

Spondylolyse und Spondylolisthese:
Pathologie, Pathogenese, Inzidenz,
Prävalenz, betroffene Segmente und ärztliche
Therapie, aus Sicht eines Physiotherapeuten.

Markus Norys

2005

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Pathologie
3. Pathogenese
4. Röntgendiagnostik, Differentialdiagnostik
5. Inzidenz
6. Prävalenz
7. betroffene Segmente
8. ärztliche Therapie
 - a) allgemein
 - b) präoperative Symptomatik
 - c) Operationsarten
 - d) Ergebnisse der operativen Therapie
9. Diskussion in Bezug auf Physiotherapie und auf unsere Studie „Hypomobilität bei Spondylolisthesis“
10. Literaturverzeichnis

1. Einleitung:

Im Rahmen unserer OMT – Ausbildung (internationale Anerkennung für Manuelle Therapie) kam uns die Idee eine gemeinsame Studie über die physiotherapeutische Behandlung von Patienten mit Spondylolisthesis durchzuführen. Ausgangspunkt war die Aussage von Gunner Leivseth, dass er keine Studien kenne, die belegen, dass eine Spondylolisthesis biomechanisch eine Hypermobilität bzw. Instabilitäten bewirkt. Er kenne aber Arbeiten die belegen, dass eine Spondylolisthesis mit Hypomobilität einhergehen kann. Daher unsere Annahme, physiotherapeutische Maßnahmen mit mobilisierenden Techniken könnten schmerzlindernd und somit sinnvoller sein als ein operativer Eingriff.

Im Rahmen unserer gemeinsamen Arbeit entstanden darüber hinaus zusätzliche fachliche Fragen, die es im Vorfeld zu klären galt.

Nach einer Literaturrecherche habe ich folgende Themen bezüglich der Spondylolisthesis abgehandelt:

- a. Pathologie
- b. Pathogenese
- c. Inzidenz
- d. Prävalenz
- e. Betroffene Segmente
- f. Ärztliche Therapie
- g. Diskussion einer Literaturstudie in Bezug auf Physiotherapie und auf die von uns gemeinsam durchzuführende Studie.

Bei der Literaturrecherche auf der Homepage der Uni München (LMU), bin ich mit folgenden Suchbegriffen: SL, Inzidenz / SL, Prävalenz / SL ärztliche Therapie mit 4 Dissertationsarbeiten fündig geworden. Zudem hatte ich das Glück eine Bekannte zu haben, die in der Uni arbeitet. Sie konnte mir diese Arbeiten besorgen und ich habe mich hauptsächlich mit diesen 4 Dissertationen auseinander gesetzt. Insbesondere gab mir die sehr umfangreiche Arbeit von Burmeister zum Thema Inzidenz, Prävalenz und betroffene Segmente der SL einen sehr guten Überblick.

2. Pathologie:

Es gibt verschiedene Ansätze die Pathologie der SL zu erklären und zu klassifizieren. Zunächst stelle ich die Einteilung nach Burmeister vor:

Spondylolistheseinteilung:

1. „echte“ Spondylolisthesis:

Durch einen Spalt im Gelenkfortsatz des Wirbelbogens (=Spondylolyse einseitig oder beide Seiten) verliert der Wirbelkörper seinen Halt und gleitet mit der darüber liegenden Wirbelsäule nach ventral (Koneremann und Kolb 1988). Hierbei handelt es sich um ein Vorwärtsgleiten der vorderen Partie des Wirbelknochens, bestehend aus dem Wirbelkörper, den Bogenwurzeln, den Querfortsätzen und den beiden kranialen Gelenkfortsätzen.

2. artikuläre Spondylolisthesis:

Hier kommt es aufgrund einer Missbildung der Wirbelbogengelenke zu einem Vorwärtsgleiten des ganzen Wirbels.

3. Pseudospondylolisthesis:

Hier kommt es aufgrund einer Arthrose der Wirbelbogengelenke oder einer Osteochondrose der Zwischenwirbelscheibe zu einem Vorwärtsgleiten des ganzen Wirbels.

4. Luxationsfraktur:

Hierbei kommt es aufgrund eines Knochenbruchs, der zumeist an den Wirbelbogengelenken sitzt , zu einem Vorwärtsgleiten des ganzen Wirbels oder eines Wirbelbogenabschnittes.

5. Spondylolisthesen seltener Ätiologie:

Hierunter ordnet Taillart sowohl die Gleitprozesse nach ventral ein , die auf eine Kontinuitätstrennung im Wirbelbogen ventral des Isthmus zurückgehen, als auch die Gleitfälle, die auf einer totalen oder partiellen Zerstörung des Wirbelbogens durch einen infektiösen oder geschwulstigen Prozeß beruhen.

(Burmeister 1997)

Es folgt die Einteilung der Spondylolyse nach Wiltse:

Typ A :

Spondylolyse aufgrund einer Ermüdungsfraktur

Typ B :

Spondylolyse aufgrund von wiederholten Ermüdungsfrakturen, die mit einer Verlängerung des Isthmus ohne Unterbrechung geheilt sind.

Typ C:

Spondylolyse aufgrund von traumatischen Frakturen der Interartikularportionen

(Wiltse et al. 1976)

Zur Vervollständigung folgt die Stadieneinteilung nach Meyerding:

In Abhängigkeit des Ausmaßes des Wirbelkörpergleitens in Relation zur Deckplatte des darunter liegenden Wirbels beschrieb der Holländer Meyerding eine Gradeinteilung in vier Stufen, die bis heute Gültigkeit hat:

- a. Gleiten bis zu einem Viertel
- b. Gleiten bis zur Hälfte
- c. Gleiten bis zu drei Viertel
- d. Gleiten über drei Viertel bis zur Spondyloptose

(Meyerding 1932)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Stadieneinteilung nach Meyerding die am weitesten Verbreitete ist. Dabei darf die Einteilung nach Burmeister und Wiltse nicht außer Acht gelassen werden, um Besonderheiten der SL nicht zu übersehen.

3. Pathogenese:

Folgende Ausführung ist im Fachbuch für Orthopädie bei Krämer u. Grifka bezüglich Pathogenese zu lesen:

„Disposition und mechanische Überbeanspruchung z.B. durch Hohlkreuzbelastung im Sport im Wachstumsalter führen zu einer Umbauzone im Zwischengelenkstück. Dieser Umbau findet am häufigsten in den Wirbelbögen der durch die lordotische Einstellung stark beanspruchten unteren LWS statt. Bei der Geburt ist die Spondylolyse noch nicht vorhanden. Der Gleitvorgang beginnt in der Mehrzahl der Fälle zwischen dem 12. und 17. Lebensjahr. Das Ausmaß der Dislokation bleibt bis auf Ausnahmefälle nach Abschluss des Wachstums konstant“ (Krämer, Grifka,

2005). Es fehlen im Buch von Krämer und Grifka leider jegliche Quellenangaben bzw. evidenzbasierten Ergebnisse von Forschungsarbeiten über diese Ausführung. Man unterscheidet 4 verschiedenen Schweregrade (1-4) der Spondylolisthesis. Das totale Abrutschen eines Wirbelkörpers über die Vorderkante des kaudal folgenden Wirbels wird als Spondyloptose bezeichnet.

Die meisten Patienten haben keine Beschwerden, da die Dislokation der Wirbelkörper langsam vonstatten geht und die angrenzenden Nerven somit Zeit zur Adaptation haben. Einseitige Spondylolysen gehen häufig mit Rückenschmerzen einher, behaupten Krämer und Grifka. Sie führen weiter aus, dass Beschwerden häufig bei degenerativer Lockerung der betroffenen Bandscheibe auftreten. Diese äußern sich durch hartnäckige Rückenschmerzen, die sich bei Reklination verstärken.(Krämer/Grifka, 2005)

Ein Bruch des Wirbelbogens im Pars interarticularis, d.h. im Bereich zwischen dem Processus articularis superior und dem Processus articularis inferior, ist nicht angeboren, sondern wird erworben. (Suezewa, Jacob 1981)

Suezewa und Jacob glauben nachgewiesen zu haben, dass eine parallel zu den Endplatten der Wirbelkörper wirkende Scherkraft den Wirbelbogen im Bereich des Pediculus arcus vertebrae brechen kann, jedoch nicht im Pars interarticularis. Zudem behaupten Sie, dass eine maximale Extension in Kombination mit hoher axialer Belastung der LWS zum Bruch im Pars interarticularis führt. Bei maximaler Extension kann es zu knöchernem Kontakt zwischen dem Processus articularis inferior und dem darunter liegenden Wirbel kommen. Dadurch verlagert sich der Drehpunkt des Segments vom Zentrum der Bandscheibe an den Punkt des knöchernen Kontaktes. Im vorderen Längsband und ventralen Teil der Bandscheibe entsteht Zugspannung, im Punkt des Kontaktes wird reaktiv eine hohe Druckkraft übertragen. Der Wirbelbogen bricht dann unter der Biegebelastung (Suezewa, Jacob 1981/orth.Biomechanik: Brinkmann,Frobin, Leivseth,2000).

Andere Autoren behaupten, dass das Bruchrisiko im Pars interarticularis bei Personen, die extreme sportliche Disziplinen wie Gymnastik, Hochsprung oder Stabhochsprung ausüben, erheblich höher ist als in der Normalbevölkerung (Blackburne 1989/orht.Biomechanik: Brinkmann Frobin, Leivseth,2000).

Das Bruchrisiko wird wahrscheinlich vornehmlich in jugendlichem Alter erworben. Ob es sich bei dem Bruch um die Folge einer einmaligen Überlastung oder um einen Ermüdungsbruch handelt, kann retrospektiv nicht unterschieden werden.

(Orth.Biomechanik: Brinckmann, Frobin, Leivseth,2000).

Entsprechend der mechanische Genesen ereignen sich Spondylolysen im Sinne von Ermüdungsbrüchen häufiger bei repetitiven Hyperlordosierungen und Rotationen der LWS. Obwohl die Spondylolyse zu den häufigsten Diagnosen bei lumbalen Rückenschmerzen während des pubertären Wachstumsschubes gehört, sind dennoch nur wenige Träger einer Spondylolyse jemals symptomatisch.(Halser C., Dick W. S.78-87)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Ursache und Entstehung der SL seit über 100 Jahren Anlass zu heftig geführten Diskussionen ist. Im Laufe der Zeit haben sich vier Theorien etabliert:

- 1) Ein angeborener Defekt der Ossifikation des Wirbelbogens ist hiernach Ursache für die Spaltbildung der Pars interarticularis (kongenitale Theorie).
- 2) Ausgehend von einem einmaligen, schweren Trauma, wurden in einigen Fällen Spondylolysen und Spondylolisthesen gefunden (traumatische Theorie).

- 3) Ein dysplastischer Wirbelbogen ist Ausgangspunkt der Spondylolyseentstehung (dysplastische Theorie).
- 4) Der heutigen Auffassung der SL- Entstehung kommt die trophostatische Theorie am Nächsten: die Spondylolyse wird als Überlastungsschaden, als Ermüdungsbruch bzw. als schleichende Fraktur der Interartikularportion gedeutet (Suezawa 1981a).

4. Röntgendiagnostik, Differentialdiagnostik:

Um den Überblick über die SL abzurunden, folgen hier noch ein paar kurze Anmerkungen zur Diagnostik.

Röntgendiagnostik:

In der A.P. Aufnahme finden sich feine Aufhellungslinien dicht unterhalb der Bogenwurzelovale. Durch Projektion des 5. Lendenwirbelkörpers auf das Sakrum entsteht das Bild des umgekehrten Napoleonhutes. Die Spalten im Zwischengelenkstück sind am besten auf den Schrägaufnahmen zu erkennen (Krämer, Grifka 2005).

Differentialdiagnose:

Pseudospondylolisthesis. Degeneratives Wirbelgleiten. Auch durch Bandscheibenlockerung können sich Wirbel gegeneinander verschieben, insbesondere bei älteren Menschen (Beginn nach dem 50.-60 Lebensjahr). Hierbei bleibt der Wirbelbogen intakt und das Abrutschen des Wirbelkörpers auf der darunter liegenden Bandscheibe findet nur bis Grad 2 statt.

Häufig bestehen keine Symptome (kompensiertes Wirbelgleiten). Bei Dekompensation bestehen Rückenschmerzen und beidseitige Ausstrahlung in die Extremitäten. Am häufigsten ist der lat. Rezessus der Nervenwurzel L4/5 und S1 betroffen. Signifikantester Unterschied zur echten SL : Das Zwischengelenkstück zeigt bei den Schrägaufnahmen keinen Spalt (Krämer, Grifka 2005).

Zippel behauptet, dass die degenerative Spondylolisthesis meist jenseits des 40. Lebensjahres durch Zerrüttung der Bandscheibe entsteht, bevorzugt am vierten Lendenwirbelkörper (Zippel 1980).

Es bleibt aber anzumerken, dass kein signifikanter Unterschied in der dorsoventralen Verschiebung zwischen Bewegungssegmenten mit höhengeminderten und nicht höhengeminderten Bandscheiben besteht. Eine Retrolisthesisposition des cranialen gegenüber dem caudalen Wirbelkörper in Segmenten mit höhengeminderten Bandscheiben kann nicht nachgewiesen werden (Hake, Frobin, Brinkman und Biggemann 2002).

Feststeht, dass es eine Pseudospondylolisthesis gibt, die wahrscheinlich durch degeneratives Wirbelgleiten hervorgerufen wird. Die Ursache hierfür konnte noch nicht nachgewiesen werden.

5. Inzidenz:

Für die physiotherapeutische Behandlung ist es wichtig zu wissen, wann es, in Bezug auf die Gesamtpopulation, zu einer SL kommt. Der Zeitpunkt des Auftretens einer SL muss nicht mit Schmerzen verbunden sein. Entscheidend ist, in welchem Altersbereich des Patienten es zu den charakteristischen biomechanischen Vorgängen kommt, die zu einer SL führen.

In der Literatur gibt es hierzu unterschiedliche Angaben: größtenteils findet eine SL im Kindes, Jugendalter und im Erwachsenenalter bis ca. 20 Jahre statt:

Die Spalten in der Interartikularportion entwickeln sich zwischen Geburt und dem 10. Lebensjahr und treten dann durchschnittlich zu 5-7 % auf (Exner, 1958, S. 90; Langendorff, 1953, S.548, Schmorl und Junghanns, 1968, S. 423). Die Häufigkeit der Spondylolyse nimmt zwischen dem 20. und 80. Lebensjahr nicht zu. Der häufigste Zeitpunkt des Abgleitens liegt vor dem 20. Lebensjahr, sehr wahrscheinlich sogar vor dem 10. Lebensjahr (Brocher, 1951, S.31, 1950, S. 724). Es gibt Literaturquellen, die nachwiesen, dass eine Spondylolisthesis am häufigsten zwischen dem 40. und 50 Lebensjahr gefunden wird (Schinz, 1952, S. 1442). Untersuchungen bei 1700 Patienten zeigten, dass die Umbauveränderungen im Sinne der „Looslerschen Umbauzonen“, die der Autor als Vorstufen der Spondyllysen ansieht, häufiger vor dem 20 Lebensjahr, dagegen die Lösung in den Zwischengelenkstücken häufiger nach dem 20 Lebensjahr festzustellen sind (Regensburger, 1937, S. 695). In einer weiteren Studie wurden systematisch 1000 Kinder im Alter zwischen 0 und 12 Jahren, sowie 136 Todgeburten untersucht. Bei den Totgeburten fand man kein einziges Mal eine typische Spaltbildung. Bei den 1000 untersuchten Kindern fand man in 17 Fällen eine Spondylolyse, in fast allen Fällen kombiniert mit einer Spondylolisthesis. Dabei fiel auf, dass beides schon in der Altersgruppe von 0-6 Jahren (500 Kinder) 9 mal auftrat (1,8 %) . In der Altersgruppe von 6-12 Jahren (500 Kinder) fand man eine Häufigkeit von 1,6 %. Der Durchschnitt lag demnach bei 1,7 % (Pfeil, 1971, S. 18). Fredrickson et al. konnten bei der radiologischen Untersuchung von 500 Neugeborenen keinen Fall eines „pars interarticularis Defektes“ nachweisen (Fredrickson et al. , 1984, S.703). In einer weiteren Studie untersuchten sie prospektiv 500 Schulkinder und verfolgten ihre Entwicklung bis ins Erwachsenenalter. Dabei fanden sie bei 4,4 % der 6 jährigen eine Spondylolyse. Im Alter von 12 Jahren betrug die Häufigkeit 5,2 % und steigerte sich auf 5,6 % im Alter von 14 Jahren um im Erwachsenenalter 6,0 % zu erreichen (Fredrickson et al. 1984, S701). (Stefan Burmeister, Diss. S. 17)

Bezüglich der therapeutischen Optionen ist es wichtig festzuhalten, dass nahezu 90 % aller SL im Erwachsenenalter asymptomatisch bleiben (Suezewa 1981). Es ist „therapeutischer Unfug“ selbst eine hochgradige, aber stabilisierte, schmerz - und symptomfreie SL zu behandeln (Zippel 1980).

6. Prävalenz:

In der Gesamtbevölkerung wird die prozentuale Häufigkeit des Vorliegens einer SL auf 2 (Cotta 1982) bis 6 % (Krämer/Grifka 2004) geschätzt.

Der Anteil der einseitigen Lysen an der Gesamtzahl der Spondylolysen wird in der Literatur bei ca. 25 % angegeben (Moreton, 1966, S.673, Willis, 1937, S.746).

Bei Angehörigen anderer Bevölkerungsgruppen, wie z.B. den Inuiten (Selbstbezeichnung der Eskimos), kann der Anteil der Spondylolysen deutlich höher liegen. Willis weist allerdings darauf hin, dass bei 25 sacralen Wirbeln die Spondylolyse doppelt so häufig angetroffen wird als bei 24 prä-sacralen Wirbeln (Willis, 1931, S.720). Auch Rempe stellt fest, dass die Spondylolyse bzw. Spondylolisthesis des letzten Lendenwirbels zweimal so häufig bei Wirbelsäulen mit 6 anstatt 5 Lendenwirbeln gefunden werden (Rempe, 1954, S.246). Im Verhältnis zur Spondylolyse ist die Spondylolisthesis weit weniger häufig.

Geschlechtsspezifische Verteilung:

Bei den Veröffentlichungen über SL im vorigen Jahrhundert handelte es sich bei den untersuchten Patienten hauptsächlich um Frauen, da die SL von Gynäkologen entdeckt und zunächst auch fast ausschließlich von ihnen studiert wurde.

Es viel aber bald auf, dass Männer anscheinend noch häufiger betroffen sind als Frauen, und dass die Verhältniszahl der Geschlechter zu 1/3 bei den Frauen und 2/3 bei den Männer liegt (Taillard, 1959, S.35).

Alles weist allerdings darauf hin, dass wir es hier mit einer durch äußere Faktoren bedingte Manifestierung zu tun haben, d.h., dass Lebensweise und Beruf eine Rolle spielen (Francillon, 1958). Zu ähnlichen Schlüssen kommt Taillard (1959, S.36).

Virta et al. fanden bei finnischen Frauen, die Berufe mit hoher Rückenbelastung ausübten, mehr Spondylolisthesen als bei finnischen Frauen mit geringer Rückenbelastung. Dieser Unterschied fand sich bei finnischen Männern nicht. Finnische Frauen mit Mehrfachgeburten (mehr als 2 Geburten) zeigten tendenziell mehr Spondylolisthesen als Frauen mit zwei oder weniger Geburten (Virta et al. , 1992).

(Burmeister, S.18)

Bei 5635 Probanden (subjektiv gesunde deutsche Männer zwischen 17 und 24 Jahren) fand sich bei 3,87 % eine einseitige, bei 5,16 % eine doppelseitige Spondylolyse, und bei 0,12% fanden sich Mehrfachspodylolyse. 3,47 % hatten doppelseitige Spondylolyse und Spondylolisthesen. Der Grad der Ventralverschiebung entsprach fast ausschließlich dem Stadium 1 nach Meyerding. Stadium 3 nach Meyerding und eine Spondyloptose konnte in keinem Fall entdeckt werden.

	absolute Häufigkeit	prozentuale Häufigkeit
Spondylolyse einseitig	218	3,87 %
Spondylolyse doppelseitig Ohne Olisthesis	80	1,42 %
Spondylolyse doppelseitig Mit Olisthesis	211	3,74 %
Mehrfachspodylolyse	7	0,12 %
Zusammen	516	9,15 %

(Stefan Burmeister, 1996, Seite:76)

Nebenbefunde:

Unter den 5635 Probanden des Untersuchungskollektivs fanden sich im lumbosacralen Wirbelsäulenabschnitt 19,1 % Wirbelbogendysplasien, 9,2 % Wirbelgelenkdysplasien und 22,6 % sagittal-mediane oder sagittal-paramediane Wirbelbogenspalten.

(Stefan Burmeister, 1996, Seite:105)

(Die oben erhobenen epidemiologischen Daten sind nicht repräsentativ für alle jungen Männer der BRD, da bei den „Probanden“ eine Vorauswahl stattgefunden hatte. Bei dem Flugmedizinischen Institut der Luftwaffe in Fürstenfeldbruck handelt es sich um die einzige deutsche Untersuchungsstelle aller Pilotenanwärter der Bundeswehr bezüglich der Wehrfliegerverwendungsfähigkeit).

In den nächsten drei Seiten folgen Tabellen von Burmeister, die eine Übersicht der Studien mit % Angaben über die Häufigkeit der Spondylolisthesis geben.

Autoren	Bevölkerungs- zugehörigkeit	Prozentsatz an Lithosen	Zahl der Fälle
Kunze	USA	2,1	4654 (Röntgenbilder)
Allen und Linden	USA	3,0	3000 (Röntgenbilder)
Roß	BRD (Polizisten)	3,4	2408 (Röntgenbilder)
Brocher	Schweiz	4,0	6936 (Röntgenbilder)
Regensburger	BRD	2,7	1700 (Röntgenbilder)
Virta et al.	Finnland	6,0	1147 (Röntgenbilder)
Nisaper	Schweiz (Piloten)	5,2	1787 (Röntgenbilder)
Libson et al.	Israel (Soldaten, beschwerdefrei)	2,2	936 (Röntgenbilder)
Libson et al.	Israel (Soldaten mit Lumbago)	5,3	662 (Röntgenbilder)
Magona und Schwartz	Israel	2,0	1024 (Röntgenbilder)
Lehouf et al.	Australien	5,1	530 (Röntgenbilder)
Rosenberg et al.	USA (Gefängnis)	0,0	143 (Röntgenbilder)
Rossi	Italien (Athleten)	4,9	1430 (Röntgenbilder)
Jørgensen-Nielsen	Grünländer	24,0	268 (Röntgenbilder)
Fullesen und Williams	USA	2,5	200 (Röntgenbilder)
Le Go und Welfling	Frankreich	3,0	4165 (Röntgenbilder)
Sponseller et al.	USA (Marfan-syn- drom-Patienten)	6,0	82 (Röntgenbilder)
Fransted	Schweden (Lum- bago-Patienten)	2,5	519 (Röntgenbilder)
Virta et al.	Finnland (Diabetiker)	5,7	892 (Röntgenbilder)
Virta et al.	Finnland (Nicht- Diabetiker)	6,0	1147 (Röntgenbilder)

Tab. 1) Häufigkeit der Spondylolisthesis in % Burmeister Seite 14

Autoren	Bevölkerungs- zugehörigkeit	Prozentsatz an Lysen	Zahl der Fälle
Pfeil	BRD (Bergwerks- lehrlinge)	2,0	300 (Röntgenbilder)
Pfeil	BRD (Untertage- arbeiter)	2,0	350 (Röntgenbilder)
Willis	USA	5,2	1520 (Skelette)
Moreton	USA	7,2	32600 (Röntgenbilder)
Bailey	USA	4,4	2080 (Röntgenbilder)
Scavone et al.	USA	7,7	782 (Röntgenbilder)
Regensburger	BRD	5,2	1700 (Röntgenbilder)
Niesper	Schweiz	6,5	1787 (Röntgenbilder)
Libson	Israel (Soldaten beschwerdefrei)	9,7	936 (Röntgenbilder)
Libson	Israel (Soldaten mit Lumbago)	9,7	662 (Röntgenbilder)
Libson	Israel (Soldaten beschwerdefrei)	9,8	936 (Röntgenbilder)
Libson	Israel (Soldaten mit Lumbago)	9,2	807 (Röntgenbilder)
Magora	Israel	10,5	1024 (Röntgenbilder)
Galluccio	USA (Soldaten)	10,6	142 (Röntgenbilder)
Galluccio	USA (Soldaten)	8,5	811 (Röntgenbilder)
Lerner und Gazin	USA (Soldaten)	10,1	511 (Röntgenbilder)
Rosenberg	USA (Gelähmte)	0,0	143 (Röntgenbilder)
Murase	Japan (Fußballer)	30,8	247 (Röntgenbilder)
Micheli et al.	USA (jugendliche Athleten mit Lumbago)	47,0	100 (Röntgenbilder)
Micheli et al.	USA (Erwachsene mit Lumbago)	5,0	100 (Röntgenbilder)

Tab.2) Häufigkeit der Spondylolisthesis in % Burmeister Seite 15

Autoren	Bevölkerungs- zugehörigkeit	Prozentsatz an Lysen	Zahl der Fälle
Rossi	Italien (Athleten)	15,2	1430 (Röntgenbilder)
McCarroll	USA (College- Footballspieler)	13,1	145 (Röntgenbilder)
Bridges	USA (Jäger und Sammler)	18,6	43 (Skelette)
Waldron	England (romano- britisch)	3,7	214 (Skelette)
Waldron	England (angelsächsisch)	4,6	110 (Skelette)
Waldron	England (Mittelalter)	5,1	629 (Skelette)
Waldron	England (18./19.- Jahrhundert)	1,4	706 (Skelette)
Tower und Pratt	Alaska (Athabascan- Indians)	9,0	58 (Röntgenbilder)
Tower und Pratt	Alaska (Vollblut- Eskimos)	20,0	67 (Röntgenbilder)
Tower und Pratt	Alaska (Mischblut- Eskimos)	17,0	174 (Röntgenbilder)
Kettelkamp und Wright	Alaska (Nord- Eskimos)	28,1	153 (Röntgenbilder)
Lester und Shapiro	Alaska (Ipiutak- Eskimos)	45,0	248 (Skelette)
Lester und Shapiro	Alaska (Tigara- Eskimos)	21,0	47 (Skelette)
Simper	Grönland (Eskimos)	54,3	46 (Skelette)

Tab. 3 Häufigkeit der Spondylolisthesis in % Burmeister Seite 16

7. Betroffene Segmente:

Mit Abstand am häufigsten ist der 5. Lendenwirbel, also in der Regel L5 von einer Spondylolyse bzw. einer Spondylolisthesis betroffen, gefolgt von L4. Der Befall von L3, L2 und L1, sowie das Auftreten an zwei oder mehr Wirbeln ist dem gegenüber ein eher seltenes Ereignis (Brocher, 1966, S.300; Schinz, 1952, S1441; Lindemann, 1953, S175; Schmorl und Junghanns, 1968, S. 424-425; Taillard, 1959, S695; Niesper, 1984, S.14; Willis, 1931, S.720; Waldron, 1991, S547) .

Burmeister behauptet, dass mit Abstand am häufigsten der 5. Lendenwirbel von einer Spondylolyse, bzw. Spondylolisthesis betroffen ist, gefolgt vom 4. Lendenwirbel. Lokalisationen an höher gelegenen Lendenwirbeln waren dagegen selten. Eine Ausnahme hiervon sind Wirbelsäulen mit 25 präasacralen Wirbeln. Hier ist die Spondylolyse bzw. Spondylolithesis am häufigsten am lumbalisierten ersten Sacralwirbel lokalisiert, der in der nachfolgenden Tabelle als L 6 bezeichnet wird. (Stefan Burmeister, 1996)

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Anzahl
Spondylolyse ein- oder doppelseitig ohne Spondylolisthesis	0,0	0,3	2,4	13,7	71,5	12,1	298
Spondylolyse doppelseitig mit Spondylolisthesis	0,0	0,0	0,0	11,2	76,5	12,3	211

Lokalisation der Spondyloysen und Spondylolisthesen ohne Mehrfachlysen in % (Burmeister, Seite. 78)

Burmeister beschreibt Begleitveränderung bei Spondylolyse und Spondylolithesis:

Neben sagittalen Wirbelbogenspalten , Wirbelbogen- und Gelenkdysplasien und Verlängerungen der interartikulären Wirbelbogenabschnitte, finden sich in 19,6 % der Fälle ein lumbosacraler Übergangswirbel. Hierbei entspricht der Prozentsatz der Sacralisation in der Gruppe der Spondylolyse - /listhesisträger mit 4,46 % annähernd der Auftretshäufigkeit der Vergleichsgruppe (4,20 %) mit Probanden, die weder eine Spondylolisthesis noch eine Spondylolyse aufweisen (p = 0,78). Eine Lumbalisation findet sich hingegen in der Gruppe der Spondylolyse - / listhesisträger mit 15,12 % (p< 0,001) signifikant häufiger als in der Vergleichsgruppe (6,60%) (Stefan Burmeister, 1996).

Autoren	L1	L2	L3	L4	L5	Mehrfach	Anzahl
Friberg	0,4	1,3	4,7	25,8	67,8		290
George		0,7	1,9	11,3	86,1		310
Glorieux					90,0		
Hasebe (Japan)	0,0	3,8	3,8	11,6	80,8		287
Junghanns				33,0	67,0		30
Neugebauer	1,7	0,0	1,7	7,2	86,0	1,7	58
Shore (Bantu)				33,3	67,7		56
Stewart (Eskimo)	2,6	0,7	7,3	27,8	61,8		350
Taillard							
Kinder u. Jugendliche			4,0	10,0	86,0	3 Fälle	50
Erwachsene		1,4	2,7	13,6	82,3	2 Fälle	149

Tabb. 4 Lokalisation der Spondylolyse (in %) nach Taillard (1959, S.37)

8. Ärztliche Therapie:

a) Allgemeines:

In dem Fachbuch „Orthopädie“ von Krämer & Grifka findet man unter der Rubrik „ärztliche Therapie“ folgende, nicht evidenzbasierte, Standardempfehlungen (keine Literaturangaben):

„Solange keine Beschwerden bestehen, erübrigt sich auch eine Therapie“.

„Sportarten, die mit einer häufig extendierenden LWS ausgeführt werden, müssen vermieden werden, wie z.B. Geräteturnen, Gewichtheben, Trampolinspringen, da es hier zusätzlich auch noch zu einer Stauchung der Wirbelsäule kommt“.

„Bei Verordnung von Physiotherapie stehen Bauchmuskeltraining und andere de-lordosierende Maßnahmen (Stufenlagerung, Flexionsorthesen) im Vordergrund“.

„Bei unbeeinflussbaren Schmerzen werden folgende Operationen durchgeführt:

- Fusions-OP z.B. Versteifung des betroffenen Segments.
- Bei Nervenwurzelkompressionssyndrom ist eine Dekompressionsoperation mit Laminektomie und Erweiterung des Wirbelkanals erforderlich.
- Bei Kindern mit radiologisch nachgewiesener Progression (Röntgenkontrollaufnahmen, NMR) muss trotz fehlender Beschwerden eine Versteifungsoperation erwogen werden“.

„Bei Rücken- und Ischiasbeschwerden kommt die gleiche Therapie wie bei bandscheibenbedingten Beschwerden zum Tragen: Wärme, Analgetika, Stufenlagerung. Bei Meyering III/IV und Spondyloptose in der Schwangerschaft muss eine Sektio vorgenommen werden, da bei einer Spontangeburt Probleme beim Durchtritt des Kopfes durch das kleine Becken entstehen können“ (Krämer, Grifka S.148).

Auch in anderen Literaturquellen findet man nur nicht evidenzbasierte Therapieempfehlungen:

Die konventionelle Therapie schließt auch das Mieder zur Entlordosierung mit ein. Die peridurale Injektion und Facetteninfiltration mit Cortison können nicht nur für die Claudicatio sondern auch für den Rückenschmerz hilfreich sein (Schulitz et al. 1996).

Halser und Dich behaupten:

„Bei Schmerzpersistenz und noch intaktem Discus ist ein rumpfstabilisierendes Training, ergänzt durch vorübergehende Ruhigstellung in einem Korsett als Technik zur direkten knöchernen Überbrückung der Spondylolysezone („direct repair“) einer interkorporellen Spondylodese vorzuziehen. Geringgradige Spondylolisthesen (Meyering I II) bedürfen bei noch nicht abgeschlossenem Wachstum regelmäßiger radiologischer Verlaufskontrollen. Ein Gleitgrad von über 50 % bei Diagnosestellung vor dem Wachstumsabschluss stellt wegen des hohen Progredienzrisikos eine Indikation zur operativen Fusion dar. Höhergradiges Gleiten, M III, IV, V, und Kyphosierung des Gleitwirbels bei auffallender und funktionell ungünstiger Beckensteilstellung gehen mit einer relativen Rumpfvverkürzung und kompensatorisch vermehrten LWS Lordose einher, weshalb in diesen Fällen eine Reposition und Stabilisation des Gleitwirbels einer Fusion in situ vorzuziehen ist“ (Halser C. ; Dick W;).

b) Präoperative Symptomatik:

Als unspezifisches Leitsymptom der Spondylolisthesis steht die Lumbago im Vordergrund.

Zusätzliche radikuläre Ausstrahlungen in die Beine können auftreten: Benini beschreibt (1980) 15,8 %, Jaster et al. (1985) 54,8 %, Georg Fröba (1997) 85% .

Zu einer Einschränkung der Gehstrecke im Sinne einer Claudicatio spinalis kommt es nach Benini (1980) zu 15,7 %, nach Harms und Rolinger (1982) zu 4,8 %, bei Georg Fröba (1997) zu 29 %.

In der Literatur werden als präoperative Symptomatik neurologische Ausfälle, wie Sensibilitätsstörungen an den unteren Extremitäten, mit 52 % (Georg Fröba 1997), 42 % (Cloward 1981) und 51 % (Heine et al. 1985) angegeben.

Ein Pathologischer Reflexstatus konnte bei 35,7% der Patienten (Georg Fröba 1997), 20,9 % (Jaster et al 1985) und 35,7 % (Johnson und Kirwan 1983) festgestellt werden. Motorische Ausfälle hatten 11,9 % bei Georg Fröba (1997) und 4,3 % bei Jaster (1985).

c) Operationsarten:

Das Wissen um die verschiedenen Operationsarten ist für uns Physiotherapeuten sehr von Bedeutung, zum einen als Voraussetzung für eine exakte postoperative Behandlung, zum anderen als zusätzliche Informationshilfe für die oft „wissensdurstigen“ Patienten.

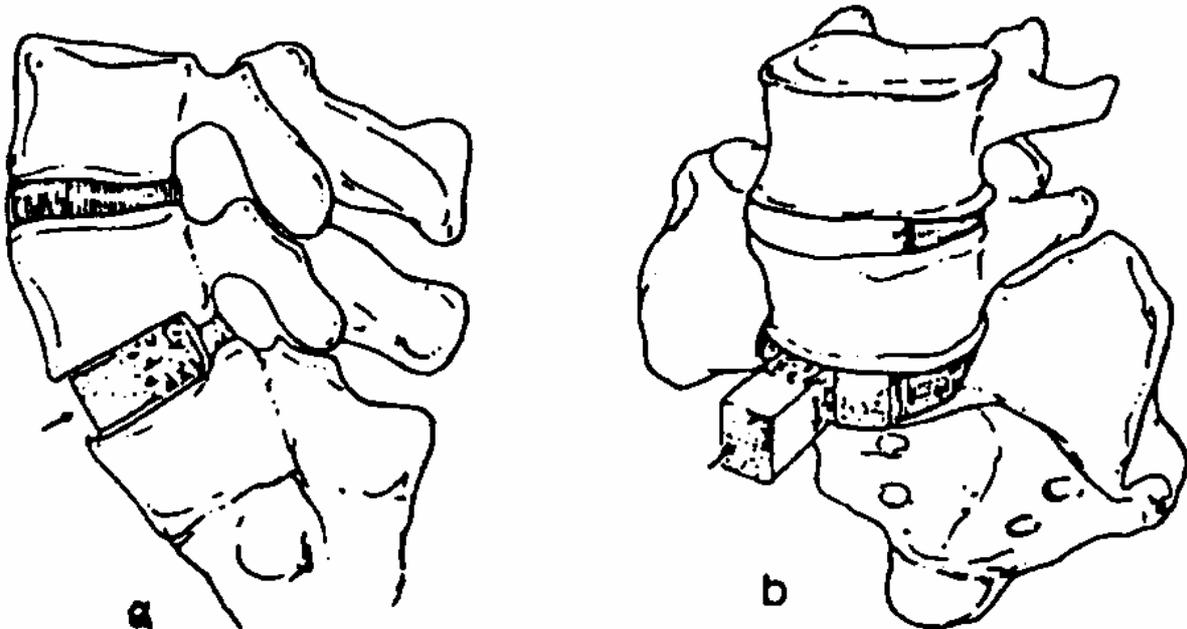
- Ventrale Spondylodese:

„Für den Zugang zur Lendenwirbelsäule bieten sich zwei Wege an: der transperitoneale und der extraperitoneale Weg. In Abhängigkeit von der Höhe der Bifurkation der Aorta bzw. der Confluens venorum verwendet Zimmermann (1968) den transperitonealen (hohe Bifurkation) bzw. retroperitonealen (tiefe Bifurkation, Segmente L4/L5) Zugang. Der Transperitoneale Zugang beginnt mit einer medianen Laparotomie:

Nach Eröffnen der Bauchhöhle werden Omentum, Dünn- und Dickdarm eventeriert und das dorsale Peritoneum frei gelegt. Danach werden die Aorta zusammen mit Beckenarterien, die Vena cava inferior mit Beckenvenen, sowie der Plexus sacralis freipräpariert. Nach Zurseitedrängung der entsprechenden Strukturen ist der Zugang zum Zwischenwirbelraum frei.

Extraperitonealer Zugang: hier wird das vordere Blatt der Rectusscheide eröffnet und der Musculus rectus abdominis nach medial abgedrängt. Danach kann man unter der Linea semicircularis stumpf zur linken Fossa iliaca vorgehen. Nach Mobilisation des Peritonealsackes und des linken Ureters nach medial stellen sich Aorta, Vena cava inferior, die Vasa iliaca und der Plexus sacralis dar. Nun kann

nach Verlagerung der entsprechenden Strukturen das betroffene Segment aufgesucht werden. Der Bandscheibenraum wird ausgeräumt, die Boden- und Deckplatte angefrischt, der Zwischenwirbelraum entweder durch max. Lordosierung oder mittels eines speziellen Instrumentes, bzw. auch Kombination von beidem, aufgespreizt, das Segment reponiert und autologe, kortikospongiöse Knochenspäne, meist aus dem Beckenkamm, eingebolzt (Fröba 1997)“.



(Abb. 1: technik bei ventraler interkorporeller Spondylodese a) Von der Seite b) Von vorne.) (Fröba Dissert.,1997, Seite 4)

- Dorsale Reposition:

- Dorsale Reposition mit Harringtondistraktionsstäben:

„Nach Einbringen der zwei Harringtondistraktionsstäbe und Ausübung des Distraktionsmechanismus kommt es zu einer erheblichen Zugwirkung nach kranial auf das Gleitsegment, so dass sich dieses gut reponieren lässt.

Die Fixation der kranialen Distraktionshakens erfolgt in den Lamina der Lendenwirbelkörper, hauptsächlich LWK 2, die kaudalen Distraktionshaken können auf verschiedene Arten in den Kreuzbeinflügeln oder hinteren Darmbeinknochen fixiert werden.

Der Ersatz des Sakralstabes, nach Harrington, ist gerade bei Spondyloptose problematisch, da die zur Verankerung benötigten ossären Strukturen des dorsalen Darmbeinbereiches meist hypoplastisch sind (Morscher 1975) und aus diesem Grund eine Perforation des Duralsackes möglich ist (Zielke 1975)“.
(Fröba 1997)

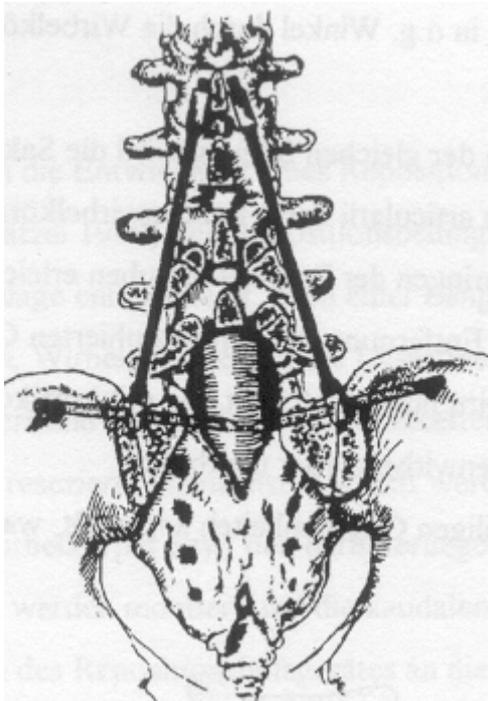


Abb.2 Harringtondisstraktionsstäbe in situ (Harrington 1976)

- Operationsverfahren nach Louis:

„Primär wird eine ventrale Spondylodese durchgeführt. Bei Spondylolisthesen Grad 1 und 2, nach Meyerding, erfolgt die Reposition durch spezielle Lagerung auf dem OP - Tisch, Hyperlordosierung und Distraction bis 25 kg. Spondylolisthesen größer Grad 2 , nach Meyerding, müssen intraoperativ, nach Ausräumung des Intervertebralraumes, unter Einsatz spezieller Spreizer und Hebel reponiert werden. Die Stabilisierung der ventralen Spondylodese ist ebenfalls abhängig vom Schweregrad bzw. von der Art der Reposition. Gelingt dies schon durch alleinige Lagerung, so wird ein Knochenspan im Winkel von 45 Grad zur Vorderkante des 4 Lendenwirbelkörpers eingebolzt. Nach Ausräumung des Intervertebralraumes wird dieser mit kortikospongiosen Spänen wieder aufgefüllt und das Repositionsergebnis durch eine Schraube, die in o.g. Winkel durch die Wirbelkörper L5, S1 und S2 eingedreht wird, gesichert“.

„Nach einer Woche, bzw. auch in der gleichen Sitzung wird die Sakralplatte angelagert. Dabei werden die inferioren Processus articularii des 4. Lendenkörpers bis zu einem Drittel reseziert, was zum einen das Einbringen der Pedikelschrauben erleichtert und zum anderen einen dekomprimierenden Effekt, die Entfernung der hypertrophierten Gelenkfacette, hat. Der Defekt der Interartikularportion wird nun

angefrischt und mit kortikospongiosen Knetchenteilen der Processus spinosi der Lendenwirbelkörper überbrückt .

Die Sakralplatte wird den jeweiligen Gegebenheiten angepasst, was bei kurzen Gleitstrecken problematisch sein kann“.

„Danach werden die kranialen Schrauben durch die Pedikel des 5. Lendenwirbelkörpers eingedreht, die distalen Schrauben finden im Sakraldach und den Darmbeinfugen Halt. Bevor die Sakralplatte endgültig fixiert wird, unterfüttert man sie noch mit Spongiosa (Fröba 1997)“.

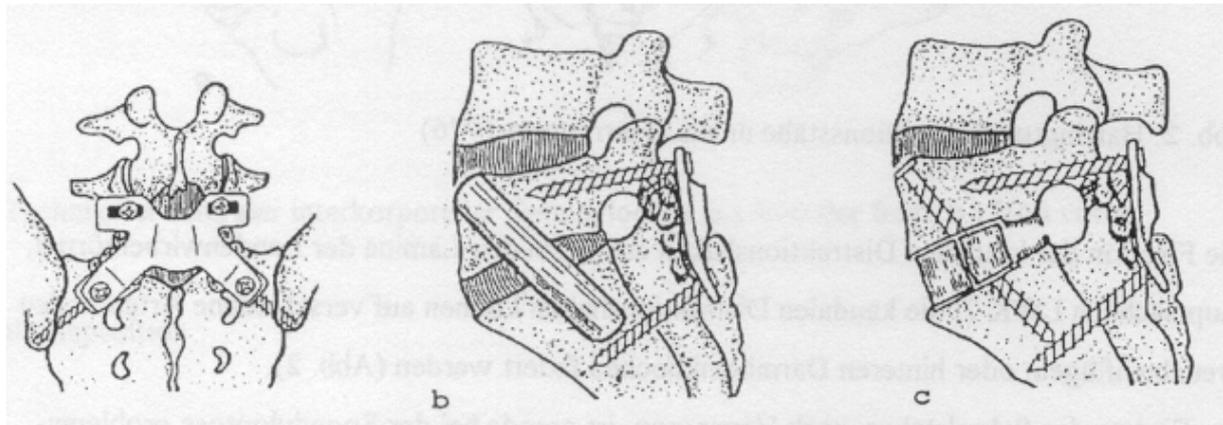


Abb 3 a) von dorsal / b) von der Seite mit eingebolztmem Span / c) von der Seite mit Schraube und interkorporeller Spondylodese (Louis und Maresca 1977)

- **Fixateur nach Dick:**

„Die Patienten werden in Bauchlage entlordosiert, nach einer Längsinzision über den Dornfortsätzen werden die Wirbelbögen, Wirbelgelenke und die Lysezzone des betroffenen Segmentes dargestellt. Diese wird präpariert und die kaudalen Gelenkfacetten des über der Lysezzone liegenden Wirbelkörpers werden reseziert. Als nächster Schritt werden Schanzschrauben transpedunkulär in den dislozierten Wirbelkörper bzw. den darunterliegenden Wirbelkörper eingeschraubt. Die Gewindestangen werden montiert und die kaudalen Klemmbacken fixiert. Danach erfolgt der Einbau des Repositions-Hilfsgerätes an die kranialen Zugschrauben, wobei diese in den Klemmbacken nicht befestigt sind und somit eine Bewegung dieser in Axialrichtung möglich ist“.

„Unter Durchleuchtung erfolgt die Distraction bis der Zwischenwirbelraum seine physiologische Breite erreicht hat, wobei gegen Ende des Distraktionsmanövers schon eine Teilreposition erfolgen kann. Wenn der benötigte Abstand zwischen Deck- und Grundplatte erreicht ist werden die kranialen Schanzschrauben mit Hilfe

des Repositionsgerätes nach dorsal gezogen, bis eine vollständige Korrektur der Gleitstrecke erreicht ist“.

„Am Ende des Distraktions- und Repositionsmanövers werden die Zugschrauben in den Klemmbachern fixiert und über diesen gekürzt, die Verbindungsschrauben werden durch Anquetschen gesichert.

Nach dorsalem Wundverschluss kann eine ventrale Spondylodese einzeitig oder nach einem Intervall druchgeführt werden (Fröba1997)“.

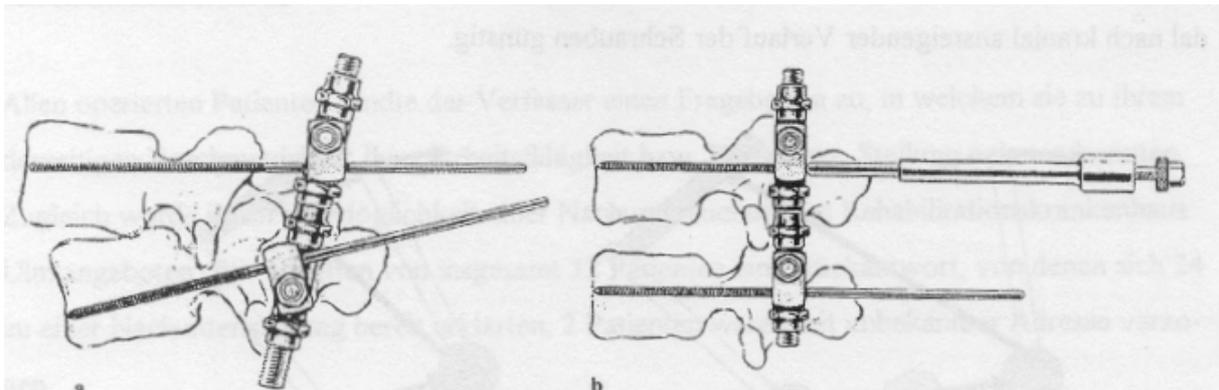


Abb.4 Repositionsvorgang: Fixateur intern nach Dick in Verbindung mit einem Repositionsgerät (Noack und Rätzel 1988)

- **Fixateur intern nach Kluger:**

„Nach medianer Inzision über den Dornfortsätzen und Aufsuchen des betroffenen Segmentes mit seinen Bogenwurzeln, werden die Pedikel angeboit; der Bohrkanal wird ausgemessen und die passenden Veränderungsschrauben mit aufgesetzten Verlängerungsstäben eingedreht. Die Orientierungspunkte für die Pedikelbohrung an den Lendenwirbelkörpern sind die Intervertebralfacetten der Processus accesorii und die Mitte der Querfortsatzbasis in kranio-kaudaler Richtung. Ein dem Processus accessorius ähnlicher Knochenhöcker lässt sich meistens kaudolateral der superioren Gelenkflächen des Os sacrum tasten und dient hier als Ausgangspunkt des Bohrkanales, der unter Berücksichtigung der für den lumbosakralen Übergang häufigen anatomischen Varianten, festzulegen ist“.

„Um einen optimalen Halt der Verankerungsschrauben in S1 zu gewährleisten, ist ein von kaudal nach kranial ansteigender Verlauf der Schrauben günstig. Das Repositionsgerät wird an den Verlängerungsstäben montiert, wobei darauf zu achten ist, dass die Rasterflächen an den Verankerungsschrauben medial frei liegen, um nach erfolgter Reposition eine problemlose Montage der Längsträger zu ermöglichen. Der Spinalkanal wird nun dargestellt, um während der Reposition eine Kontrolle der Nervenwurzeln zu haben“.

„Das Repositionsmanöver hat zwei Ziele: eine Dorsalverlagerung des Gleitwirbels, sowie eine Lordosierung innerhalb des Bewegungssegmentes. Die Dorsalverlagerung wird durch die Zugspindel erreicht, die Lordose wird durch die Inklination des kaudalen und die Reklination des kranialen Wirbelkörpers im Rahmen des Repositionsmanövers erreicht (Fröba 1997)“.

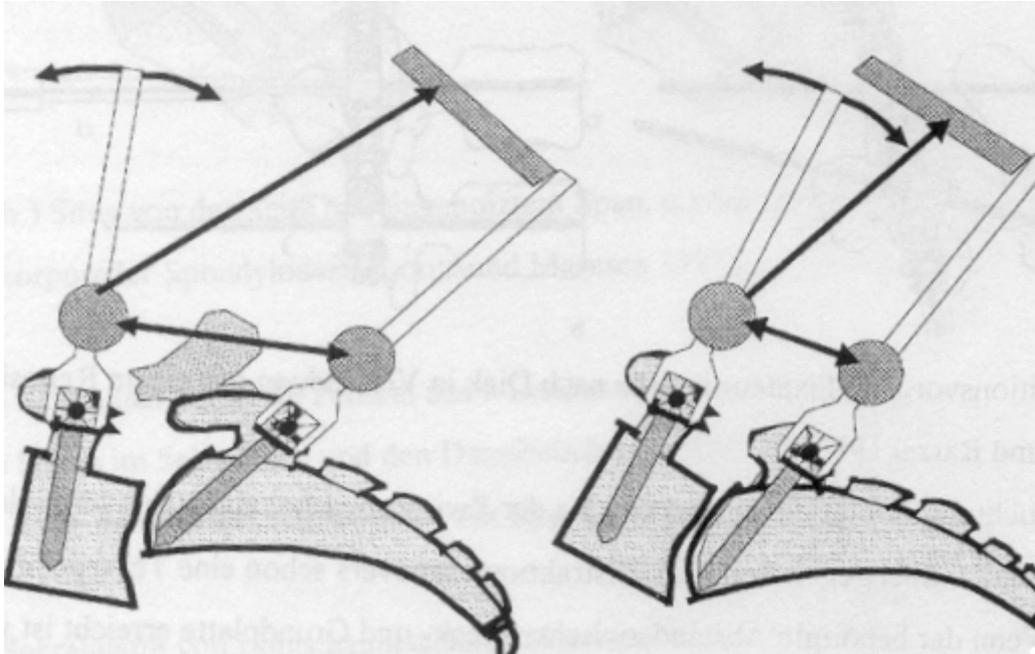


Abb. 5 Repositionsvorgang Fixateur interne nach Kluger

- A) Dorsale Spondylodese transpedikulär mit dem Diapason Fixationssystem:

„Die Operation erfolgte in Bauchlagerung des Patienten. Nach Hautschnitt über den Dornfortsätzen der zu fusionierenden Lenden - bzw. Kreuzbeinwirbel wird das subkutane Fettgewebe durchtrennt, Faszie und Rückenmuskulatur beidseitig gespalten und die Pedikel dargestellt. Nun werden die Schrauben zunächst in den lagestabilen Pedikeln eingeschraubt, anschließend die Repositionsschrauben in den Gleitwirbel eingesetzt, und die Schraubenlage mit dem Bildwandler in zwei Ebenen kontrolliert. Falls erforderlich erfolgt nun die Laminektomie, beziehungsweise Hemilaminektomie der betroffenen Wirbel und, nach Anfrischung, die Auffüllung der knöchernen Defekte mit homologer Spongiosa. Nun werden die Stangen, beispielsweise bei einer Fusion L5 S1 eine 0 mm Stange angelegt, an jeder Stange zwei Sprungringe angebracht und die Stangen in die Schraubenfassungen eingelegt. Danach erfolgt zunächst linksseitig, dann rechtsseitig die Fixierung der Stangen mittels der Schrauben und der dazugehörigen Deckplatte bei S1 (Abbildung unten). Durch das Anziehen der Schrauben kommt es bei Patienten mit Spondylolisthese zur Reposition des Gleitwirbels und die Kronen der Repositionsschrauben können gekappt werden. Nach ausgiebiger Spülung des Wundgebietes wird der Knochen zwischen den Dornfortsätzen und dem Fixationssystem aufgefrischt und homologe Spongiosaspäne werden angelagert (Ramon Handro Dissert. 1997 Seite 26)“.

B) Ventrale interkorporelle Spondylodese mit homologem Knochenspan, retroperitonealer Zugang:

„In diesem zweiten Eingriff, der abhängig vom Heilungsverlauf der dorsalen Spondylodese und von den persönlichen Wünschen und Lebensumständen des jeweiligen Patienten, zwischen ein bis acht Wochen nach dem ersten erfolgt, wird die ventrale interkorporelle Spondylodese mit homologem Knochenspan durchgeführt (Ramon Handro Dissert.1997 Seite 28)“.

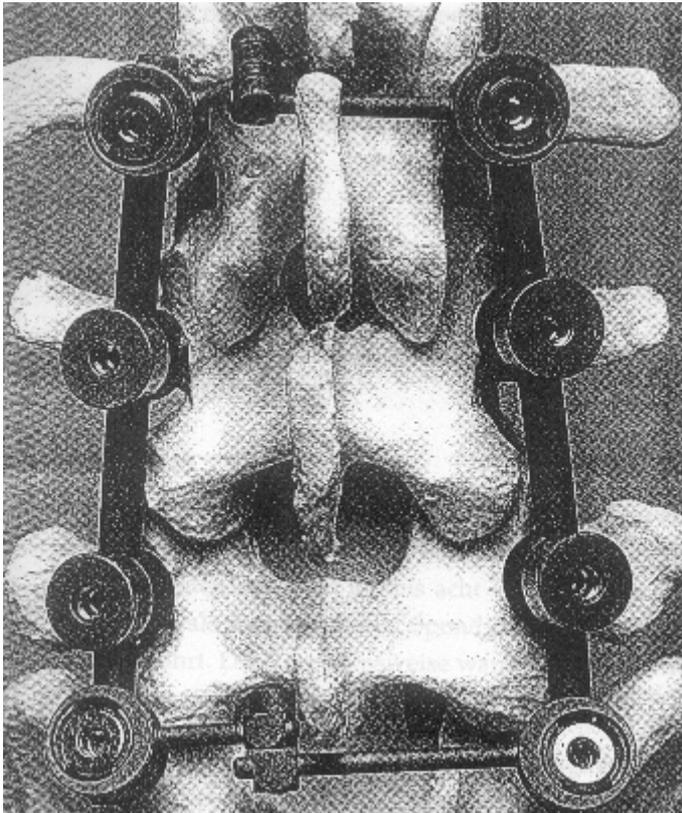


Abb. 6 Diapason – Fixationssystem

Im Allgemeinen hat sich die Technik der zweizeitigen Operation bewährt, die aus einer Kombination von ventraler und dorsaler Spondylodese besteht und zu guten Versteifungsergebnissen führt (Ewald und Schmidt 1983, O`brien et al. 1985). Die Vorteile dieser dorsoventralen Vorgehensweise bestehen in der kurzen, monosegmentalen Fusionsstrecke, der Herstellung der physiologischen Lordose und dem daraus resultierenden statischen Gleichgewicht. Gleichzeitig ermöglicht das dorsoventrale Vorgehen durch den Einsatz der kompletten Laminektomie die Beseitigung neurologischer Kompressionssyndrome unter Erhaltung der notwendigen Stabilität. Das zweizeitige Vorgehen hält zudem die operationsspezifische Belastung für den Patienten so gering wie möglich, ohne den stationären Aufenthalt zu verlängern (Donk et al. 1994).

- Nachbehandlung:

Zur Nachbehandlung der verschiedenen Operationsverfahren werden sehr unterschiedliche Angaben gemacht. Diese erstrecken sich von der Korsettversorgung für ca. 6 Monate im Rahmen der postoperativen Mobilisation mit anschließender Korsettentwöhnungsdauer über ca. 3 Wochen (Fröba, 1997 Seite 2 –8), bis zur dorsolateralen Fusion mit einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer im Gipsbett von 7 Wochen, bei dorsomedialer Fusion von 9 Wochen. Nach radikaler Dekompression beträgt die Liegedauer im Gipsbett durchschnittlich nur eine Woche (Eigelsberger 1987 Seite 71).

Zusammenfassend gibt keine vergleichende Studien über die Art der Nachbehandlung bei Patienten mit Spondylodese.

d) Ergebnisse der Operativen Therapie:

➤ ventrale Spondylodese:

Betrachtet man die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen zur ventralen Spondylodese, so fällt eine deutliche Diskrepanz zwischen guten klinischen Resultaten (80-95% Beschwerdefreiheit bzw. Beschwerdeverbesserung) und schlechten radiologischen Ergebnissen auf (Cheng et al. 1989, Flynn und Price 1984, Sacks 1965, Zippel 1978, Kreuzsch- Brinker et al 1986, Gutsche et al 1987).

Salis-Solgio (1985) kommt in einer Sammelstatistik aus 18 Originalarbeiten auf eine Pseudarthroserate nach ventraler Spondylodese von 37,5 %.

Aus biomechanischer Sicht ist durch die Entfernung des vorderen Längsbandes und des Anulus fibrosus keine ausreichende postoperative Stabilität vorhanden. Das operierte Segment ist deshalb anfälliger für Scher-, Torsions- oder Retroflexionsbewegungen (Farfan et al 1972, Polster und Hofer 1974).

Aus diesem Grund ist auf eine konsequente Ruhigstellung des lumbosakralen Überganges, durch ein Mieder bzw. Korsett, für mindestens 6 Monate nach Operation zu achten (Kreusch- Brinker et al. 1986, Magerl und Wörsdorfer 1979 und Suezawa et al. 1983).

Bei Fröba wurde in 3 Fällen (7,1%) ein Beckenkammspan eingesetzt, wobei eine Patientin nochmals operiert werden musste (Fröba 1997).

Lübbbers et al hat bei 22 therapieresistenten Rückenschmerzpatienten, die mit ein- oder zweisegmentalen Bandscheibendegeneration und SL Grad 1 operiert worden waren, festgestellt, dass nach 5 Monaten eine Reduktion der Rückenschmerzen bei vier Patienten „sehr gut“ war, bei neun Pat. „gut“, bei vier Pat. „zufriedenstellend“ und bei einem Pat. „schlechter“. Nach 33,4 Monaten (17-56 Monate) konnte er auf der Analogskala (Skala von 4- 20 Punkten für Schmerz, Funktion und Medikamente) nochmals eine leichte Verbesserung von 8 auf 12 Punkte feststellen. (Lübbbers et. al., 2002).

➤ Dorsale Reposition, Operationsverfahren nach Louis:

Ewald und Schmitt sehen in ihrem Patientengut nach dorsaler Reposition 27,4% Pseudarthrosen. Bei einem Patienten kam es zu einem so erheblichen Korrekturverlust, dass eine erneute Operation erforderlich war (Ewald, Schmitt 1985). Auch bei Fröba kam es bei allen 12 operierten Patienten (9 nur dorsal und 3 in Verbindung mit einer ventralen Spondylodese) zu einem Korrekturverlust, der in 2 Fällen sogar über die präoperative Gleitstrecke hinausging. D.h., dass kein Patient beschwerdefrei war, 2 Patienten mussten 11, bzw. 28 Monate nach OP erneut operiert werden. Ursache des Korrekturverlustes ist die Tatsache, dass die transpedikulären Schrauben in den Löchern der Schmetterlingsplatte nicht absolut fixiert werden und damit auch nicht winkelstabil sind. Das führt dazu, dass bei der Mobilisation von der Platte Scher-, Torsions- und Rotationskräfte ausgehen können, die trotz Versorgung mit einem Korsett, am lumbosakralen Übergang ihr Maximum haben und nicht kompensiert werden (Farfan et al. 1972, Polster und Hoeffert 1974). Ein Verlust des Repositionsergebnisses ist die Folge (Fröba, 1997, S.48,49).

Interessant ist ein Fachartikel über Transpedikuläre lumbale Spondylodese beim alten Patienten. 70 Patienten älter als 50 Jahre (Durchschnitt 60,2 Jahre) unterzogen sich in einem Zeitraum von 4 Jahren einer CD – Spondylodese wegen degenerativen Veränderungen der LWS. 47 % zeigten ein „gutes“ Ergebnis, 53 % . Patienten mit „mäßigen“ bis „schlechtem“ Ausgang hatten signifikant mehr Operationen an der LWS ($p < 0,001$), hatten eine stärkere präoperative, lumbale Kyphose ($p < 0,01$), motorische Müdigkeit ($p < 0,05$), weniger vertebrales Gleiten ($p < 0,01$), und eine ausgeprägtere posteriore, postoperative Distraction ($p < 0,001$), verglichen mit Patienten mit „guten“ bis „sehr guten“ Ergebnissen.

Alter, Geschlecht, Stärke der Beinschmerzen, Analgetikaeinnahme, präoperativer Schmerzstatus, Beruf, Gehstrecke, Zeit der Operation, Anzahl der Segmente, Blutverlust, postoperatives Profil der Wirbelsäule hatten keinen signifikanten Einfluss auf das klinische Ergebnis.

Die Patienten wurden 2 Jahre beobachtet, bei der „schlechten“ Gruppe (53 %) zeigte sich schon nach 6 Monaten ein signifikanter Unterschied ($p > 0,001$) zu der „guten“ Gruppe, so dass mit einer weiteren Verbesserung nicht zu rechnen war, auch nicht nach 2 Jahren (Rompe et al., 1995).

➤ Fixateur intern:

- In einer Studie mit Fixateur intern wurden 4 Patienten mit postoperativen neurologischen Ausfallerscheinungen beobachtet. In einem Fall konnte dies auf eine schlecht platzierte transpedikuläre Schraube zurückgeführt werden (Dick und Schnell, 1988).
- Bei Spondylolisthesen größer 50 % können im Rahmen einer Reposition Zugwirkungen, durch eine Verlängerung der Wurzel tasche, auf die Nervenwurzeln auftreten (Heine et al. 1985 und Schöllner 1985).
- In einer weiteren Studie von 26 Patienten wurden 5 Pat. mit Fix. intern und 21 Pat. kombiniert operiert. In 3 Fällen trat eine Lockerung der Sicherungsklemmhülsen auf und einmal eine Lockerung des ganzen Fixateur interne. In einem Fall kam es zum Bruch eines Längsträgers (Kluger). Bei einem Patienten trat postoperativ eine Fuß - und Zehenheberschwäche auf. Bei der Materialentfernung zeigte sich eine radikuläre Irritation der Wurzel L5 durch eine transpedikuläre Schraube. In

allen 21 Fällen der kombiniert operierten Patienten konnte anhand der Röntgenbilder eine solide knöcherne Fusion festgestellt werden. Dick und Schnebel (1988) sahen in 2 von 12 Fällen eine fragliche ossäre Konsolidation (Fröba, 1997 Seite 44 –50).

- In einer Studie, bei der je 20 Patienten mit idiopathischer Skoliose zwischen 34 und 108 Grad (Cobb Winkel) nach Harrington und nach Risser operiert worden waren, fand eine Nachuntersuchung nach 13 bis 15 Jahren statt. Degenerative Veränderung, speziell eine Spondylarthrose des lumbosacralen Übergangs, wurde häufiger in der Harrington Gruppe gefunden, wobei hier eine bessere Winkelkorrektur stattgefunden hat. In der Risser - Gruppe zeigte sich eine höhere Rate an Pseudarthrosen. Die Spondylarthrose - Rate in der Harrington - Gruppe war in der Zeit der Nachuntersuchung klinisch irrelevant (Birnbauer K, et. al. 2001).

- Dorsale Spondylodese transpedikulär mit dem Diapason Fixationssystem und ventrale Spondylodese :

Bei 63 Patienten mit Spondylodesen nach Spondylolisthese von Handro kam es insgesamt acht Fällen zu Komplikationen. Jeweils einmal wurde ein tiefes Hämatom, eine Läsion des vegetativen Nervensystems, eine Phlebothrombose, eine vorübergehende Parese und eine Wundinfektion beobachtet. Zusätzlich kam es in zwei Fällen zu einem Materialbruch bei Segment L5/S1 mit nachfolgender Pseudarthroseentstehung (Handro 1997). Diese Beobachtungen decken sich weitgehend mit der in der Literatur beschriebenen Komplikationsrate nach Spondylodese. So traten in der Untersuchung von KIM et. al (1990) bei 89 Patienten vier Wundinfektionen, drei Lungenembolien und eine Pneumonie auf. Auch Bridwell et al. (1993) berichten von einer Wundinfektion bei 24 untersuchten Patienten. Immer wieder werden vereinzelt Materialbrüche beschrieben, die vorzugsweise einzelne Schrauben betreffen und häufig chirurgische Revisionen erfordern (CHANG und McAfee 1989, Kim et al. 1990, Bridwell et al. 1993, Zdeblick 1993), (Handro 1997).

Von den 63 Patienten von Handro waren 16 (26%) postoperativ beschwerdefrei, 33 (52%) litten gelegentlich unter Schmerzen, 14 Patienten (22 %) erklärten, ständig wiederkehrende oder persistierende Beschwerden zu haben. Die Beschwerden behinderten die Patienten auch in den Verrichtungen des täglichen Lebens: 36 % gaben eine „geringe Beeinträchtigung“ an, „deutlich eingeschränkt“ fühlen sich 18 % und stark eingeschränkt fühlten sich 22 % der operierten Patienten. Nur 24 % waren „komplett beschwerdefrei“.

Die überwiegende Zahl der Patienten war vor der Spondylodese auf eine regelmäßige Schmerzmitteleinnahme angewiesen. So nahmen 54 % der Patienten bis zu dreimal täglich, 34 % einmal täglich und 12 % weniger als 3 mal pro Woche Schmerzmittel ein. Postoperativ griffen noch 30 % ein bis dreimal täglich zu Schmerzmitteln, 31 % weniger als 3 mal pro Woche, 14 % weniger als 3 mal pro Monat. 25 % der Patienten benötigten keine Schmerzmittel mehr.

Bei der subjektiven Gesamteinschätzung gaben 83 % der Patienten an, dass sich ihr Zustand durch die SL verbessert habe. 11 % sahen keinen Unterschied und 6 % beobachteten eine Verschlechterung.

Bei der Gesamtbeurteilung nach dem Score von Kaneda (1986) gab es folgende Ergebnisse: 29 % sehr gut, 54,3 % gut, 11,1 befriedigend und 5,6 % schlecht. Nur 11 von 43 betroffenen Patienten litten noch unter Beinschmerzen, jedoch war es postoperativ kaum zu einer Besserung (2 Patienten) der Rückenschmerzen gekommen. Zu einer Besserung präoperativ vorhandener Sensibilitäts- und motorischer Störungen kam es in 8 bzw. 9 Fällen (61% bzw. 32%).

Bei 82 % der Patienten nach Spondylodese von L3 / L4 und 84% der Patienten nach Spondylodese von L4 / 5 konnten gute Ergebnisse erzielt werden. Bei Patienten mit Spondylodese L5/S1 waren nur in 56 % gute Ergebnisse zu beobachten.

Bei Patienten mit einer Sinterung bis zu 3 mm wurden in 82 % der Fälle gute Ergebnisse erzielt , bei Verwendung von homologem Knochenspan über 6 mm waren es nur noch 38 % (R.Handro,1997 Seite 70-74).

➤ Arbeitsfähigkeit:

- Die Rate von 81,2 % arbeitsfähigen Patienten nach OP mit Spondylodese bei Georg Fröba (1997) deckt sich mit den Ergebnissen anderer Arbeiten: Gutsch et al. (1987) 84% und Sörensen (1978) 78 %.
- Tischler (1992) findet eine deutliche Häufung von Patienten nach OP mit Spondylodese, die unmittelbar vor dem Pensionierungsalter stehen und einen Rentenantrag stellen ($p < 0,05$).
- Georg Fröba (1997) kann keine Verbindung zwischen, dem OP Ergebnis und dem Alter finden.
- Kreush-Brinker et al. (1986) hat die schlechtesten Ergebnisse in der Gruppe der 35-45 jährigen, Tilscher (1992) berichtet von den häufigsten Therapieversagern in der Gruppe, die kurz vor der Pensionierung stehen (G.G. Fröba, 1997, Seite 50).
- Die Zahl der Berufsunfähigen konnte von präoperativ 34 % postoperativ auf 10 % gesenkt werden (Ramon Handro 1997, Seite 74).

9. Diskussion in Bezug auf Physiotherapie bzw. auf unsere Studie „Hypomobilität bei Spondylolisthesis“

Ich möchte zunächst zwei wichtige Beobachtungen festhalten:

1. Die evidenzbasierte Aussagekraft des klinischen Erfolges der verschiedenen Operationsarten der SL ist nicht sehr hoch anzusiedeln. Es gibt keine Studie, die einen langjährigen Vergleich zwischen operierten und konservativ behandelten SL

Patienten bezüglich Schmerzbild, Einschränkungen im Alltag und Arbeitsfähigkeit untersucht hat.

Überraschenderweise kommen in den OP - Studien SL der Stufe Meyerding 3 und 4 sehr selten vor, obwohl hier biomechanisch am ehesten neurologische Symptome zu erwarten wären.

Auch dass die Patienten zum Zeitpunkt der Operation bei Handro durchschnittlich 45,3 Jahre (32-66Jahre) alt waren, passt nicht zu meinen Ausführungen zur Inzidenz, bei der die SL bis zum zwanzigsten Lebensjahr vorgefallen ist. Auch dann nicht, wenn 6 % der Patienten in dieser Studie sich im ersten Jahr, 18 % bis zu drei Jahre, 16 % bis zu fünf Jahre, 28% bis zu zehn Jahren und 32 % bis über zehn Jahre nach Auftreten der Beschwerden operieren ließen. Wenn also der biomechanische Vorgang einer SL alleine der Auslöser für die Symptomatik sein soll, müssten die Beschwerden früher auftreten.

Die besten OP – Ergebnisse ließen sich bei OP des 2. + 3. präasacralen Gleitwirbel und nicht bei OP des 1. präasacralen Wirbels erzielen, da hier die Fixation mit dem OS - sacrum biomechanisch wahrscheinlich Probleme macht.

Bei den Operationsergebnissen fällt auf, dass zwar die distalen Parästhesien nachlassen, die lokalen Rückenschmerzen aber oft auch postoperativ bestehen bleiben.

Zudem zeigen sich radiologisch oft unbefriedigende biomechanische Ergebnisse nach einer Versteifungs – OP, was sich auch klinisch darin äußert, dass es nicht zu einer Symptomverbesserung des Patienten (vor allem bei ventraler interkorporeller Spondylodese) kommt.

Betrachtet man die Operationstechniken vom biomechanischen Standpunkt aus, so findet hier bei den meisten OP - Techniken eine Mobilisation in Form einer Distraction und Reposition statt, bevor Stabilisierung versucht wird.

In den Nachuntersuchungen bezüglich „subjektive Einschätzung“ fiel auf, dass die VAS (visuelle Analogskala auf der ein Patient seine Schmerzen auf einer Strecke zwischen zwei Punkten angibt) kaum angewandt wurde. Alleine den 12 – Punkte Score von R.Handro (Kaneda et al 1986) finde ich sehr aufschlussreich, da hier verschiedene Parameter zum Tragen kommen und unterschiedlich bewertet werden können.

Auch die Möglichkeit für den Patienten eine „subjektive Gesamteinschätzung“ nach OP angeben zu können halte ich für sehr aufschlussreich. Fraglich ist jedoch, ob der Patient postoperativ in der Lage ist, seinen Zustand objektiv einzuschätzen, da eine gewisse- eventuelle zu positive – Voreingenommenheit nach einem interventionellen Eingriff angenommen werden darf. Zudem sind Feinabstufungen der Aussage „gebesserter Zustand“ schwierig.

Interessant ist, dass vereinzelte Studien, wie die von Eigelsberger, gar keine Möglichkeit zur Angabe zur Verschlechterung des Zustands gegeben haben.

Nicht vergessen werden darf, dass die Lumbalisation relativ häufig vorkommt und der sogenannte 6. Lendenwirbel auch häufig von der Spondylolisthesis betroffen ist. Somit sollte man die von Burmeister vorgeschlagene Zählweise der präasacralen Wirbel übernehmen.

Die Anomalien, wie z.B. Gelenkdysplasien, scheinen relativ häufig vorzukommen, was bei der Untersuchung und Behandlung berücksichtigt werden sollte.

Man kann auf keinen Fall verallgemeinern, dass jede Spondylolyse bzw. jede Spondylolisthesis unweigerlich auch Schmerzen verursacht. Andererseits ist die Spondylolisthesis in 2 bis 11 % aller Fälle der auslösende Faktor aller Lumbalgien und Lumboischialgien (Zippel 1980). Anhaltende, therapieresistente Kreuzschmerzen sollten immer Anlass dafür sein, die Stabilität des „lumbalen Scharniers“ zu überprüfen (Benini und Böni 1980, Niethard 1985).

Es bleibt zu hinterfragen, ob Schmerzen primär aufgrund der Spondylolisthesis hervorgerufen werden, oder sekundär durch unzureichende Kompensierung, bzw. eine eingeschränkte „Ausweichbewegung“ des Patienten. Eine weitere Ursache der Schmerzen könnte die erhöhte körperlicher Belastung der betroffenen Gelenke sein. Auch dürfte hier die reduzierte sportliche Tätigkeit eines Betroffenen, z.B. durch Zeitmangel oder nach Beendigung des Leistungssports, eine Rolle spielen. In der überwiegenden Zahl der publizierten Fälle wird als Indikation für die Operation einer Spondylolisthesis die nicht nachlassende Schmerzsymptomatik angesehen. Die Beschreibung der konservativen Therapie, wie die Physiotherapie, wird sehr allgemein gehalten. Aus diesem Grund halte ich es als Physiotherapeut für unerlässlich eben diese physiotherapeutischen Behandlungsmöglichkeiten genauer zu untersuchen. Durch eine exakte Analyse der uns zur Verfügung stehenden Behandlungstechniken in Hinblick auf ihre optimale Nutzung bei „Kreuzschmerzpatienten“ können wir einen entscheidenden Beitrag bei der Schmerzbekämpfung eben dieser Patienten leisten.

Die durch unsere Physiotherapie resultierende Belastungsstabilität des Patienten könnte eventuell sogar eine drohende Operation vermeiden helfen. In diesem Zusammenhang erscheint es sinnvoll, unsere Studie über die physiotherapeutische Behandlung von SL Patienten drei Vergleichsgruppen einzuführen: Patienten mit Mobilisationsbehandlung, mit segmentaler Stabilisationsbehandlung und mit unspezifischem Training.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass wir uns in unserer Rolle als Physiotherapeuten nicht alleine auf die Untersuchung und Behandlung der SL Patienten beschränken sollten, sondern ebenso die Beratung und das „Coaching“ von SL – Patienten mittragen sollten, mit dem Ziel eine Operation zu vermeiden.

Es ist durchaus plausibel, anzunehmen, dass wir als Physiotherapeuten durch unsere qualitativ hochwertige Behandlung helfen können, erhebliche Kosten im Gesundheitswesen zu reduzieren.

e. Literaturverzeichnis

Literatur, mit der gearbeitet wurde:

Dissertationen:

- Stefan Burmeister, Dissertation 12.1997, TU München:
Prävalenz von Spondylolyse, Spondylolisthesis, Lumbalisation und Sacralisation bei beschwerdefreien jungen Männern.
Eine radiologische Studie an 5635 subjektiv gesunden deutschen Männern im Alter zwischen 17 und 24 Jahren.
- Klaus Eiglsberger, Dissertation 1987, LMU München: Spondylolisthesis Indikation, Technik und Ergebnis der Dorsolateralen Spondylodese 32 Patienten OP davon 27 Patienten nachuntersucht über Zeitraum von 9,5 Jahren.
- Gebhard Georg Fröba, Dissertation 1997, med. Fakultät Universität Ulm: Ätiologie, Klinik und Therapie der Spondylolisthesis im Lumbalbereich an 42 Patienten.
- Ramon Handro, Dissertation 12.1997, Friedrich-Schiller-Universität-Jena: Die operative Behandlung der degenerativen Spondylolisthesis und Lumbalen Spinalstenose.
Eine 3 Jahresstudie anhand der Operationsergebnisse von 109 Patienten.

Allgemein:

- Paul Brinkmann, Wolfgang Frobin, Gunnar Leivseth, 2000, Thieme Verlag, S. 129.
- Birnbaum K., Kartak C., Niethard FU, Zeitschrift für Orthopädie; VOL:139; S. 298 -303/ 2001.
- Cotta, Orthopädie, Thieme Verlag,1982, S.182 – S.184.
- Krämer, Grifka, 2005, Orthopädie, Springer Medizinverlag, S. 147 – 149.
- Lübbers T, Bentlage C, Sandvoss G, Zentralblatt für Neurochirurgie; Vol: 63 (1); p. 12-7 / 2002 .
- Rompe, Eysel, Hopf, Heine, 1995, Zeitschrift für Orthopädie; Vol: 133 (3); S.249 - 255.

Literaturhinweise, auf die sich die Autoren der Dissertationen beziehen:

- Benini 1980, Lumbale Spondylolisthesis mit Wurzelkompressionsbeschwerden Z. Rheumatologie 39 (1980) , 287-300.
- Brocher, J.E.W. Die Dysplasie des Wirbelbogens. Fortschr. Röntgenstr. 73 1950,719-726.
- Brocher J.E.W. Die Wirbelverschiebung und ihre Differentialdiagnose. Thieme Verlag Stuttgart 1951, 3. Auflage 1951.
- Blackburne 1989
- Cloward 1981, Spondylolisthesis : Treatment by Laminectomy and Posterior Interbody Fusion. Clin Orthop relat Res 154:74-82.
- Cheng et al.1989, anterior spinal fusion for Spondylolysis and isthmic Spondylolisthesis. J Bone Jt Surg 71-B: 264-267.
- Dick Schnebel 1988, Severe Spondylolisthesis. Clin Orthop Relat Res 232: 70-79.
- Dick W.,Degenerative Lumbalskoliose und Spinalstenose. Orthopädie 22, 1993, 232-242.
- Exner, 1958, Variationen und Fehlbildungen der Wirbelsäule, Handbuch der Orthopädie, Band 2, Thieme Verlag Stuttgart 1958, 51-98.
- Farfan et al 1979. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Band 80, Hippokrates, Stuttgart, S. 14-22.
- Francillon 1958, Wirbelverschiebung in der Lumbalgegend. Handbuch der Orthopädie, Band 2, Thieme Verlag Stuttgart, 419-457.
- Fredrickson et al. 1984, The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis, 699-707.
- Fly und Price 1984 : Sexual complications of anterior fusion of the spine. Spine 9: 489-492.
- Gutsche et al 1987. Interkorporale Distractionsspondylodese der Lendenwirbelsäule Ergebnisse und Erfahrungen. Beitr Orthop Traumatol 34: 277-287.
- Halser C. Dick W. / Orthopäde Vol 31p.
- Harms und Rolinger 1982. Die operative Behandlung der Spondylolisthesis durch dorsale Aufrichtung und ventrale Verblockung. Z. Orthop. 120 (1982) 343-347.
- Hake, Frobin, Brinkmann (2002).
- Harrington 1976. Spinal Instrumentation In The Treatment Of Severe Progressive Spondylolisthesis. Clin Orthop Relat Res 117: 157-163.
- Heine et al. 1985. Weitere Erfahrungen mit der Reposition der Spondylolisthesis nach Schöllner. Orthop Praxis 12: 981-986.
- Jaster et al 1985. Zur konventionellen dorsalen Spondylodese bei der Behandlung der Spondylolisthesis. Beitr. Orthop Traumatol 32: 141-146.
- Jonsen und Kirwan, The Long Term Results Of Fusion In Situ For Severe Spondylolisthesis. J. Bone Jt Surg 65-B, 43-46 (1983).
- Kreuzsch Brinker et al 1986. Die interkorporelle Spondylodese bei lumbalen Instabilitäten. Z Orthop 124: 619-627.
- Konermann und Kolb (1988).

- Lindemann 1953. Die Erkrankungen der Wirbelsäule. Enke Verlag Stuttgart 21.
- Langendroff 1953. Über Spondylolisthesis bei Kindern und Jugendlichen. Z. Orthop., Stuttgart, 83, 548-557.
- Louis und Maresca 1977. Stabilisation chirurgicale avec reduction des spondylolyses et des spondylolisthesis. Int Orthop 1 : 215-225.
- Magerl und Wörsdorfer 1979. 10 Jahres Resultate von lumbalen interkorporellen Spondylodesen. Orthopäde 8, 192-203 .
- Moreton 1966. Spondylolysis, 671-674.
- Polster und Höfer 1974. Die biomechanischen Grundlagen für die Indikationsstellung zur vorderen und hinteren Spondylodese. Z Orthop 112: 753-758.
- Regensburger 1937. Ergebnisse von Röntgenuntersuchungen der Lendenwirbelbögen. Ein Beitrag zur Frage der Spaltbildung an den Zwischengelenksstücken und Gelenksfortsätzen der Lendenwirbel 695-704.
- Rempe 1954. Über sagittale Sakralisationszustände an der unteren LWS und ihrer Bedeutung für die Entstehung von Spondylolyse und Spondylolisthesis. Z. Stuttgart, 85, 237-247.
- Sacks 1965. Anterior interbody fusion of the lumbar spine. J Bone Jt Surg 47-B: 971-972.
- Schinz 1952, Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Thieme Verlag Stuttgart 1953.
- Schmorl und Junghanns 1968. Die gesunde und kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik. Thieme Verlag Stuttgart 5. Auflage.
- Suezawa & Jacob (1981): Zur Ätiologie der Spondylolisthesis. In Junghanns H(Hrsg.) Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 94, Hippokrates, Stuttgart, S. 14-18 (1981).
- Suezawas 1983. Indikation zur operativen Korrektur der schweren Spondylolisthesis und Beeinflussung der lumbalen Fehlhaltung. Z Orthop 121: 555-563.
- Sörensen 1978. Anterior interbody lumbar spine fusion für incapacitating disc degeneration and spondylolisthesis. Acta Orthop Scand 49: 269-277.
- Taillard 1959. Die Spondylolisthesen. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Band 11, Hippokrates, Verlag Stuttgart.
- Tilscher 1992. Lumbalsyndrome, eine Strukturanalyse bei unterschiedlichen Therapieeffekten mit besonderer Berücksichtigung der Sozialanamnese. Orthop Praxis 6: 404-409.
- Virta et al 1992. Prevalence of isthmic lumbar spondylolisthesis in middle-aged subjects from eastern and western Finland, J.Clin.Epidemiol.45, 917-922.
- Wiltse et al. 1976.
- Willis 1931, The separate neural arch. , 709-721.
- Zippel 1978. Erfahrungen mit der ventralen Spondylodese der Lendenwirbelsäule. Beitr Orthop Traumatol 25: 286-295.

Verzeichnis der Tabellen:

Tab.1 – Tab. 3 : Häufigkeit der Spondylolisthesis (in %) anhand von Studien weltweit, zusammengestellt von Stefan Burmeister. Dissertation Seite 14 – 16 1997
 Tab. 4 : Lokalisation der Spondylolyse (in %) nach Taillard (1959,S.37) aus Dissertation Stefan Burmeister Seite 7,1997.

Verzeichnisse der Abbildungen:

Abbildung 1: : Technik bei ventraler interkorporeller Spondylodese
a) Von der Seite
b) Von vorne.) (aus Seite 4 Fröba Dissert.1997)

Abbildung 2: Harringtondisstraktionsstäbe in situ (Harrington 1997)

Abbildung 3: Opperationsverfahren nach Louis
a) von dorsal
b) von der Seite mit eingebolztem Span
c) von der Seite mit Schraube und interkorporeller Spondylodese
(Louis und Maresca 1977)

Abbildung 4: Repositionsvorgang Fixateur interne nach Dick in Verbindung mit einem Repositionsgerät (Noack und Rätzel 1988)

Abbildung 5: Repositionsvorgang Fixateur interne nach Kluger

Abbildung 6: Diapason – Fixationssystem (Dipl. med. Ramon Handro Dissert. 12.1997 Seite 28)