

## VII. Diskussion

Die nachfolgende Tabelle gibt Auskunft über die Häufigkeit der einzelnen aufgetretenen Komplikationen im Vergleich mit Angaben aus der Literatur. Im anschließenden Text werden die einzelnen Komplikationen, geordnet nach Unterpunkten, kritisch abgehandelt.

**Tabelle 17:** Komplikationen eigenes Patientengut / Angaben in der Literatur

Intraoperative Komplikationen:	Eigene Daten	Literaturang.
Duraverletzung	5.9%	0,0-2,5%
Pedikelfraktur	0.0%	0,0-2,0%
Starke intraoperative Blutung	0,5%	0,0-15,8%
Spinalnervenverletzung	0,0%	0,0-0,6%
Verletzung retroperitonealer Gefäße	0,0%	0,0-0,9%

Postoperative Komplikationen:	Eigene Daten	Literaturang.
Schraubenfehlage	2,3%	0,0-20,6%
Schraubenbruch	0,9%	0,0-15,0%
Cagedislokation	0,5%	0,0-4,0%
Nachblutung	1,8%	0,0-1,0%
Neurologische Verschlechterung	4,1%	0,0-16,5%
Wunddehiszenz	0,0%	0,0-12,0%
Oberflächliche Infekte	4.1%	0,0-5,2%
Tiefe Infekte	1,8%	0,0-4,0%
Persistierende Liquorfistel	1,4%	0,0%
Redondrainagenabriß	0,5%	0,0%
Bandscheibenprolaps (benachbarte Etage)	0,9%	0,0%
Myocardinfarkt	0,5%	0,0-4,8%
Meningitis	0,5%	0,0-0,3%
Phlebothrombose	0,0%	0,0-11,2%
Lungenembolie	0,0%	0,0-6,1%
Urosepsis	0,0%	0,0-0,9%
Ileus	0,0%	0,0-2,4%
Pseudarthrose / fehlende Fusion	0,0%	0,0-22,5%

<b>Letalität:</b>	<b>0,9%</b>	<b>0,0-2,3%</b>
-------------------	-------------	-----------------

## **Ad 1. Intraoperative Komplikationen**

### **aa) Duraverletzungen**

( 36, 50, 56, 76, 86, 87, 93)

Angaben über intraoperative Duraverletzungen fanden sich in der Literatur relativ selten. Sofern darüber berichtet wurde, schwankten die Zahlen zwischen 0,0 Prozent (86) und 2,5 Prozent (76). Im Vergleich zu den genannten Zahlen aus der Literatur mußte im eigenen Patientenkollektiv mit 5,9 Prozent eine deutlich höhere Rate von Duraverletzungen verzeichnet werden. Eindeutige ursächliche Zusammenhänge konnten bei dieser Komplikation im eigenen Patientengut weder im Hinblick auf die Erfahrung des Operateurs, noch auf das Ausmaß des operativen Eingriffs hergestellt werden.

Nicht verwunderlich ist, dass für Patienten mit Voroperationen im LWS-Bereich ein deutlich erhöhtes Risiko besteht, eine Duraläsion zu erleiden. Im eigenen untersuchten Patientenkollektiv war bei nahezu der Hälfte der von dieser Komplikation betroffenen Patienten (38,6%) im Vorfeld eine LWS-Operation erfolgt. Deutlich erschwerte intraoperative Bedingungen mit Narbenbildungen und Duraverklebungen, wie sie typischerweise bei diesen Patienten vorgefunden werden, stellen hierfür die Hauptgründe dar.

Bei allen Autoren, die über Duraverletzungen in entsprechenden eigenen Patientenkollektiven berichtet haben, bestand Einigkeit in Bezug auf das Komplikationsmanagement (50, 56, 93). Sofern möglich, sollten alle Läsionen sofort mittels Naht und/ oder Fibrinkleber versorgt werden. Als Fadenmaterial wurde meist Seide in einer Stärke von 4,0 - 6,0 verwendet. Ziel sollte ein möglichst wasserdichter Verschluss der Dura sein, um einer eventuell aus der Verletzung resultierenden Liquorfistel oder einer potentiellen Infektion vorzubeugen. Bei mikrochirurgisch nicht mittels Naht zu versorgenden Verletzungen der Dura empfahlen die meisten Autoren neben einer Abdichtung der Läsion mit Fibrinkleber oder fibringetränkten Patches eine mindestens zweiwöchige Bettruhe des Patienten (56,76).

Auf die Einlage von Drainagen, insbesondere Redondrainagen bzw. Drainagen mit Sogwirkung sollte im Hinblick auf einen möglicherweise daraus resultierenden erheb-

lichen Liquorverlust und damit verbundenen weiteren Komplikationsmöglichkeiten, wie zum Beispiel dem Auftreten einer cerebellären Blutung, verzichtet werden (36).

#### **ab) Starke intraoperative Blutungen**

( 9, 11,15,16, 21, 33, 56, 76, 78, 92, 98, 99)

Angaben über das Auftreten starker intraoperativer Blutungen, ohne dass größere retroperitoneale Gefäße verletzt wurden, fanden sich in der gängigen Literatur nur selten.

Lin und Cloward (56, 15) erwähnten jeweils vereinzelte Fälle in eigenen Patientenkollektiven, bei denen es zu größeren Blutungen aus venösen Knochenkanälen und Ästen der Intervertebralarterien im Bereich von Recessus und Wirbelgelenken gekommen war. Beide Autoren berichteten jedoch nicht detailliert über die einzelnen Fälle, auch fehlten genauere Angaben über das Ausmaß der entsprechenden Blutungen.

Die Arbeitsgruppe um Fujita et al. (33) postulierte anhand der Ergebnisse einer Studie mit 137 Patienten ein deutlich erhöhtes Risiko für das postoperative Auftreten lebensbedrohlicher Komplikationen bei intraoperativen Blutverlusten über 1000 ml. Besonderes Augenmerk wurde in dieser Studie auf ältere Patienten (Lebensalter über 60 Jahre) gerichtet. Diese Korrelation konnte anhand der eigenen Ergebnisse nicht bestätigt werden.

Angaben über eine Verletzung retroperitonealer Gefäße im Rahmen einer PLIF-Operation fehlten in den für die vorliegende Arbeit benutzten Literaturquellen ganz. Auch in der eigenen Komplikationsstatistik mußte erfreulicherweise kein Fall verzeichnet werden. Das Risiko für das Auftreten einer derartigen Komplikation bei spinalen Fusionsoperationen dürfte wohl im Bereich der Rate anzusiedeln sein wie sie von DeSaussure, Wildförster und Oppel et al. (21,99,78) in großen Kohortenstudien insbesondere für Bandscheibenoperationen ermittelt wurde. Diesbezüglich sei auf die Zusammenfassung von Grumme und Kolodzieczyk (36) verwiesen.

Oppel et al. (78) berichteten dabei über sechs Fälle von Verletzungen retroperitonealer Gefäße bei 10.000 Operationen. Wildförster (99) dokumentierte in einer Sammelstudie mit über 60.000 lumbalen Eingriffen 31 Fälle retroperitonealer

Blutungen. DeSaussure (21) ermittelte an Hand einer Befragung von ca. 3000 Chirurgen und Neurochirurgen 106 Gefäßverletzungen.

Im eigenen Patientenkollektiv wurde ein Blutverlust bis zu 1500 ml nicht als Komplikation angesehen. Ein Patient erlitt während eines polysegmentalen PLIF-OP einen intraoperativen Blutverlust von ca. 3500 ml. Ursächlich für diese exzessive Blutung war das Zusammentreffen verschiedener Faktoren. Der Patient war aufgrund einer Spinalkanalstenose voroperiert. Intraoperativ mußte eine langwierige Präparation erfolgen, bei der es bereits zu starken Blutungen aus Narbenpaketen und im weiteren Verlauf der Operation auch zu Blutungen aus einem massiv gestauten Plexus venosus kam. Postoperativ erlitt der Patient keine weiteren Komplikationen.

Um größeren Blutungen vorzubeugen empfiehlt sich eine möglichst schonende Freilegung der zu instrumentierenden Wirbel, wobei die Präparation nicht über die Querfortsätze hinaus erfolgen sollte, um Muskel - und Gelenkarterien nach Möglichkeit zu schonen (92).

Zur Vermeidung einer weiteren potentiellen Blutungsquelle sollte die Verwendung scharfer Curetten bei der Vorbereitung des Intervertebralraumes zur Aufnahme entsprechender Cages nur unter größter Schonung der Deckplatten erfolgen.

Neben den üblichen Techniken der intraoperativen Blutstillung wie temporärem Abstopfen mit Gelitta und Watten oder der Verwendung bipolarer Koagulation wurde von mehrere Autoren (56, 16) insbesondere bei Instrumentierungen mit notwendigen größeren Eröffnungen des Spinalkanals, auch die großzügige Verwendung von fibrinbeschichteten Schwämmen unterschiedlicher Hersteller empfohlen.

## **Ad 2. Postoperative Komplikationen**

### **ba) Nachblutung**

(22, 25, 28, 46, 63)

Angaben über Nachblutungen nach PLIF-Operationen in der Literatur sind selten. In einer von Mardjetko et al. (63) publizierten Meta - Analyse der vorhandenen Literatur über Ergebnisse nach Fusionsoperationen von 1970 – 1993 wurde in keiner einzigen Veröffentlichung über eine aufgetretene Nachblutung berichtet . Auch in einer weiteren Literaturanalyse von Kanwaldeep et al. (46) aus dem Jahre 1997 zu diesem Thema, fand sich kein Bericht über eine postoperative Nachblutung.

Eine 18122 Patienten umfassende Kohortenstudie von Deyo et al. (22) aus dem Jahre 1993 dokumentierte einen zehn prozentigen Anteil von Blutungen im Bezug auf alle aufgetretenen Komplikationen. Die Untersuchung erstreckte sich jedoch über sämtliche Operationen im Bereich der lumbalen Wirbelsäule. Ob, oder wie viele Nachblutungen auf PLIF-Operationen entfielen, konnte nicht entschlüsselt werden.

Masferrer et al. (63) berichteten 1998 über einen Fall einer revisionsbedürftigen subcutanen Nachblutung in einem Kollektiv von 95 Patienten. Dickman et al. (25) berichteten über einen Fall eines revisionsbedürftigen epiduralen Hämatoms bei 104 Patienten mit Fusionsoperationen. Esses (28) analysierte 1994 in einer Veröffentlichung über potentielle Komplikationen nach Fusionsoperationen im Lumbalbereich zwar Gefäßverletzungen und das entsprechende Komplikationshandling beim Auftreten derselben, Nachblutungen ohne eine nachweisbare Verletzung größerer Gefäße wurden in seiner Arbeit jedoch nicht explizit abgehandelt.

Im Rahmen des eigenen Patientenkollektivs betrug die Inzidenzrate von Nachblutungen 1.8 Prozent. Bei allen betroffenen Patienten war die Nachblutung trotz intraoperativ sachgerecht eingelegter Redondrainagen aufgetreten. Bei keinem der vier betroffenen Patienten gelang es intraoperativ bei der Revisionsoperation eine eindeutige Blutungsquelle nachzuweisen. Als mögliche Blutungsquellen wurden unter anderem knöcherne Abtragungsrän der am Wirbel nach erfolgter Laminektomie, venöse und arterielle Gefäße der paravertebralen Muskulatur sowie ein gestauter epiduraler Venenplexus vermutet.

Lediglich bei einem Patienten fand sich in der Anamnese als möglicher Risikofaktor für eine Nachblutung eine langjährige Einnahme von Salicylsäurepräparaten

(ASS 100, 1x/d). Die präoperativ bestimmten laborchemischen Gerinnungsparameter (Quick, PTT, in vitro Blutungszeit) bewegten sich bei allen vier Patienten im Normbereich.

## **bb) Neurologische Verschlechterung**

(1, 6, 23, 29, 38, 41, 45, 66, 71, 72, 74, 75, 91, 98)

Neurologische Verschlechterungen nach spinalen Eingriffen ohne fassbares pathologisches Korrelat stellen eine der gefürchtetsten Komplikationen dar. So ist es nicht verwunderlich, dass in den meisten Studien besonderes Augenmerk auf derartige Fälle gerichtet wurde.

In einigen Veröffentlichungen über Ergebnisse nach Fusionen im Lumbalbereich, so bei Kahn et al., Fabris et al., Sullivan et al. und Aebi et al., wurde über keinerlei neurologische Komplikationen berichtet (1, 29, 45, 91). Alle der genannten Veröffentlichungen überblickten dabei jedoch nur wenige Fälle. Eine Studie beinhaltete nur zwölf Patienten (29), drei der Studien überblickten weniger als dreißig Patienten (1, 45, 91).

Generell schwankten Angaben über die Inzidenz von neurologischen Komplikationen in der Literatur zwischen 1,0 bis 10 Prozent, wobei die untersuchten Kollektive mit Patientenzahlen zwischen 21 und 1524 einer breiten Streuung unterlagen (1, 23).

Über das Auftreten meist temporär bestehender Sensibilitätsstörungen unterschiedlichster Ausprägung wurde von mehreren Autoren berichtet (6, 41, 67, 77, 98). Herring und Wenger (41) stellten in ihrer Studie bei fünf Patienten postoperativ aufgetretene Sensibilitätsstörungen fest. Bei vier dieser Patienten bildete sich die Symptomatik spontan innerhalb weniger Tage komplett zurück, ein Patient behielt ein persistierendes Sensibilitätsdefizit zurück. Bei keinem der betroffenen Patienten konnte eine eindeutige Ursache für die jeweilige Störung gesichert werden.

Matsuzaki et al. (67) verzeichneten in ihrem Patientenkollektiv zwei Fälle von postoperativ aufgetretenen Sensibilitätsstörungen. Bei beiden Fällen kam es zu einer kompletten Rückbildung der Symptomatik. Okuyama et al. (77) beobachtete in einer 75 Patienten umfassenden Studie 12 Fälle von vorübergehenden Sensibilitätsstörungen. Sämtliche aufgetretenen Defizite hatten sich spätestens drei Monate nach

dem vorausgehenden operativen Eingriff vollständig zurückgebildet. Blumenthal und Gil (6) dokumentierten bei 470 Patienten nach PLIF-Operation einen Fall einer temporär bestehenden einseitigen Dysästhesie im L5 Dermatome.

Auch über das Auftreten von Paresen konnten bei der Literaturrecherche mehrere Berichte gefunden werden (75, 81, 88).

Schnee et al. (88) verzeichneten einen Fall einer kompletten einseitigen L5 Parese mit nur inkompletter Rückbildung. Pihlajamäki et al. (81) berichteten über drei Fälle von postoperativ neu aufgetretenen Fußheberparesen ohne Rückbildungstendenz. Als mögliche Ursachen für die neurologische Verschlechterung wurde bei zwei der Patienten eine intraoperative Schädigung des Nerven durch Manipulation, in einem Fall ein Distractionsschaden durch die Reposition vermutet. Blumenthal und Gil (6) beschrieben in Ihrer Veröffentlichung über Komplikationen nach lumbalen Fusionsoperationen einen Fall einer kompletten einseitigen Fußheberparese.

Noack et al. (75) berichteten über drei Patienten mit einer postoperativen Verschlechterung der präoperativ bestehenden neurologischen Symptomatik nach PLIF-Operation. Bei allen betroffenen Patienten bestanden Paresen der vom Spinalnerven L5 versorgten Fußmuskulatur (1x einseitig, 2x beidseitig). Eine durchgeführte operative Revision des Spinalkanals erbrachte unauffällige Verhältnisse ohne Nachweis jeglichen pathologischen Korrelats. Gemeinsam war jedoch allen drei Patienten, dass bereits im präoperativen EMG ein neurogener Umbau in den von L5 versorgten Muskeln nachgewiesen worden war. Diese Tatsache wurde vom o.g. Autor als Indiz für eine erhöhte Vulnerabilität der betreffenden Nervenwurzel gewertet.

Die meisten Autoren sahen bei derartigen Fällen eine technisch bedingte, intraoperative Kontusion der Spinalwurzelfasern als mögliche Ursache der Sensibilitätsstörungen an (75, 77, 81, 88). Auch kleinere epidurale Nachblutungen und postoperative ödematöse Schwellungen der Nervenwurzeln (98) wurden als mögliche Erklärung diskutiert, konnten jedoch nicht als entsprechendes pathologisches Korrelat radiologisch nachgewiesen werden. Diese Feststellung deckte sich mit den Untersuchungsergebnissen der eigenen Studie. Auch hier konnte bei vier Patienten mit unterschiedlichen neurologischen Ausfällen keine eindeutige Ursache bzw. kein pathologisches diagnostisches Korrelat für die aufgetretene Läsion gefunden werden.

Eine weitere potentielle Ursache für neurologische Verschlechterungen jeglicher Art sahen verschiedene Autoren auch in der Korrektur der vorbestehenden Listhese mit der dadurch verbundenen Distraction der entsprechenden Spinalwurzeln (65, 67, 74). Berichte über neurologische Komplikationen bis hin zur Beschreibung einer kompletten Cauda – Symptomatik, die auf die Reposition von Listhesen zurückgeführt wurden, fanden sich z.B. bei Davne, Louis, McAfee, Noack und Pihlajamäki (20, 58, 71, 75, 81). Am häufigsten betroffen von repositionsbedingten Läsionen war nach Noack et al. (75) insbesondere die Spinalwurzel L5.

Die Reposition als Risikofaktor und potentielle Ursache von Nervenschädigungen wurde besonders deutlich bei der Behandlung einer Spondyloptose. Mit der Reposition einer Spondyloptose ist eine Rumpfverlängerung von 3-4 cm, in Einzelfällen sogar bis zu 9 cm verbunden. Um den entsprechenden Weg muß insbesondere die Wurzel L5 verlagert bzw. gedehnt werden. Die tiefer gelegene S1 Wurzel wird durch die Reposition eher entspannt, da sich ihr Verlauf im Spinalkanal über die hintere Sakrumkante verkürzt (75). Um derartige Komplikationen zu vermeiden, propagierten einzelne Autoren, so z.B. Matthiaß (66), bei höhergradigen Spondylolisthesen sogar ein mehrzeitiges Vorgehen, wobei eine erste Teilreposition vor der endgültigen Korrektur der Listhese durch die PLIF-Operation unter Verwendung eines Fixateur externe erfolgte.

### **bc) Wundinfekte**

(7, 20, 24, 34, 43, 48, 60, 90)

Mehrere Studien haben sich mit der Ursachenforschung für Infektionen bei spinalen Eingriffen beschäftigt. Bei Fusionsoperationen ohne dorsale Instrumentierung lag die Infektionsrate nach Literaturangaben zwischen 0,9 und 5 Prozent (20, 90). Bei Fusionsoperationen mit dorsaler Instrumentierung schwankten die Angaben über Infektionsraten in der Literatur zwischen 0,11 und 10 Prozent (7, 20, 24, 25, 90).

Glassman et al. (34) unterschieden 1996 in ihrer Arbeit, der eine Analyse von 858 Patienten mit Fusionsoperationen an der Lendenwirbelsäule zu Grunde lag, zwischen patientenbezogenen Risiko- und operationstechnischen Risikofaktoren. Nach den Ergebnissen dieser Studie waren Patienten mit postoperativen Infektionen



im Vergleich zum Gesamtkollektiv der Patienten meist älter und litten unter mindestens einer relevanten Vorerkrankung wie z.B. Diabetes mellitus oder koronarer Herzerkrankung. Dieses Ergebnis ließ sich auch bei der Auswertung des eigenen Patientenkollektivs bestätigen.

Im Gegensatz zur Meinung verschiedener Autoren, die auch einen bekannten langjährigen Nikotinkonsum als prädisponierenden Risikofaktor ansahen (48), konnte diese These in der Studie von Glassman et al. (34) nicht bestätigt werden.

Bei den operationstechnischen Risikofaktoren analysierten Glassman et al. (34) den Einfluß der Operationszeit, die Anzahl der fusionierten Segmente und den durchschnittlichen Blutverlust im Bezug auf die Entwicklung von Infekten. Bei keinem der angeführten Punkte zeigten sich im untersuchten Patientenkollektiv signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit komplikationslosem postoperativen Verlauf und Infektpatienten. Dieses Ergebnis stand insbesondere im Hinblick auf den Zeitfaktor und die Bedeutung des Ausmaßes eines operativen Eingriffs für eine Infektentwicklung im Widerspruch zu zwei Literaturquellen (43, 60). Die letztgenannten Autoren vertraten dabei die These, dass sowohl eine Operationszeit über fünf Stunden als auch eine Fusionsoperation, die sich über mehrere Etagen erstreckt, einen signifikanten Risikofaktor für das Auftreten postoperativer Infekte darstellt.

Einigkeit bei allen Autoren bestand in der Erkenntnis, dass es insbesondere bei Patienten mit postoperativen Wundinfekten in signifikant erhöhtem Maße zu weiteren medizinischen Problemen und einer deutlich erhöhten Letalität kommt (25).

Auch der in der eigenen Untersuchung dokumentierte letale Verlauf infolge einer Sepsis unterstützte diese These.

Das festgestellte Keimspektrum entsprach im wesentlichen den auch in der Literatur am häufigsten genannten Keimen (20, 34). Als häufigster verantwortlicher Keim für Infekte fand sich dabei sowohl im eigenen Patientenkollektiv als auch in den entsprechenden Literaturquellen *Staphylococcus aureus*.

## **bd) Meningitis**

In keiner der vorhandenen Literaturquellen wurde als Komplikation nach einer PLIF-Operation eine postoperativ aufgetretene Meningitis erwähnt.

Ursache und Verlauf einer im eigenen Patientenkollektiv aufgetretenen Meningitis wurden bereits im entsprechenden Unterpunkt bd) unter Ergebnisse abgehandelt.

### **be) Persistierende Liquorfistel**

Obwohl sämtliche intraoperativ erfolgten Duraverletzungen sofort nach entsprechendem Standard mikrochirurgisch mittels Duranaht bzw. durch Aufbringen eines Fibrinpatches oder Fibrinklebers auf die Läsion versorgt wurden und ergänzend für die betroffenen Patienten eine verlängerte postoperative Bettruhe von mindestens 48 Stunden verordnet worden war, mußte insgesamt fünfmal eine persistierende Liquorfistel verzeichnet werden. In der gängigen Literatur fand sich keine einzige Beschreibung einer derartigen Komplikation. Damit ist die Rate dieser Komplikation mit 1,4 Prozent im eigenen Patientenkollektiv im Vergleich zu entsprechenden Literaturquellen deutlich erhöht. Die Gründe dafür blieben jedoch auch nach einer ausführlichen Analyse des vorliegenden Datenmaterials im Dunkeln.

### **bf) Schraubenfehlage**

(1,60, 61, 71, 72, 76, 77, 87, 89, 93, 94, 102, 103)

Beim Einbringen von Pedikelschrauben besteht ein breites Spektrum potentieller Komplikationsmöglichkeiten. Die häufigste Form dabei ist eine Schraubenfehlplatzierung mit Durchbrechung der Corticalis. Ungewollte Abweichungen von der korrekten Schraubenlage in Pedikel und Wirbel sind dabei nach medial und lateral als auch nach cranial und caudal möglich.

Bei einer ungewollten Penetration der Schraube in den Spinalkanal kann es daher verständlicherweise zu Verletzungen des Duralschlauchs und des entsprechenden Spinalnerven in Höhe der Fusion kommen. Bei cranialer Fehlplatzierung kann das Neuroforamen bzw. der entsprechende Spinalnerv oberhalb der Fusionsebene tan-

giert und verletzt werden. Zu weit laterale Schraubenlagen begünstigen eine Zerstörung des Pedikels und damit auch eine eventuelle Instabilität der Instrumentierung.

Bei falscher Wahl der Schraubenlänge besteht auch die Möglichkeit durch eine zu weit nach ventral reichende Schraubenspitze anatomische Strukturen retro - und intraperitoneal zu verletzen (1).

Geht man von Pedikeldurchmessern zwischen 5-10 mm im lumbalen Bereich aus, so wird klar, dass selbst erfahrene Wirbelsäulenchirurgen gelegentlich Pedikelschrauben fehlplatzieren können.

Berichte in der Literatur über Schraubenfehlagen sind daher relativ häufig. Roy-Camille et al. berichteten in einer frühen Untersuchung 1986 über eine Rate von 10 Prozent Schraubenfehlagen (87). In einer Studie von Vaccaro et al. (93) aus dem Jahre 1990 hatten von 90 eingebrachten Schrauben 37 die Kortikalis durchbrochen. Schulze et al. (89) berichteten 1998 in einer weiteren Studie, die auch Schraubenfehlagen ohne klinische Symptomatik bzw. therapeutische Relevanz erfasste, über eine 20 Prozent Rate an fehlplatzierten Schrauben.

Ohlin et al. (76) dokumentierten 1994 in einem eigenen Kollektiv von 163 Patienten 17 fehlplatzierte Schrauben. In Verbindung mit der Schraubenfehlage berichteten die Autoren in drei Fällen über eine korrelierende klinische Symptomatik, die sich jeweils in radikulären Schmerzen und leichten Paresen äußerte. Exaktere Angaben zur Klinik fehlten.

McAfee et al. (71) beschrieben 1999 in ihrer Analyse von 526 platzierten Pedikelschrauben bei 120 Patienten eine Quote von 4,2 Prozent sogenannter Problemschrauben. Die Autoren fassten dabei Schraubenfehlagen mit und ohne klinische Symptomatik zusammen. In einer Studie, die 148 Patienten mit PLIF Operationen umfaßte, berichteten Okuyama et al. 1999 (77) über sechs Fehlplatzierungen von Pedikelschrauben, entsprechend einem Prozentsatz von 4,0 Prozent.

Im Vergleich mit den Literaturangaben lag die Rate an Schraubenfehlplatzierungen im eigenen Patientenkollektiv mit 2,3 Prozent deutlich unter den durchschnittlichen Angaben.

Im Hinblick auf Komplikationen, die sich bei der Platzierung von Pedikelschrauben ergeben können, haben sich mehrere Autoren mit den Gründen für nachgewiesene Schraubenfehlagen und der Möglichkeit, derartige Komplikationen zu vermeiden, beschäftigt (61, 95, 102). In den letzten Jahren wurden zunehmend Verfahren

angewandt, die ergänzend zum bildwandlerkontrollierten Platzieren der Pedikelschrauben, intraoperativ eine höhere Genauigkeit der Schraubenlage gewährleisten sollen.

Myers et al. (74) untersuchten 1995 an einem Schweinemodell die elektrische Impedanz der Pedikel nach erfolgtem Aufbohren. Es gelang dabei, mit einer Sensitivität und Spezifität von 95 Prozent die Integrität des Knochens zu bestimmen. Young et al. (102) wendeten 1995 dieses Verfahren mit über die Pedikelschraube übertragenen evozierten EMG-Potentialen intraoperativ an. Auch Maguire et al. (61) bedienten sich dieser Methode und fanden unterhalb einer Schwelle von 6 mA, die über eine Stimulation von Bohrer oder Pedikelschrauben gemessen wurde, eine Verletzung der Integrität des Pedikels.

In zunehmendem Maße wird mittlerweile auch durch den Einsatz von Neuro-navigationssystemen bei lumbalen Fusionsoperationen versucht, Fehllagen von Pedikelschrauben zu verhindern. Ein zusätzlicher Vorteil der Navigation besteht darin, dass sich bei störungsfreier Funktion auch die intraoperative Strahlenbelastung für Patient und OP-Personal deutlich reduzieren lässt (94). Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist die spinale Anwendung von Navigationssystemen im Bereich der lumbalen Wirbelsäule jedoch noch sehr im Fluß. Insbesondere durch eine derzeit zum Teil doch recht aufwendige intraoperative Referenzierung von Patienten und präoperativ gewonnenen Bilddaten, verbunden mit oft deutlich verlängerter OP-Zeit, relativieren sich die Vorteile dieser Methode.

Es verwundert nicht, dass jegliche neue Technik auch einen Anstieg typischerweise damit verbundener Komplikationen mit sich bringt. Jeder Chirurg unterläuft dabei bis zur sicheren Beherrschung eines neuen Verfahrens einen Lernprozess. Diese Tatsache konnte unter anderem in einer in vitro Studie von Weinstein et al. (95) eindrucksvoll demonstriert werden, wobei die Fehlerrate beim Platzieren von Pedikelschrauben durch entsprechende Erfahrung und Übung bei den Operateuren von anfänglich 36,1 Prozent auf 6,3 Prozent sank.

Die Ergebnisse von Weinstein und seinen Mitarbeitern fanden ihre Bestätigung auch in den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Betrachtet man die Komplikationsraten zu Beginn der lumbalen Fusionschirurgie in Augsburg mit den Ergebnissen der letzten Jahre, so läßt sich auch hier das Vorliegen einer Lernkurve demonstrieren. Lag 1984 die Komplikationsrate noch bei annähernd 40 Prozent, so kam es über die Jahre zu einem stetigen Abfall. Im Jahr 2000 wurden bei insgesamt 42 Eingriffen

noch 7 Komplikationen verzeichnet was einer Komplikationsrate von ca. 16 Prozent entspricht (siehe hierzu auch Tabelle 8).

Korrekte Schraubenlagen sind neben der sorgfältigen Auswahl geeigneter Interponate bzw. Cages die entscheidende Voraussetzung für eine stabile Fusion bei PLIF-Operationen. Diese Tatsache konnte 1993 anhand einer prospektiven randomisierten Studie von McGuire und Amundson (72) und in einer im Jahre 1994 veröffentlichten Kohortenstudie von Yuan und Mitarbeitern (103), die 2684 Patienten umfaßte, festgestellt werden. Das überaus gute Ergebnis einer 100 Prozent Fusionsrate im eigenen Patientenkollektiv untermauerte dieses Faktum.

### **bg) Schraubenbruch**

(23, 24, 25, 28, 59, 62, 63, 77, 81, 87, 104)

Die Häufigkeit von Schraubenbrüchen schwankte in den entsprechenden Literaturangaben im Durchschnitt zwischen zwei und vier Prozent. In einer Untersuchung von Roy-Camille et al. (87) wurden in einem Kollektiv von 227 Patienten 21 Schraubenbrüche festgestellt. Pihlajamäki et al. (81) berichteten in einer 102 Patienten umfassenden Studie über neun festgestellte Schraubenbrüche. Alle betroffenen Patienten wurden aufgrund inkompletter bzw. fehlender Fusion erneut operiert. Okuyama et al. (77) dokumentierten 1999 in einer eigenen Studie mit 148 Patienten drei Schraubenbrüche. Esses berichtete im Rahmen seiner Erfahrungen mit dem AO Instrumentarium in einem Kollektiv von 137 Patienten über insgesamt fünf Schraubenbrüche (28). Dick et al. (24) dokumentierten in einer Gruppe von 183 Patienten, die ebenfalls unter Verwendung des AO Instrumentariums operiert worden waren, acht gebrochene Pedikelschrauben ohne begleitende klinische Symptomatik. Dickman et al. (25) berichteten 1992 in einer 104 Fälle von Fusionsoperationen umfassenden Studie über sechs aufgetretene Schraubenbrüche. Aufgrund fehlender Symptomatik bedurfte keiner der betroffenen Patienten einer operativen Revision. Im eigenen Patientenkollektiv lag die Rate von Schraubenbrüchen mit einem Fall bei 0,5 Prozent.

Schraubenbrüche sind in der Regel klinisch nicht relevant und bedürfen meist keiner operativen Korrektur, außer sie gehen einher mit einer inkompletten Fusion des instrumentierten Segments oder einer Pseudarthrose (24, 81).

Nach den Ergebnissen diverser Studien (23, 25, 81, 104) schien keines der gängigen Wirbelsäulen-Instrumentarien besonders anfällig für Schraubenbrüche zu sein.

Ursächlich für Schraubenbrüche sind häufig zu schmal gewählte Schraubendurchmesser. Insbesondere bei Fusionsoperationen im LWS Bereich bei Erwachsenen sollte der Mindestdurchmesser der Pedikelschrauben nicht unter 5,5 mm liegen (23). Ein weiterer Grund für Schraubenbrüche liegt in der fehlenden Fusion des instrumentierten Segments mit fortbestehender Instabilität bzw. Pseudarthrosenbildung.

#### **bh) Interponatdislokation**

(6, 71, 77)

Die Häufigkeit von Cage - Dislokationen wurde in der Literatur zwischen 0 und 4 Prozent angegeben. Okuyama et al. (77) berichteten 1999 in einer retrospektiven Analyse von 148 Patienten nach PLIF-Operationen über zwei Fälle einer Cage-Dislokation. Einmal wurde der dislozierte Cage als Zufallsbefund ohne begleitende klinische Symptome im Rahmen einer Routine-Röntgenkontrolle festgestellt, beim zweiten Fall trat eine L5-Spinalwurzelirritation auf. Der Patient mit aufgetretener radiculärer Symptomatik wurde erneut operiert und die Lage des Interspacers korrigiert.

Blumenthal und Gill (6) dokumentierten 1993 zwei Fälle von Cage-Dislokationen in einem 238 Patienten umfassenden Kollektiv. McAfee berichtete über 45 Fälle von Cage-Dislokationen in einer Gruppe von 947 Patienten. Nahezu alle der in dieser Studie verzeichneten Interponatdislokationen waren innerhalb der ersten 100 Tage nach der vorausgegangenen Fusionsoperation aufgetreten. Die Ursache stellte für den Autor eine technische Komplikation dar, deren Ursache er in einer ungenügenden Distraction des zu fusionierenden Intervertebralraumes vor dem Ausfräsen begründete (71).

Im eigenen Patientenkollektiv entsprach die Inzidenzrate dieser Komplikation mit einem Patienten 0.5 Prozent und lag damit im Bereich der Angaben aus der Literatur. Als Ursache der Cage-Dislokation im eigenen Patientenkollektiv wurde bei der

Revisionsoperation mit anschließender Korrektur der dislozierten Cages eine Lockerung bzw. ungenügende Fixation der Längsstangen festgestellt.

### **bi) Redondrainagenabriß**

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde ein Fall einer abgerissenen Redondrainage dokumentiert. Wie bei der notwendigen operativen Revision festgestellt wurde, war die Drainage nicht wie zunächst vermutet, versehentlich mit einem Faszien- oder Subcutanfaden fixiert worden, sondern im perforierten Bereich abgerissen. Literaturquellen zu ähnlichen Fällen fehlen. Auf eine weitere Diskussion wird hier verzichtet.

### **bj) Nicht chirurgische Komplikationen**

(20, 55, 66, 76, 85, 89, 92)

In mehreren Veröffentlichungen wurde über das Auftreten nicht chirurgischer Komplikationen berichtet. Rish (85) dokumentierte 1989 in einem 250 Patienten umfassenden Kollektiv drei Phlebothrombosen und eine klinisch symptomatische Lungenembolie.

Turner et al. (92) eruierten 1992 an Hand einer Literaturrecherche von 47 Artikeln über Ergebnisse nach lumbalen Fusionen eine Rate zwischen 1,0 und 42,6 (!) Prozent an nicht chirurgischen Komplikationen. Als häufigste Einzelkomplikationen wurden in dieser Veröffentlichung erneut Lungenembolien (durchschnittlich 2,2%) und Phlebothrombosen (durchschnittlich 3,7%) genannt.

Ohlin et al. (76) berichteten 1994 über drei Fälle von Lungenembolien in einem eigenen, 163 Patienten umfassenden Kollektiv. Matthiaß (66) dokumentierte 1990 in einer Gruppe von 32 Patienten mit Fusionen im Bereich der LWS eine postoperativ aufgetretene Psychose und einen Fall eines hepato-renalen Syndroms .

In der retrospektiven Analyse von 486 Patienten mit PLIF-Operation fanden Davne et al. (20) 1992 eine Rate von 0,9 Prozent an nicht chirurgischen Komplikationen. Als Einzelkomplikationen wurden in dieser Untersuchung fünf Fälle von Lungenembolien, ein Myocardinfarkt und zwei Fälle von Hepatitis aufgelistet.

Im Vergleich zu den entsprechenden Literaturangaben lag im eigenen untersuchten Patientenkollektiv die Rate von schweren, nicht chirurgischen Komplikationen mit 0,8 Prozent erstaunlich niedrig.

### **bk) Letalität**

(22, 28, 33)

In sämtlichen Studien, die über letale Verläufe nach PLIF-Operationen im Zeitraum der Hospitalisationsphase berichteten, führten nicht chirurgische Komplikationen zum Tod der entsprechenden Patienten und standen allenfalls in indirektem Zusammenhang mit der vorausgegangenen Operation.

Fujita (33) berichtete 1997 über eine Mortalitätsrate von 1,2 Prozent in einem Kollektiv von 149 Patienten. Die entsprechenden Todesursachen bestanden bei einem Patienten aus einem cerebralen Insult verbunden mit cardialen Arrhythmien, beim zweiten Patienten trat am fünften postoperativen Tag eine massive disseminierte Verbrauchskoagulopathie mit konsekutivem Multiorganversagen auf.

Esses (28) teilte 1994 einen letalen Verlauf in einem eigenen Patientenkollektiv mit. Der Patient war ca. zwei Wochen nach erfolgter Fusionsoperation tot im Badezimmer liegend vorgefunden worden. Als mögliche Todesursache wurde eine Lungenembolie vermutet, eine Obduktion war bei dem Patienten jedoch nicht erfolgt.

Deyo et al. (22) untersuchten 1992 im Rahmen einer Kohortenstudie Morbiditäts- und Mortalitätsraten bei 18.122 Patienten, die sich im Staate Washington zwischen 1986 und 1988 Eingriffen im Bereich der Lendenwirbelsäule unterziehen mußten. Die Studie beinhaltete dabei auch Patienten mit Bandscheibenoperationen und Laminektomien ohne zusätzliche Fusion. Die Autoren ermittelten eine Mortalitätsrate von 1 Prozent. Als häufigste Todesursache fanden sich Myocardinfarkte mit cardiogenem Schock. Bei einem Patienten führte ein Multiorganversagen im Rahmen einer Sepsis zum Tode, ein weiterer Patient verstarb an den Folgen einer Colondivertikelperforation.



Im eigenen Patientenkollektiv betrug die Letalitätsrate mit zwei Patienten 0,8 Prozent und liegt damit im Bereich der in der Literatur angegebenen Zahlen.

Beim ersten Patienten war die Ursache für den letalen Verlauf auf einen Myocardinfarkt zurückzuführen und stand nicht im Zusammenhang mit der vorausgegangenen Operation. Die Ursache für den zweiten perioperative Todesfall bestand in einem Multiorganversagen bei generalisierter Sepsis nach Abszess und mußte daher in direktem Zusammenhang mit der Operation gesehen werden.

### **c) Spätkomplikationen**

#### **ca) Bandscheibenprolaps**

(11, 13, 31, 54, 55, 79, 80, 90)

In der Literatur bestand weitgehender Konsens darüber, dass es als Auswirkung von Fusionsoperationen zu degenerativen Veränderungen im Bereich der Nachbarsegmente kommen kann (11, 13, 31, 54, 55, 79, 90).

Insbesondere bei langstreckigen Fusionen, wie sie z.B. in der operativen Behandlung von Skoliosen zur Anwendung kommen, treten signifikante degenerative Veränderungen im Bereich der an die fusionierten Etagen anschließenden Nachbarsegmente auf.

Chow et al. (13) überprüften 1996 die Segmentmobilität und den intranukleären Belastungsdruck im Rahmen einer in vitro Studie an Leichenpräparaten vor und nach monosegmentalen Fusionen im Segment L4/5 und polysegmentalen Fusionen in den Segmenten L4/5/S1. Das Ergebnis ihrer Studie erbrachte eine deutlich erhöhte Segmentmotilität unmittelbar oberhalb und unterhalb der fusionierten Etagen. Die erhöhte Motilität wirkte sich dabei sowohl auf die Flexion als auch auf die Extension aus.

Lehmann et al. (54) fanden 1987 bei einer Nachuntersuchung von 33 Patienten 21 Jahre nach einer posterioren lumbalen Fusion bei 30 Prozent eine Spinalkanalstenose oberhalb der Fusionsstrecke. Der Status der Bandscheiben zum Zeitpunkt der Fusion konnte jedoch nicht angegeben werden.

Unterstützt wurden die Ergebnisse dieser Studie durch eine Arbeit von Brodsky von 1976 (11), der im Rahmen einer großen Multicenterstudie bei insgesamt 231 Patienten nach PLIF-Operationen konzentrische Stenosen oberhalb der Fusions-ebene feststellte. Die entsprechenden Stenosen hatten ihre Ursache in einem Zusammenwirken aus postoperativ entstandenem Narbengewebe, hyperplastischen Knochenwucherungen und Verschmälerungen des an die fusionierte Etage angrenzenden Intervertebralraumes.

Nach einer Untersuchung von Leong et al. von 1993 (55) betrug der Anteil von Bandscheibendegenerationen nach ventralen Fusionen in den benachbarten Segmenten sogar bis zu 50 Prozent. Auch in dieser Studie fanden sich jedoch keine Angaben über den Ausgangsbefund der an die fusionierten Segmente angrenzenden Bandscheibenetagen.

Frymoyer et al. (31) berichteten 1979 von einer wesentlich geringeren Degenerationsquote der angrenzenden Segmente nach posterioren Fusionsoperationen, die im untersuchten Patientenkollektiv bei 5 Prozent lag.

In einer neueren Studie von Penta et al. (80) von 1995 zu diesem Thema wurden Kernspintomogramme von Patienten unmittelbar vor und zehn Jahre nach erfolgter Fusionsoperation ausgewertet. Hierbei zeigte sich, dass bei 68 Prozent der untersuchten Patienten vormals gesunde Bandscheibenetagen auch nach Fusionsoperationen in benachbarten Etagen im NMR keine signifikanten Zeichen vermehrter degenerativer Prozesse zeigten. Das Auftreten einer symptomatischen Spinalkanalstenose in angrenzenden Segmenten wurde in dieser Studie mit einer Inzidenz von 2,5 Prozent angegeben. Anzumerken allerdings hierbei ist, dass sich alle Patienten des untersuchten Kollektivs anterioren Fusionsoperationen unterzogen hatten.

Im eigenen Patientenkollektiv betrug der Anteil von Patienten mit Auswirkungen der Fusionsoperation auf benachbarte Segmente mit zwei Patienten 0,9 Prozent und lag damit deutlich unter den Zahlen entsprechender Literaturangaben. Als Komplikation dokumentiert wurden hierbei jedoch nur symptomatische degenerative Prozesse, die sich im Fall der betroffenen Patienten als Bandscheibenprolaps mit entsprechender klinischer Symptomatik äußerten.