer. Orthop. Praxis **11**, 747—751 (1975)
- Hodgson, A. R.: Correction of fixed spinal curves. J. Bone Jt Surg. **47-A**, 1221—1227 (1965)
- Kohler, R.: Traitement chirurgical de la scoliose, par l'opération de Dwyer. (A propos d'une série de 50 cas.) Thèse, Lyon, Université Claude Bernard 1976
- May, V., Mauck, W.: Exploration of the spine following spinal fusion in the treatment of scoliosis. J. Bone Jt Surg. **48-A**, 1449—1450 (1966)
- Michel, C. R., Onimus, M.: Une nouvelle technique dans le traitement chirurgical des scolioses par abord antérieur du rachis: l'opération de Dwyer. Lyon chir. **69**, 146—149 (1973)
- Onimus, M.: The Dwyer operation. Indication and results. Belgrad. Vortrag Symposium on Kyphosis and Scoliosis 1975
- Pellin, B., Zielke, K.: Scolioses sévères de l'adulte et du grand adolescent. 41 cas opérés. Rev. Chir. orthop. **60**, 623—633 (1974)
- Pouliquen, J. C., Rigault, P., Guyonvarch, G., Judet, R.: Correction chirurgicale des scolioses. Technique du redressement antérieur par plaque. Nouv. Presse Méd. **4**, 1489—1491 (1975)
- Salanova, C.: Faut-il conserver l'opération de Harrington? Rev. Chir. orthop. **59**, 169—188 (1973)
- Sacks, S.: Anterior interbody fusion of the lumbar spine. Indications and results in 200 cases. Clin. Orthop. Rel. Res. **44**, 129—140 (1966)
- Tagmouti, F.: L'opération de Dwyer dans le traitement chirurgical des scolioses. A propos de 15 observations. Thèse, Lyon 1974
- Wittek: Operative Behandlung der Skoliose. Verh. dtsh. Ges. orthop. Chir. **18**, 226—235 (1923)
- Zielke, K., Pellin, B.: Complementary new instruments and implants for the Harrington system. Vortrag. Belgrad. Symposium on Kyphosis and Scoliosis Mai 1975
- Zielke, K., Pellin, B.: Ergebnisse operativer Skoliosen- und Kyphosenbehandlung beim Adoleszenten über 18 Jahre und beim Erwachsenen. Z. Orthop. **113**, 157—174 (1975)
- Zielke, K., Pellin, B.: Weiterentwicklung an Instrument und Implantaten zur operativen Behandlung der Skoliose. Vortrag. Tübingen DGOT-Kongreß September 1975
- Zielke, K., Pellin, B.: Das neurologische Risiko der Harrington-Operation. Arch. orthop. Unfall-Chir. **83**, 311—322 (1975d)
- Zielke, K., Stunkat, R., Delatte, F., Beaujean, F.: Traitement des scolioses par spondylodese par voie antérieure avec l'instrumentation de dérotation et de lordosation (VDS). Vortrag St. Étienne. Réunion annuelle de la Groupe d'étude de la Scoliose Februar 1976
- Zielke, K., Stunkat, R., Duquesne, J., Beaujean, F.: Ventrale Derotationsspondylodese. Orthop. Praxis **11**, 562—569 (1975)

Eingegangen am 12. Juni 1976