

Diplomarbeit

***Perkutane dorsale Spondylodese mit
mikrochirurgischer Dekompression und
minimal invasiver TLIF-Technik bei
degenerativen lumbalen
Wirbelkanalstenosen und Listhesen***

eingereicht von

Anya Katharina Zingerle

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor(in) der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Neurochirurgie

unter der Anleitung von

Univ. Prof. Dr. med. univ. Michael Mokry

OA Dr. med. univ. Heribert Schröttner

Graz, am 20. Dezember 2015

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 20.12.2015

Zingerle Anya K. eh

Vorwort

Wie der Titel bereits aussagt, geht es in dieser wissenschaftlichen Arbeit um die minimalinvasive lumbale Stabilisierung mittels perkutaner dorsaler Spondylodese in Kombination mit TLIF-Technik und mikrochirurgischer Dekompression bei degenerativen Wirbelkanalstenosen und Listhesen.

In der vorliegenden Abschlussarbeit soll im einführenden ersten Teil kurz auf die anatomisch-funktionellen Aspekte des lumbosakralen Abschnittes der Wirbelsäule, auf die für diese Arbeit relevanten Pathologien (Spondylolyse, Spondylolisthese, lumbale Spinalkanalstenose) sowie auf die Thematik der minimalinvasiven lumbalen Stabilisierung in Kombination mit mikrochirurgischer Dekompression und TLIF-Technik eingegangen werden.

Im zweiten Teil dieser Arbeit erfolgt eine wissenschaftliche Aufarbeitung, Veranschaulichung und Interpretation der Forschungsdaten, die bei einer retrospektiven Studie, durchgeführt an der Universitätsklinik für Neurochirurgie der Medizinischen Universität Graz, gewonnen wurden.

Bei der bereits erwähnten retrospektiven Studie wurde das Hauptaugenmerk sowohl auf die präoperativen individuellen Eigenschaften der einzelnen Betroffenen, auf das postoperative Outcome bzw. Follow up des analysierten Operationsverfahrens und auf die Zufriedenheit der Patientinnen und Patienten mit ihrem postoperativen Outcome gelegt.

Außerdem gilt es die Vorteile und evtl. auch die Nachteile zu ermitteln, die das beschriebene Operationsverfahren mit sich bringt, wobei u.a. der Blutverlust, die Operationsdauer und der postoperative Krankenhausaufenthalt festgestellt sowie durch telefonische Umfrage die persönlichen Meinungen der Patientinnen und Patienten anhand der erhobenen Daten analysiert werden sollen. Es wird an dieser Stelle angemerkt, dass beide Geschlechter bei der Datenerhebung berücksichtigt werden; aufgrund der Vielzahl der Parameter werden beide Geschlechter, in Anlehnung an die internationalen Vergleichsstudien, gemeinsam ausgewertet, wobei jedoch zuerst eine Analyse der Geschlechterverteilung erfolgt.

Im abschließenden Teil wird die retrospektive Studie dann anhand ausgewählter Parameter mit internationalen Studien verglichen, um die Vorteile des beschriebenen Operationsverfahrens gezielt ausarbeiten zu können.

Graz, im Dezember 2015

Danksagung

Ich möchte mich bei all jenen Personen bedanken, die mich nicht nur während der Zeit des Verfassens dieser wissenschaftlichen Arbeit unterstützt haben, sondern während des gesamten Studiums. Dazu gehören in erster Linie meine Eltern, meine Schwester Julia sowie alle Freundinnen und Freunde, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen.

Weiters möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dr. med. Michael Mokry, bei Herrn OA Dr. med. Heribert Schröttner sowie bei Herrn Dr. med. Stefan Riegler für die Unterstützung, die Bereitstellung der nötigen Daten und die Hilfe bedanken, damit diese Abschlussarbeit erstellt werden konnte.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Erklärungen	8
Zusammenfassung/Abstract	9
Einführung	11
1. <i>Anatomische Einführung</i>	11
1.1 Die Vertebrae lumbales	11
1.2 Das Os sacrum	12
1.3 Die Disci intervertebrales	14
1.4 Wirbelgelenke im lumbosakralen Bereich	15
1.4.1 Die Articulationes zygapophysiales	15
1.4.2 Die Articulationes lumbosacrales	15
2. <i>Neurochirurgische Grundlagen</i>	16
2.1 Die Spondylyolyse	16
2.2 Die Spondylolisthese	18
2.3 Die Spinalkanalstenose des lumbalen Bereiches	25
2.4 Die minimalinvasive Operationsmethode mit mikrochirurgischer Dekompression und TLIF- Technik	29
Retrospektive Studie	34
1. <i>Allgemeines zum Studiendesign</i>	34
2. <i>Einteilung der retrospektiven Datenerhebung</i>	38
3. <i>Abschließende Betrachtung</i>	52

Vergleich der minimalinvasiven perkutanen Stabi-	
lisierungsmethode anhand internationaler Studien	53
1. <i>Vergleich im Hinblick auf Komplikationen sowie Patientinnen- und Patientenzufriedenheit</i>	53
2. <i>Vergleich von BMI, Operationsdauer, Blutverlust und postoperativem Krankenhausaufenthalt</i>	56
3. <i>Vergleich der Lage des Osteosynthesematerials durch postoperative radiologische Kontrolle</i>	61
4. <i>Abschließende Betrachtung</i>	64
Vergleich der minimalinvasiven Stabilisierung mittels TLIF-Technik und mikrochirurgischer Dekompression mit der sog. “offenen” Methode der Wirbelsäulenstabilisierung anhand ausgesuchter Literatur	65
1. <i>Die vergleichende Studie nach McAfee et al.</i>	65
2. <i>Die vergleichende Studie nach Archavlis et al.</i>	67
3. <i>Die vergleichende Studie nach Wang et al.</i>	69
4. <i>Abschließende Betrachtung</i>	70
Schlusswort	71
Literaturverzeichnis	74
Anhang	78
1. <i>Studienprotokoll</i>	78
2. <i>Zusammenfassung der statistischen Daten</i>	82

Abkürzungen und deren Erklärungen

al.: altri (andere)

BMI: Body mass index

bzw.: beziehungsweise

CT: Computertomografie

ebd.: ebenda (bezieht sich auf das vorhergehende Zitat)

f: folgende Seite

ff: fortfolgende Seiten

ggf.: gegebenenfalls

Hrsg.: Herausgeber

Lig.: Ligamentum (Band im anatomischen Sinne)

Ligg.: Ligamenta (Bänder im anatomischen Sinne)

lt.: laut

LWS: Lendenwirbelsäule

MRT: Magnetresonanztomografie

n: absolute Anzahl der Personen

Nn.: Nervi (Nerven)

S.: Seite

TLIF: Transforaminal lumbar interbody fusion (Cage; "Platzhalter")

usw.: und so weiter

vgl.: vergleiche

zit.: zitiert

Zusammenfassung

Degenerative Erkrankungen des Lumbalbereiches und lumbosakralen Übergangsbereiches, wie Spondylolyse und Spondylolisthese, sind mittlerweile weit verbreitet und nehmen in den letzten Jahren ständig zu. Ziel dieser Arbeit ist es einerseits, die an der Universitätsklinik für Neurochirurgie in Graz in einer retrospektiven Studie ermittelten Daten (170 Betroffene; prä-, intra- und postoperative Parameter wurden untersucht) zu analysieren und diese andererseits mit jenen aus international publizierten Studien über minimalinvasive und traditionell offenen Stabilisierungen zu vergleichen, um das Outcome, positive und negative Aspekte der genannten Operationstechnik im internationalen Vergleich zu erarbeiten. Schlussfolgerung: Minimalinvasive lumbale Stabilisierungen weisen wichtige Vorteile auf (Blutverlust, Operationsdauer, postoperatives Outcome); ein wichtiger Nachteil ist v. a. die hohe Strahlenbelastung.

Abstract

Degenerative lumbar and lumbar-sacral spine pathologies, such as spondylolysis and spondylolisthesis, are common and often noted in the past few years. The objective of this thesis is to analyze the outcome, the positive and negative aspects of minimally invasive lumbar and lumbar-sacral spine stabilization combined with microsurgical decompression and TLIF-technique by a retrospective study (170 patients; pre-, intra- and postoperative parameters) realized at the Department of Neurosurgery, Medical University of Graz, and comparing the results of the different parameters with

them analyzed in international articles about minimally invasive and traditional open lumbar and lumbar-sacral spine surgery.

Conclusion: Minimally invasive lumbar and lumbar-sacral spine stabilizations have many important positive aspects (blood loss, operating time, post-operative outcome); the most important negative one is a high radiation exposure during the stabilization.

Einführung

1. Anatomische Einführung

Im ersten einführenden, anatomischen Teil erfolgt eine kurze Darstellung der für diese Arbeit relevanten anatomischen Strukturen, weil deren Kenntnis für die beschriebene, minimalinvasive Operationsmethode von besonderer Bedeutung ist.

1.1 Die Vertebrae lumbales

„Die Körper, Corpora, der fünf Lendenwirbel, Vertebrae lumbales, sind wesentlich mächtiger als die der übrigen Wirbel. Die Processus spinosi sind platt und in sagittaler Richtung eingestellt. Die Lamina arcus vertebrae ist kurz und plump, der Pediculus arcus vertebrae entsprechend der Größe eines Lendenwirbels sehr mächtig. Die seitlichen, abgeplatteten Fortsätze der Lendenwirbel, als Processus costales bezeichnet, entstammen Rippenanlagen, die mit den Wirbeln verschmolzen sind“ (Platzer 2005: 42).

Der Processus accessorius, der in seiner Größe variieren kann, befindet sich hinter dem Processus costalis und bildet zusammen mit dem Processus mammillaris, dem der Processus articularis superior aufsitzt, den Processus transversus. Der Processus articularis inferior erstreckt sich nach kaudal (vgl. ebd.).

„Die Gelenkflächen an den Processus articulares, die Facies articulares, sind am Processus articularis superior im

wesentlichen nach medial, am Processus articularis inferior im wesentlichen nach lateral gerichtet. Allerdings findet sich immer eine mehr oder minder deutliche Abknickung dieser Gelenkflächen“ (Platzer 2005: 42).

Als sog. Interartikularportion wird jener Bereich bezeichnet, der sich zwischen Processus articularis superior und Processus articularis inferior befindet und kaum Spongiosa enthält (vgl. ebd.).

Zwischen dem Corpus vertebrae und dem Arcus vertebrae findet man die Incisura vertebralis superior sowie die Incisura vertebralis inferior, welche sich „von der Hinterfläche des Corpus bis zur Wurzel des Processus articularis inferior“ (ebd.) erstreckt.

„Die aus den entsprechenden Incisurae gebildeten Foramina intervertebralia sind bei den Lendenwirbeln relativ groß. Das Foramen vertebrale ist relativ klein“ (ebd.).

1.2 Das Os sacrum

Das Kreuzbein, auch als Os sacrum bekannt, entsteht aus einer Verschmelzung aus den 5 Kreuzwirbeln sowie den Disci intervertebrales. Es besteht aus einer nach vorne konkaven Fläche, der Facies pelvina, und der nach hinten gerichteten konvexen Facies dorsalis (vgl. ebd.: 46).

„Die dem letzten echten (Lumbal-)Wirbel zugekehrte Fläche, wird als Basis ossis sacri bezeichnet. Die nach unten gerichtete Spitze, Apex ossis sacri, steht dem an das Kreuzbein anschließenden Steißbein gegenüber“ (Platzer 2005: 46).

An der Facies pelvina kann man die vier paarigen Foramina sacralia anteriora sehen, „die die Austrittsöffnungen für die ventralen Äste der Nn. spinales darstellen. Diese Öffnungen sind nicht gleichwertig den bei den anderen Wirbeln vorhandenen Foramina intervertebralia (die hier unmittelbar am Canalis sacralis liegen), sondern sind sowohl von Wirbel- als auch von Rippenanlagen umgeben. Sie entsprechen jenen Öffnungen, die sonst von Wirbel, Rippen bzw. Rippenanlagen und Ligg. costotransversaria superiora gebildet werden“ (ebd.).

Die Facies dorsalis ist durch eine gleichmäßige Krümmung gekennzeichnet, die konvex ist. „Fünf längsgerichtete Leisten sind nicht immer deutlich ausgebildet und durch Verschmelzung der entsprechenden Fortsätze der Wirbel entstanden. In der Mitte befindet sich die Crista sacralis mediana, die von den miteinander verschmolzenen Processus spinosi gebildet wird“ (ebd.).

Außerdem unterscheidet man noch eine Crista sacralis intermedia, die aus rudimentärer Verschmelzung der Processus articulares entstanden ist. Die Crista sacralis lateralis wird durch die Verschmelzung der Processus transversi gebildet (vgl. ebd.).

Weiters erkennt man einen Hiatus sacralis, „der die untere Öffnung des Wirbelkanals darstellt. Er findet sich etwa in der Höhe des 4. Sakralwirbels. Seitlich wird er begrenzt von den beiden Cornua sacralia“ (ebd.).

Nennenswerte Varietäten im Bereich des Os sacrum sind u. a. die Lumbalisation sowie die Sakralisation. Unter Sakralisation versteht man die Verschmelzung der letzten

Vertebra lumbalis mit dem Os sacrum. Unter der Entstehung eines lumbosakralen Übergangswirbels versteht man die ausschließlich einseitige Verschmelzung der letzten Vertebra lumbalis mit dem Os sacrum, was evtl. zu einer Skoliosebildung führen kann (vgl. Platzer 2005: 50).

„Ein lumbosakraler Übergangswirbel tritt aber auch im Sinne einer Lumbalisation des ersten Sakralwirbels auf. Dabei erfolgt an der dorsalen Seite eine unvollständige Verschmelzung des ersten Sakralwirbels mit den übrigen, und die knöchernen Vereinigung im Bereich der Partes laterales, also in jenen Bereichen, die aus Rippenrudimenten entstehen, unterbleibt“ (ebd.).

1.3 Die Disci intervertebrales

Die Zwischenwirbelscheiben, Disci intervertebrales, bestehen aus zwei Anteilen, dem Anulus fibrosus (äußerer, straffer Ring) und den Nucleus pulposus (gallertartiger, weicher Kern) (vgl. ebd.: 54).

„Der Anulus fibrosus ist aus konzentrisch angeordneten kollagenen Fasern und Faserknorpel aufgebaut, wodurch der Nucleus pulposus in Spannung gehalten wird. Die Zwischenwirbelscheiben sind jeweils zwischen den Körpern der einzelnen Wirbel gelegen, ihre Form ist in sagittaler Richtung konisch. Im Hals- und Lendenbereich sind sie vorne höher, hinten niedriger. (...) Grundsätzlich nimmt die Dicke der Disci intervertebrales von kranial nach kaudal zu“ (ebd.).

1.4 Wirbelgelenke im lumbosakralen Bereich

1.4.1 Die *Articulationes zygapophysiales*

Diese Gelenke stellen Verbindungen zwischen den Processus articulares dar; ihre Gelenkkapseln werden von kranial nach kaudal straffer. Ihre Bewegungsfreiheit zwischen zwei Wirbeln ist allerdings relativ gering; ein umfangreicheres Bewegungsausmaß kommt erst durch die ganzheitliche Betrachtung aller Bewegungsglieder zustande (vgl. Platzer 2005: 58). Im Hinblick auf die Lendenwirbelsäule kann gesagt werden, dass hier Bewegungen im Sinne einer Beugung und Streckung sowie eine geringgradige Drehung erfolgen kann (vgl. ebd.).

1.4.2 *Articulatio lumbosacralis*

Dieses Gelenk befindet sich zwischen dem 5. Lumbalwirbel und dem Os sacrum.

„Die Einstellung der Gelenkflächen zu den Processus articulares superiores des Os sacrum sind sehr variabel. Bei 60% der Menschen kann eine Asymmetrie festgestellt werden. Das Lig. iliolumbale verbindet die Processus costales des 4. und 5. Lendenwirbels mit der Crista iliaca und schützt bei Beugung und Rotation die *Articulatio lumbosacralis* vor Überlastung (Niethard)“ (ebd.).

Nach dieser kurzen, anatomischen Einführung erfolgt im 2. Einleitenden Teil eine Klärung der für diese Arbeit relevanten pathologischen und neurochirurgischen Begriffe.

2. Neurochirurgische Grundlagen

In diesem grundlegenden, neurochirurgischen Einführungsteil werden einerseits die pathologischen Grundlagen der behandelten degenerativen Erkrankungen (Spondylolyse, Spondylolisthese, lumbale Stenose) erklärt, andererseits soll ein Einblick in die minimalinvasive Stabilisierung mittels TLIF-Technik erfolgen.

2.1 Die Spondylolyse

Unter Spondylolyse versteht man eine degenerative Veränderung der Wirbelsäule, eine sog. isthmische Spondylolisthese als Sonderform der Spondylolisthesis vera (vgl. Greenberg 2010: 476), bei der es zu einer Spaltbildung in der Pars interarticularis des Arcus vertebrae (anatomischer Abschnitt zwischen oberem und unterem Gelenkfortsatz) kommt. Als Sonderform der Spondylolisthesis vera betrifft sie v.a. den 5. Lendenwirbel mit 80%, gefolgt vom 4. Lendenwirbel (vgl. flexikon.doccheck.com). Männer sind mit 6% doppelt so häufig betroffen wie Frauen, von denen 3% erkranken (vgl. ebd.).

Man unterscheidet zwei Arten von Ursachen (vgl. ebd.):

- kongenital (Dysplasie des Arcus vertebrae, der zu schmal und zu lang ist, was meist eine Fraktur nach dem 10. Lebensjahr bewirkt)
- erworben (traumatisch im Zuge einer Stressfraktur, seltener durch Tumore oder Metastasen bewirkt).

Klinisch gesehen kann folgendes gesagt werden: „Meist kommt es zu einer beidseitigen Unterbrechung der

Interartikularportion. Der betroffene Wirbelkörper ist dann nicht mehr ausreichend verankert und gleitet nach ventral auf dem darunter gelegenen Wirbelkörper. In der Folge kann es zur so genannten Spondylolisthesis kommen (...)“ (flexicon.doccheck.com).

Die Betroffenen leiden unter Rückenschmerzen; Radikulopathien¹ werden nicht immer beobachtet.

Diagnostiziert wird diese Pathologie einerseits durch Inspektion (Hyperlordose über dem betreffenden Segment), andererseits durch Bildgebung (Röntgen: LWS-Aufnahme seitlich und anterior-posterior sowie CT und MRT; vgl. Moskopp et al. 2005: 599).

„Radiologisch zeigt sich in der LWS-Schrägaufnahme (45 Grad) die typische ‚Hündchenfigur‘². Diese Aufnahmetechnik wird jedoch nur noch selten angewendet“ (flexicon.doccheck.com).

Die Therapie der Wahl besteht zuerst im konservativen Abwarten mit muskulärer Stabilisierung durch physikalische Therapie sowie Schmerztherapie. Bei Therapieresistenz kann man entweder eine Laminektomie (Entfernung der Lamina arcus vertebrae) oder eine Spondylodese (operative Verbindung des betroffenen Wirbels mit dem darüber- oder darunterliegenden Wirbel) durchführen (vgl. ebd.).

¹ Unter Radikulopathien versteht man die sog. Ausstrahlungen in die vom betreffenden Segment innervierte periphere Region.

2.2 Die Spondylolisthese

Diese Pathologie wird in der Neurochirurgie auch als (Pseudo-) Spondylolisthesis vera bzw. spinale Instabilität (vgl. Dützmann 2014: 58) bezeichnet. Man versteht hierbei das Gleiten von zwei Wirbelkörpern gegeneinander, wobei der obere häufiger nach ventral gleitet (vgl. ebd.). Greenberg (2010: 475) spricht von einer sog. anterioren Subluxation, die am häufigsten das Wirbelsegment L5-S1 betrifft, am zweithäufigsten jenes von L4-L5. Die Spondylolisthese kommt entweder als degenerative Folgeerscheinung vor, kann aber auch Folge von vorhergehenden neurochirurgischen Eingriffen sein, z. B. nach Laminektomien (vgl. Dützmann 2014: 58).

Zu Diskushernien kommt es häufiger oberhalb des von Spondylolisthesis vera betroffenen Segmentes (vgl. Greenberg 2010: 475).

Falls es zu einer Nervenwurzelkompression, ausgelöst durch die Listhese, kommt, ist v. a. der Nerv betroffen, der unterhalb des Pedikels des nach vorne subluxierten Wirbels liegt (vgl. ebd.).

Lt. Dützmann (2014: 58) liegt die Prävalenz der Spondylolisthese bei Frauen bei 8%, bei Männern bei 3%. „Die meisten Listhesen sind allerdings asymptomatisch. Als Risikofaktoren gelten im Wesentlichen das Geschlecht (weiblich) und der Body-Mass-Index (erhöht)“ (ebd.).

„Bei der klassischen Spondylolisthesis kommt es zu einer Lockerung oder Auflösung der Pars interarticularis des kranialen Wirbelkörpers. Eine Lockerung des Gelenkgefüges zwischen den Wirbelkörpern als Folge operativer Eingriffe

führt ebenfalls zu einem Übereinandergleiten zweier Wirbelkörper. Da sich in diesem Fall jedoch die Pars interarticularis nicht auflöst, spricht man von Pseudospondylolisthese. Pathogenetisch geht man bei der spontanen Form von einer Überlastung durch Hyperlordosierung aus“ (Dützmann 2014: 59).

Klinisch gesehen leiden die Betroffenen unter anhaltenden Rückenschmerzen, die teilweise durch radikuläre Symptomatik begleitet sind und dadurch zustande kommen, weil das Foramen intervertebrale durch die Gleitbewegung von zwei oder mehreren Wirbelsegmenten eingeengt wird (vgl. ebd.).

Als Leitsymptom der Spondylolisthesis gilt v. a. der Rückenschmerz. Betroffene klagen meist über lokale lumbale Beschwerden nach längerem Stehen oder Sitzen. Allgemein können neurologische Auffälligkeiten wie Parästhesien, Paresen oder eine Kaudasymptomatik sowie Ausstrahlungen in die unteren Extremitäten (auf einer bzw. beiden Seiten, je nach Ausmaß der Kompression) beobachtet werden. Am Anfang lässt der langsame Gleitprozess ein gewisses Maß an Adaption zu. Diese Symptome sind bei degenerativen Formen durch Wurzelkompressionen in den Foramina oder begleitender Spinalkanalstenosen wahrscheinlicher (vgl. Moskopp et al. 2005: 607).

Bei einem deutlichen ventralen Vorgeiten eines oder mehrerer Wirbelkörper kommt es zu einer Einengung des Spinalkanals, was als Spinalkanalstenose bezeichnet wird. Ist diese massiv, tritt eine sog. Claudicatio-spinalis-Symptomatik auf (vgl. Dützmann 2014: 58), bei der es zu einer deutlichen Einschränkung der Wegstrecke kommt, die zurückgelegt werden kann, ohne dass die Betroffenen stehen bleiben

müssen (einschränkend: zurückgelegte Wegstrecke < 500 m, bedeutend: zurückgelegte Wegstrecke < 200 m, äußerst limitierend: die Wegstrecke kann bis < 50 m eingeschränkt sein).

Die Diagnostik erfolgt primär durch sog. Funktionsaufnahmen. Darunter versteht man Röntgenbilder, die in Lordosierung und Kyphosierung in zwei Ebenen aufgenommen werden (vgl. Dützmann 2014: 59). „Ein Gleiten eines Wirbelkörpers über den anderen von mehr als 3 mm in Funktionsaufnahmen (...) gilt als pathologisch. Man klassifiziert diese nach Meyerding. Ein CT dient der Beurteilung der kleinen Gelenke. Bei fraglicher Einengung des Spinalkanals kann man MRT oder ggf. Myelografie bzw. Myelo-CT hinzuziehen“ (ebd.).

Außerdem kann lt. Moskopp et al. (2005: 608 f) auch eine SPECT (Single photon emission computed tomography) oder eine Kernspintomografie durchgeführt werden. Die SPECT „zeigt eine Mehrbelegung bereits in den Frühstadien der Entwicklung einer Spondylolyse, ist aber als alleiniges diagnostisches Kriterium nicht geeignet“ (ebd.: 609).

„Die Kernspintomographie zeigt den Defekt in der Pars interarticularis als Kontinuitätsunterbrechung und erlaubt darüber hinaus Aussagen über Bandscheibendegeneration oder Nervenwurzelkompression. Eine Sklerosierung der Pars interarticularis führt allerdings auch zu einer Verringerung der Signalintensität und kann Anlass zur Fehldiagnose sein“ (ebd.: 609).

Je nach radiologischem Befund wird die Spondylolyse nach Meyerding in folgende Grade eingeteilt (vgl. Greenberg 2010: 475):

- Grad I: Die Einengung des Spinalkanals beträgt <25%.
- Grad II: Die Einengung des Spinalkanals beträgt 25-50%.
- Grad III: Die Einengung des Spinalkanals beträgt 50-75%.
- Grad IV: Die Einengung des Spinalkanals beträgt 75-100%.

Des weiteren kann die Spondylolisthese nach den Arbeitsgruppen um Wiltse klassifiziert werden, wobei aber die Meyerding-Klassifikation weitaus häufigere Anwendung findet und aus neurochirurgischer Sicht viel relevanter ist. Dennoch soll die Klassifikation nach Wiltse der Vollständigkeit halber hier auch angeführt werden (vgl. Wiltse et al., 1976 und 1990, zit. nach Moskopp et al. 2005: 608):

- Typ I (kongenital):
 - I-A: Spina bifida des 5. Lendenwirbels oder des Os sacrum mit daraus folgender „Anlagestörung der Facettengelenke“ (ebd.) und „Verringerung der lumbosakralen Stabilität“ (ebd.);
 - I-B: „Sagittale Orientierung der Facettengelenke bietet tangentialen Kräften keinen Widerstand“ (ebd.);
 - I-C: kongenitale Anomalien, „wie lumbale Kyphose, führen in geringem Prozentsatz zur Spondylolisthese“ (ebd.).

- Typ II (isthmisch):
 - II-A: (lythisch) Ermüdungsfraktur mit daraus resultierender Fraktur der Pars interarticularis;
 - II-B: (Elongation) „Wiederholte Mikrofrakturen während der Frakturheilung führen unter Belastung zur Kallusdistraktion und damit zu einer in der Kontinuität erhaltenen, aber verlängerten und ausgedünnten Pars interarticularis“ (Moskopp et al. 2005: 608).

- Typ III (degenerativ):

Hierbei handelt es sich um eine „degenerative Veränderung von Wirbelgelenken, Kapseln und Bändern bei Diskusdegeneration“ (Wiltse et al., 1976 und 1990, zit. nach Moskopp et al. 2005: 608), die zu einer „Hypermobilität und zum Gleiten im Segment“ (ebd.) führen.

- Typ IV (traumatisch):

„Ein akutes Trauma mit Fraktur der hinteren Säule, nicht der Pars interarticularis selbst, kann zur Entwicklung eines Wirbelgleitens führen (keine Luxationsfraktur)“ (ebd.).

- Typ V (pathologisch):

Hier werden folgende zwei Formen unterschieden:

 - Generalisiert: generalisierte Erkrankungen, die das gesamte Skelettsystem betreffen, z. B. Morbus Paget; es kommt zu „Schwächung des Knochens und bei tangentialer Krafteinwirkung zur Elongation der Pars interarticularis“ (ebd.);

- Lokalisiert: „Infektionen oder Neoplasmen, welche die supportive Funktion der posterioren Elemente schwächen“ (Moskopp et al. 2005: 608).
- Typ VI (postchirurgisch):
Hierzu rechnet man „alle iatrogenen lumbalen Instabilitäten sekundär nach dekomprimierenden Eingriffen mit extensiver Entfernung dorsaler Gelenkstrukturen oder nach Tumorentfernungen“ (ebd.).

Operativ wird die Spondylolisthese folgendermaßen behandelt (vgl. ebd.: 609 f):

- Grad I: Es wird operativ - stabilisierend interveniert, wenn die Patientinnen und Patienten Schmerzen oder eine Claudicatio-Symptomatik aufweisen.
- Grad II: In diesem Falle kann bei zunehmendem Wirbelgleiten eine Stabilisierung gerechtfertigt sein.
- Grad III und IV: „Operationsindikationen (...) sind gegeben, wobei auch diese spontan, mit erheblichen Abstützungsreaktionen zum Stillstand kommen können“ (ebd.). Eventuell kann beim Grad IV eine Wirbelkörperresektion notwendig werden („z. B. Gaynes Procedure: Resektion eines spondyloptotischen fünften Lendenwirbels und Fusion des vierten Lendenwirbels auf das Sakrum“) (ebd.: 610).

Die operative Versorgung erfolgte früher auf verschiedene Arten, „bestehend aus Débridement, Bone Graft (Verpflanzung autologen Knochengewebes) und einer Stabilisierung zur Kompression des Defektes. Diese kann erfolgen über Drahtschlingen um Quer- und Dornfortsatz nach Scott, die direkte Verschraubung der Pars interarticularis nach Buck (Buck 1970, zit. nach Moskopp et al. 2005: 609), mit der Hakenplatte nach Morscher (Morscher et al. 1984, zit. nach Moskopp et al. 2005: 609) oder mit Pedikelschraubeninstrumentationen (...) (Louis 1988, zit. nach Moskopp et al. 2005: 609). Geeignete Patienten finden sich allerdings nur unter den Adoleszenten mit kleinen Defekten, ohne manifeste Spondylolisthesis und ohne Bandscheibendegeneration“ (Moskopp et al 2005: 609).

„Für die übrigen Patienten ist die intersomatische Fusion mit trikortikalem Knochenspan oder spongiosagefülltem Cage, unterstützt durch eine Pedikelschraubeninstrumentation, gängiger Standard. Dabei spielt der Zugangsweg zur intersomatischen Fusion nicht die entscheidende Rolle. Die eigentliche Fusion der Wirbelkörper von ventral ist handwerklich einfacher, erfordert aber den mit Komorbidität behafteten zweiten Zugang entweder transperitoneal oder retroperitoneal über die Lumbotomie. Beim neurochirurgischen Patienten, der zumeist eine Dekompression neuraler Strukturen im Spinalkanal benötigt, bietet sich dagegen häufig die Fusion mittels PLIF (posterior lumbar interbody fusion) oder TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion) über denselben Zugang an“ (ebd.).

2.3 Die Spinalkanalstenose des lumbalen Bereiches

Die Spinalkanalstenose kann in verschiedenen Bereichen der Wirbelsäule vorkommen. Aufgrund der Relevanz für die vorliegende wissenschaftliche Arbeit wird nur auf jene des lumbalen Bereiches eingegangen.

„Der Begriff ‚Stenose des lumbalen Spinalkanals‘ bezeichnet mono- oder polysegmentale osteogene Einengungen oder Engen des Spinalkanals bzw. eines oder beider Recessus laterales und der Foramina intervertebralia“ (Moskopp et al. 2005: 598).

Epidemiologisch betrachtet kann gesagt werden, dass diese Pathologie bei ca. 3% der Betroffenen (vgl. ebd.) vorkommt, die sich wegen „lumbalgiformer und/oder ischialgiformer Beschwerden in ärztliche Behandlung begeben“ (ebd.). Der Großteil der Patientinnen und Patienten ist zwischen 50 und 70 Jahre alt und wird durch demografische Faktoren sowie zunehmende Bewegungsarmut, aber auch durch erhöhtes Gesundheitsbewusstsein beeinflusst (vgl. ebd.).

Man kann folgende Arten der Stenose des lumbalen Spinalkanales unterscheiden:

- zentrale Stenosen: Sie kommen bei bestimmten generalisierten Erkrankungen, z. B. Marfan-Syndrom oder Morbus Paget vor oder können genetisch bedingt sein, z. B. konstitutionelle Formeigenschaften (vgl. ebd.);
- „knöcherne Engen des oder der Recessus laterales (Knochensporne, Wirbelgelenkhypertrophien als

Folge der segmentalen Instabilität entstanden)“
(Moskopp et al. 2005: 598).

„Die normalen Altersveränderungen der Zwischenwirbelscheiben (Chondrosis intervertebralis) führen zur Instabilitas intervertebralis, damit zur Gefügelockerung der kleinen Wirbelgelenke, deren Fehlbelastung sowie Subluxationsstellung und damit zur Arthrosis deformans dieser kleinen Gelenke. (...) Die so veränderte Wirbelkörperstellung führt zur mechanischen Einengung des Recessus lateralis bzw. des Foramen intervertebrale durch Ventraltreten des Processus articularis superior des kaudalen Wirbels. Sie wird im weiteren Verlauf durch die Arthrosis deformans des Wirbelgelenkes eine zunehmende mechanischen Einengung im Recessus lateralis nach sich ziehen“ (ebd.: 598 f).

Die klinische Symptomatik ist meist durch die mechanische Kompression, selten durch Vorkommen von vegetativen Störungen gekennzeichnet (vgl. ebd.: 599). Die Kompression der betroffenen Spinalnerven führt zu bestimmten Symptomen: Bei Kompression des Ramus dorsalis kommt es zu Auftreten von Muskelhartspann, bei Kompression des Ramus anterior zu motorischen und sensiblen Defiziten (vgl. ebd.: 598). Die Betroffenen weisen außerdem charakteristische Schmerzen auf, die häufig lage- bzw. belastungsabhängig sind (vgl. ebd.). Sie „werden bei lordotischer Haltung verstärkt und bei leichter Flexion vermindert. Häufig schildert sie der Betroffene im Sinne einer Claudicatio spinalis mit Angabe einer bestimmten Wegstrecke, die relativ beschwerdearm zurückgelegt werden kann. Danach muss jedoch eine Pause eingelegt werden, meistens in leicht gebückter Haltung, um dann ein

Weitergehen zu ermöglichen. Typischerweise geben die Patienten beim Bergab- oder Treppenabwärtslaufen stärkere Beschwerden als beim Aufsteigen an“ (Moskopp et al. 2005: 598).

Diagnostiziert wird die Stenose des lumbalen Spinalkanals durch Nativröntgen, CT oder MRT. Das Nativröntgen spielt primär die wichtigste Rolle, da u. a. „knöcherne Fehlbildungen, Haltungsanomalien, Skoliosen, Breite des Intervertebralspaltes, Subluxationen der kleinen Wirbelgelenke, Osteolysen im Bereich der Laminae“ (ebd.: 599 f) dargestellt werden können.

Im CT werden in axialen Schichten der Spinalkanal sowie die Recessus laterales dargestellt. Für den exakten Nachweis einer Wurzelkompression kann evtl. eine intrathekale Kontrastmittelapplikation erforderlich werden (vgl. ebd.: 600).

„Im Magnetresonanztomogramm gelingt die Darstellung der beengenden Strukturen (bevorzugt im T1-gewichteten Gradientenecho) bzw. der geengten Strukturen (bevorzugt im T2-gewichteten Spinecho mit Darstellung der Liquorräume)“ (ebd.).

„Entscheidend für die Zuordnung von komprimierenden Faktoren ist die Darstellung bei Bewegungen der Wirbelsäule. Das gelingt mit den sog. Funktionsröntgenaufnahmen nur ungenügend. Ein wesentlicher Fortschritt ist die dynamische Untersuchung im

vertikal offenen MRT mit funktionsabhängiger Abbildung der Beengung“ (Moskopp et al. 2005: 600).

Als Differentialdiagnosen können folgende vorkommen (vgl. ebd.: 599):

- Fehlbildungen im Lendenwirbelbereich
- Tumoren
- entzündliche Veränderungen
- Osteoporose
- Osteomalazie
- Gicht
- Muskelinsuffizienz bei Fehlbelastungen.

Therapeutisch gesehen kann zwischen den konservativen und den operativen Methoden unterschieden werden. Oberstes Gebot ist es, nicht nur die Raumminderung des Spinalkanals festzustellen, sondern sie mit der Symptomatik der Betroffenen in Zusammenhang zu bringen. Die ausschließliche Dekompression ist häufig nur ein Teil der Gesamtbehandlung, da die segmentale Instabilität bei der degenerativen Stenose die Hauptursache für die Einengung des Spinalkanals darstellt (vgl. ebd.: 600). Auch das Undercutting³ mit Resektion des Recessus articularis stellt eine mögliche Form der operativen Intervention dar.

„Sind die kleinen Wirbelgelenke bereits ankylosiert (etwa 10% der einschlägigen Patienten von Benini) und liegen klinisch und bildgebend keine eindeutigen Zeichen der segmentalen Instabilität vor, genügt die alleinige

³ Unter einem Undercutting versteht man die Erweiterung des Recessus articularis ohne Durchführung einer Laminektomie.

Dekompression. Bei Zeichen der segmentalen (Retrolisthesis, Pseudospondylolisthesis) ist die segmentale instrumentelle Stabilisierung zu planen. Sie kann bei Instabilität geringen Grades durch translaminäre, transartikuläre Verschraubung (...), bei höhergradigen Instabilitäten oder ungeeigneten anatomischen Verhältnissen durch transpedikuläre Fixation erfolgen“ (Moskopp et al. 2005: 600).

Bei Instabilität „mit Subluxation der Wirbelgelenke sowie Einengung der Foramina intervertebralia“ (ebd.), ist eine sog. Distraktionsbehandlung indiziert. Dabei wird die ursprüngliche Lendenlordose wieder hergestellt und durch Einbringung eines PLIF (posterior lumbar interbody fusion) gesichert (vgl. ebd.).

2.4 Die minimalinvasive Operationsmethode mit mikrochirurgischer Dekompression und TLIF-Technik

Bei dieser Methode handelt es sich um einen neurochirurgischen Eingriff, bei dem es darum geht, ein oder mehrere Wirbelsegmente zu stabilisieren, indem in einem minimalinvasiven Eingriff einerseits eine Art Platzhalter, in diesem Fall ein sog. TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion), unter Röntgenkontrolle interkorporal eingebracht wird, andererseits die Wirbelsegmente durch perkutane Schrauben und Stäbe fixiert werden (vgl. www.rushcopley.com/neurosurgery). Es sei angemerkt, dass hier die Operationsmethode beispielhaft erklärt werden soll; je nach Operateurin/Operateur unterscheiden sich die Eingriffe jeweils in geringem Maße.

Allgemein kann gesagt werden, dass Betroffene mit Beschwerden im lumbalen Bereich mit Ausstrahlung auf eine oder beide untere Extremitäten und therapieresistenten Schmerzen (nach Physiotherapie, Injektionen usw.) sowie lt. Bildgebung (MRI und Röntgen) für diese Operationsmethode in Frage kommen (vgl. www.rushcopley.com/neurosurgery).

Bei der in dieser Arbeit untersuchten minimalinvasiven Methode werden die Patientinnen und Patienten in Allgemeinanästhesie zuerst in Bauchlage gebracht, woraufhin nach Desinfektion und steriler Abdeckung des Operationsfeldes drei Hautinzisionen gesetzt werden: eine längere (3 – 4 cm) auf der schmerzdominanten und zwei kürzere (ca. 2 cm) auf der kontralateralen Seite jeweils wenige Millimeter paramedian. Es wird die Muskelloge zwischen Musculus multifidus und Musculus longissimus dorsi aufgesucht, welche mit dem Finger stumpf präpariert wird (vgl. orthopaedie-unfallchirurgie.universimed.com).

Daraufhin wird auf der schmerzdominanten Seite ein minimalinvasives Undercutting mit mikrochirurgischer Dekompression des Spinalkanals unter mikroskopischer Sicht durchgeführt (alternativ dazu führen andere Operateurinnen und Operateure auch eine Laminektomie durch; dies führt aber zu einer erneuten ausgeprägteren Instabilität). “Bei Vorliegen einer Listhese werden bereits vor der Dekompression Pedikelschrauben auf der kontralateralen Seite gesetzt, um eine partielle Reposition und Distraction zur besseren Zugänglichkeit des Bandscheibenfaches zu ermöglichen” (vgl. ebd.).

In die jeweiligen Inzisionen werden Spreitzer eingebracht und deren richtige Positionierung radiologisch kontrolliert.

Die mikrochirurgische Dekompression wird folgendermaßen durchgeführt: Über den minimalinvasiven Zugang (ca. 3 cm, ca. 5 mm paramedian) wird eine makroskopische oder mikroskopische, teils stumpfe Präparation im subperiostalen Bereich durchgeführt, die jener bei interlaminärem Zugang entspricht (vgl. derma.klinik.uni-muenster.de). Daraufhin wird ein Spekulum-Retraktor bzw. ein sog. Spreitzer eingesetzt und der Oberrand des Spatium intervertebrale unter Röntgenkontrolle erneut markiert (vgl. ebd.). Es wird nun die Basis des kranial gelegenen Processus spinosus und des Unterrandes der kranial gelegenen Hemilamina ausgefräst, bis man auf der Mittellinie den Spalt zwischen den beiden Ligg. flava erkennen kann (vgl. ebd.). Daraufhin wird das ipsilaterale Lig. flavum lateral bis zum Rand des Durasackes, kaudal bis zum Wurzelabgang und kranial bis wenige Millimeter oberhalb des oberen Randes des Spatium intervertebrale reseziert (vgl. ebd.). Jetzt wird eine Resektion des Lig. interspinosum sowie des kontralateralen Lig. flavum vorgenommen, wobei evtl. ein zusätzliches Anfräsen der medialen kontralateralen Gelenkfacetten notwendig ist (vgl. ebd.). Nach einer sorgfältigen Blutstillung wird auf der schmerzdominanten Seite ein TLIF platziert, der zur Gruppe der distrahierbaren Cages gehört.

Es sind unterschiedliche Designs der TLIF-Cages erhältlich. Ein bananenförmiger Cage bietet den Vorteil, dass er möglichst ventral im Spatium intervertebrale platziert werden kann und dadurch eine segmentale Lordosierung ermöglicht

(vgl. orthopaedie-unfallchirurgie.universimed.com). Bei der in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Operationsmethode wird ein distrahierbarer Cage verwendet, welcher den Vorteil einer besseren Fixation im Bandscheibenraum sowie jenen einer effektiveren Dekompression aufweist.

Das sog. Pedikulieren wird mit Hilfe einer Jamshidi-Nadel oder kanülierbaren Alen durchgeführt, welche als Führung für die Kirschner-Drähte dient. Über die Kirschner-Drähte werden dann die innen hohlen Pedikelschrauben (wobei man mono- und polyaxiale Pedikelschrauben unterscheidet) in die richtige Position gebracht dort fixiert. Beide Vorgänge erfolgen unter radiologischer Kontrolle, um einen exakten Sitz der Pedikelschrauben zu gewährleisten und evtl. Abweichungen sofort korrigieren zu können.

Bei der Stabilisierung von zwei Wirbelsegmenten werden vier Pedikelschrauben (entweder monoaxiale oder poliaxiale Schrauben) verwendet, welche dann durch zwei Stäbe fixiert werden. Im Falle einer Stabilisierung von mehr als zwei Wirbelsäulensegmenten erweitert sich die Anzahl der benötigten Pedikelschrauben um jeweils zwei. Am Ende wird eine erneute radiologische Kontrolle zur Überprüfung des korrekten Sitzes des Osteosynthesematerials durchgeführt; die einzelnen Schichten werden verschlossen, es wird eine Drainage eingebracht. Die Patientinnen und Patienten werden normalerweise am 1. oder 2. postoperativen Tag mobilisiert, manchmal auch bereits am Abend des Operationstages.

Nach diesen einführenden Erklärungen wird im nun folgenden, wissenschaftlichen Teil auf die durchgeführte retrospective Studie sowie deren Auswertung und Interpretation eingegangen.

Retrospektive Studie

1. Allgemeines zum Studiendesign

Wie bereits im Titel angekündigt, wird bei der vorliegenden Arbeit die perkutane dorsale Spondylodese mit mikrochirurgischer Dekompression und minimalinvasiver TLIF-Technik bei degenerativen lumbalen Wirbelkanalstenosen und Listhesen untersucht, wobei die Daten im Sinne einer retrospektiven Studie aus den schriftlichen Aufzeichnungen in den Unterlagen der Betroffenen sowie anhand einer telefonischen Umfrage (zur Feststellung der Zufriedenheit der Patientinnen und Patienten) gewonnen wurden.

In der Studie geht es darum, herauszufinden, welche Vorteile die mikrochirurgische Stabilisierungstechnik im Hinblick auf Blutverlust, Operationsdauer, Dauer des Krankenhausaufenthaltes (und damit verbunden eine Verringerung der Hospitalisierungskosten), Minimierung der postoperativen Komplikationen sowie Zufriedenheit der Patientinnen und Patienten bietet.

Bei der telefonischen Umfrage wurde zwar anhand von Ja-/Nein-Antworten erhoben („Sind sie mit dem Ergebnis der Operation zufrieden?“), ob die Betroffenen mit dem Ergebnis der minimalinvasiven Stabilisierung zufrieden sind, allerdings wurde den Patientinnen und Patienten auch erklärt, dass sie in ihre Antwort die Verbesserung der präoperativ verspürten Schmerzen sowie postoperativ eine angemessene

Wiederaufnahme der gewohnten, alltäglichen Tätigkeiten einfließen lassen sollen.

In einem weiteren Teil wird anhand von ausgewählten, internationalen Fachartikeln ein Vergleich zwischen den aus der Studie resultierenden Ergebnissen und jenen anderer Zentren gezogen. Außerdem sollen noch Unterschiede und Vorteile der mikrochirurgischen Technik im Vergleich zur offenen Stabilisierung eruiert werden.

Die Patientinnen und Patienten wurden anhand der Operationslisten der Universitätsklinik für Neurochirurgie der medizinischen Universität Graz ausgewählt, wobei sich die Auswahl auf Betroffene bezieht, die im Zeitraum von Anfang Januar 2009 bis Ende März 2014 von Herrn Dr. med. Schröttner und Frau Dr.ⁱⁿ med. Pistracher minimalinvasiv stabilisiert wurden. Die Eingrenzung von Patientinnen und Patienten auf diese beiden Operierenden wurde vorgenommen, um eine Vereinheitlichung der Operationstechnik zu gewährleisten, damit evtl. auftretende Komplikationen, Unterschiede im Blutverlust und Operationsdauer so wenig wie möglich durch die angewendete Technik bzw. die durchführende Person beeinflusst werden und eine dadurch auftretende Störgröße minimiert wird.

Der Patientinnen- und Patientenpool wurde so ausgewählt, dass es sich um Betroffene mit Spondylolyse oder Spondylolisthese handelt, welche im genannten Zeitraum ausschließlich nach der beschriebenen, mikrochirurgischen Methode operiert wurden. Es handelt sich um insgesamt 170

Betroffene, darunter Männer und Frauen, die zum ersten Mal einer minimalinvasiven lumbalen Stabilisierung unterzogen wurden. In die Studie einbezogene Patientinnen und Patienten litten unter Spondylolyse oder Spondylolisthese mit der typischen klinischen Symptomatik wie rezidivierenden Schmerzen (nach erfolgloser konservativer Therapie) mit Radikulopathien und/oder Claudicatio spinalis, radiologisch diagnostizierter Spinalkanalstenose lt. Meyerding (wobei die Grade I bis IV operiert wurden, wenn die Betroffenen unter therapieresistenten rezidivierenden Schmerzen litten und die Diagnose Spondylolyse bzw. Spondylolisthese gestellt wurde). Außerdem war die in dieser Arbeit beschriebene Operationsmethode (minimalinvasive lumbale Stabilisierung mit mikrochirurgischer Dekompression und TLIF-Technik) das einzige Einschlusskriterium im Hinblick auf die Operationsmethode.

Patientinnen und Patienten mit Rezidiven wurden nicht berücksichtigt, da dadurch eine evtl. Störgröße im Hinblick auf Operationsdauer (die Entfernung und Repositionierung des Osteosynthesematerials würde die Operationsdauer wesentlich beeinflussen), Blutverlust, postoperativen Krankenhausaufenthalt und Rezidivbildung (z. B. vermehrtes Risiko auf postoperative Instabilität) minimiert werden konnte.

Die beobachtete Zeitspanne (Anfang Januar 2009 bis Ende März 2014) beträgt insgesamt 63 Monate. Die Patientinnen und Patienten wurden ab April 2015 telefonisch kontaktiert, was einen Follow up von maximal 75 Monaten und mindestens 12 Monaten (+/-1 Monat) ergibt.

Die Einteilung der erhobenen Werte erfolgte in prä-, intra- und postoperative Parameter.

Präoperativ wurden die Betroffenen alle ambulant vorstellig, woraufhin sie einer objektiv neurologischen Untersuchung sowie einer radiologischen Kontrolle unterzogen wurden, was zur Diagnose und letztendlich zur Operationsindikation führte. Bei der objektiven neurologischen Untersuchung wurden folgende Parameter berücksichtigt, welche aus den schriftlich verfassten Ambulanzberichten entnommen wurden:

- subjektive Schmerzen der Betroffenen (Ruhe-/Belastungsschmerz) in Lumbalbereich und Beinen (ein- oder beidseitig);
- Claudicatio spinalis, also die Gehstrecke, die zurückgelegt werden kann, bevor die Betroffenen schmerzbedingt stehen bleiben müssen, wobei die Begleitpathologien wie Hüft- und Kniegelenksprothesen oder Gelenksarthrosen berücksichtigt wurden (da diese die Gehstrecke per se einschränken können); eine Gehstrecke unter 500 m, die primär durch Rücken- und begleitenden Beinschmerz bedingt war, wurde als Operationsindikation betrachtet;
- Radikulopathien und evtl. durch Spinalkanalstenose bedingte Lähmungserscheinungen.

Die erhobenen intraoperativen Daten wie intraoperativer Blutverlust und Operationsdauer wurden aus den jeweiligen Operationsprotokollen entnommen. Die Patientinnen und

Patienten wurden intraoperativ sowie am Ende der Positionierung von Cage (TLIF) und Pedikelschrauben radiologischen Kontrollen zur bildgebenden Erfassung der korrekten Lage des Osteosynthesematerials unterzogen.

Die für die postoperativen Parameter relevanten Daten wurden aus den Pflegeprotokollen sowie aus den schriftlich verfassten radiologischen Befunden und den Arztbriefen (Entlassungsbriefen) entnommen.

Bei der postoperativ vorgenommenen radiologischen Kontrolle innerhalb der ersten 4 Tage (meist am 3. oder 4.Tag) nach der minimalinvasiven Stabilisierung wurden die in den radiologischen Befunden festgehaltenen Werte herangezogen; die einzelnen Abweichungen wurden nicht einzeln nachgemessen.

2. Einteilung der retrospektiven Datenerhebung

Bei der retrospektiven Studie wurden folgende (präoperative, intraoperative und postoperative) Daten erhoben:

1. Geschlechterverteilung der Betroffenen
2. Alter der Betroffenen
3. BMI
4. Art der Pathologie (Spondylolyse, Spondylolisthese)
5. betroffene lumbale bzw. lumbosakrale Segmente (mit Unterscheidung zwischen Single level und Multilevel)
6. präoperativ bestehende Vorerkrankungen (Hüft- und/oder Kniegelenksprothese, Osteoporose, vorhergehende Laminektomien oder Flavektomien,

Discusprolaps, Adipositas, Gleitwirbel,
Spinalkanalstenose, Foramenstenose)

7. Operationsdauer
8. intraoperativer Blutverlust
9. postoperativer Krankenhausaufenthalt
10. postoperative Komplikationen
11. postoperative radiologische Kontrolle
12. Patientinnen- und Patientenzufriedenheit anhand telefonischer Befragung.

ad 1.: Geschlechterverteilung der Betroffenen

Die Geschlechterverteilung der Betroffenen ist, wie bereits im einführenden Teil der Arbeit erwähnt, dadurch gekennzeichnet, dass mehr Frauen als Männer von einer degenerativen lumbalen Pathologie betroffen sind. In Zahlen ausgedrückt bedeutet das, dass 60,58% Frauen (n=103) und 39,42% Männer (n=67) im genannten Zeitraum operiert wurden.

ad 2.: Alter der betroffenen Personen

Das Alter der Betroffenen lässt sich folgendermaßen beschreiben: Der Mittelwert der Altersverteilung liegt bei 62,45 Jahren, wobei Männer und Frauen nicht getrennt betrachtet wurden, sondern ein gemeinsamer Patientinnen- und Patientenpool bestand. Die Altersspanne reicht von 25 bis 83 Jahren.

ad 3.: BMI der Betroffenen

Der BMI der Betroffenen wurde, soweit vorhanden, aus der Pflegedokumentation entnommen bzw. nach der Formel für die Errechnung des BMI selbst errechnet; er reicht von einem Mindestwert von 21,08 bis zu einem Maximalwert von 43,91. Der Mittelwert liegt bei 27,50. Die Errechnung des BMI konnte für 165 Patientinnen und Patienten durchgeführt werden. Bei 5 Betroffenen wurde er aus wissenschaftlichen Gründen nicht in die Errechnung des Mittelwertes mit einbezogen, weil aus der Pflegedokumentation die genauen Werte für Körpergröße und Gewicht nicht entnommen werden konnten. Es handelte sich dabei jeweils nur um ungefähre, von den Betroffenen berichtete Werte und nicht um vom Pflegepersonal nachgemessene. Auch beim BMI wurde eine geschlechterunabhängige Berechnung vorgenommen. Es kann angemerkt werden, dass der durchschnittliche BMI über dem als normal angesehenen Wert von 25 liegt, was auf einen evtl. Einfluss des Körpergewichtes auf die Degeneration der Wirbelsäule hindeutet.

ad 4.: Art der Pathologie

In der vorliegenden Arbeit wurden bewusst nur degenerative Pathologien (Spondylolyse, Spondylolisthese in evtl. Verbindung mit lumbaler Stenose) berücksichtigt, um eine Vergleichbarkeit der Parameter für Operationsdauer, intraoperativen Blutverlust und postoperativen Krankenhausaufenthalt zu gewährleisten, die z. B. bei der Analyse von Stabilisierungen bei Unfallopfern durch die Komplexität von Begleiterkrankungen, wie z. B.

Polytraumata, nicht gewährleistet werden könnte. Von den insgesamt 170 Patientinnen und Patienten hatten 1,76% (n=3) eine Spondylolyse, 98,24% (n=167) eine Spondylolisthese. Diese Verteilung spiegelt die Operationsindikation wieder: Da bei einer Spondylolyse v. a. deutlich weniger Schmerzsymptomatik vorhanden ist, wurde von den Operierenden nur in seltenen Fällen eine Stabilisierung durchgeführt.

ad 5.: Betroffene lumbale bzw. lumbosakrale Segmente

Bei den Betroffenen wurde bei der Auswertung der Studie einerseits zwischen Spondylolyse und Spondylolisthese, andererseits zwischen Single level und Multilevel unterschieden. Beim Single level handelt es sich par definitionem um ein stabilisiertes Segment (z. B. L5-S1), während bei Multilevel-Stabilisierungen mehrere aufeinander folgende Segmente miteinander verbunden werden (z. B. L4-S1).

Es wurden insgesamt 1,76% (n=3) Stabilisierungen bei Betroffenen mit der Diagnose Spondylolyse vorgenommen, von denen alle Single-level-Stabilisierungen waren; n=2 erfolgten auf Höhe von L5-S1, n=1 auf Höhe von L4-L5.

Bei den restlichen 98,24% (n=167) Patientinnen und Patienten, die an Spondylolisthese litten, erfolgten 11,18% (n=19) der Stabilisierungen über mehrere Segmente (sog. Multilevel; n=14 auf Höhe von L3-L5, n=3 auf Höhe von L4-S1 und n=2 auf Höhe von L2-L4). Von den restlichen 87,06% (n=148) der Personen, bei denen nur ein Segment betroffen war (Single level), erfolgten n=27 Stabilisierungen

auf Höhe von L5-S1, n=23 auf Höhe von L3-L4, n=1 auf Höhe von L2-L3 und der restliche, überwiegende Teil, n=97, auf Höhe von L4-L5.

Ad 6.: Präoperativ bestehende Vorerkrankungen

Bei diesem Parameter wurden jene präoperativ bestehenden Vorerkrankungen betrachtet, die für die beschriebene Operationsmethode lt. Literatur relevant sind:

- a) Hüft- und/oder Kniegelenksprothese
- b) Osteoporose
- c) vorhergehende Laminektomien oder Flavektomien sowie Discusprolaps
- d) Adipositas
- e) Gleitwirbel
- f) Spinalkanalstenose
- g) Foramenstenose
- h) andere relevante vorbestehende Pathologien.

Von den in die Studie miteinbezogenen Betroffenen konnten folgende Zahlen für die Begleiterkrankungen erhoben werden:

- a) Es gab 4,71% (n=8) Betroffene, die präoperativ eine einseitige Kniegelenksprothese, 1,18% (n=2) beidseitige Kniegelenksprothesen hatten. Ein Patient (0,59%) hatte sowohl 2 Hüft- als auch 2 Kniegelenksprothesen. Einseitige Hüftgelenksprothesen wurden bei 6,47% (n=11) der Patientinnen und Patienten beobachtet; beidseitige Hüftgelenksprothesen hatten 1,76% (n=3) der Patientinnen und Patienten.

- b) Unter Osteoporose litt lediglich 0,59% (n=1) der Betroffenen (eine Patientin).
- c) Da lt. Literatur vorhergehende Laminektomien oder Flavektomien zu einer verminderten Stabilität des betroffenen Wirbelsegmentes führen, wurden die Betroffenen in die Studie miteinbezogen, aber bei der Datenermittlung gekennzeichnet, um evtl. auftretende postoperative Komplikationen bzw. Instabilitäten nicht ausschließlich auf die analysierte, mikrochirurgische, stabilisierende Operationsmethode zurückzuführen. Eine vorbestehende Flavektomie wurde bei 7,06% (n=12) Patientinnen und Patienten beobachtet, bei 0,59% (n=1) kam eine vorbestehende zweimalige Flavektomie vor, bei 0,59% (n=1) eine viermalige. Eine Laminektomie wurde bei 1,76% (n=3) der Betroffenen vor der Stabilisierung vorgenommen, bei 0,59% (n=1) kam eine mehrmalige vorbestehende Laminketomie vor. Ein Diskusprolaps wurde bei 5,29% (n=9) der Patientinnen und Patienten beobachtet.
- d) Wie bei vielen anderen degenerativen Erkrankungen spielt das Vorbestehen einer Adipositas auch bei den degenerativen Wirbelsäulenpathologien eine Rolle. Von einer manifesten Adipositas, die ab einem Wert von BMI > 28,0 definiert wurde, waren insgesamt 32,94% (n=56) der Patientinnen und Patienten betroffen.
- e) Gleitwirbel traten bei 1,18% (n=2) der Betroffenen auf.

- f) Die Spinalkanalstenose stellt eine der wichtigsten Operationsindikationen für die mikrochirurgische Stabilisierung dar und wurde deshalb lt. radiologischem Befund erhoben. Es waren lt. Meyerding-Klassifikation alle Personen der Studie betroffen. Das unterschiedliche Grading war aus den Ambulanzberichten nicht immer zu entnehmen, deshalb wird auf eine genaue Berechnung verzichtet.
- g) Eine Foramenstenose wiesen 4,71% (n=8) der Betroffenen auf.
- h) Die restlichen relevanten vorbestehenden Pathologien waren folgende:
- rheumatoide Arthritis bei 0,59% (n=1) der Betroffenen;
 - Mikroinstabilität bei 1,18% (n=2) der Betroffenen;
 - Polyarthritits bei 0,59% (n=1) der Betroffenen;
 - Lumbalgien/Ischialgien bei 1,76% (n=3) der Betroffenen;
 - Claudicatio spinalis bei 49,41% (n=84) der Betroffenen beidseits und bei 11,18% (n=19) einseitig (jeweils auf der schmerzdominanten Seite).

ad 7: Operationsdauer

Da es sich bei der beschriebenen Technik um eine mikrochirurgische Dekompression mit minimalinvasiver Stabilisierung handelt, konnte beobachtet werden, dass die Operationsdauer im Gegensatz zur offenen Operationsmethode um einiges kürzer ist, wobei die Dauer auch davon abhängt, wie geübt ein Operateur/eine Operateurin im Hinblick auf die minimalinvasive Technik ist. Im Verlauf der Studie konnte festgestellt werden, dass die Operationsdauer mit der Anzahl der durchgeführten Operationen deutlich gesunken ist. Allerdings war auch zu beobachten, dass die Operationsdauer von der Anzahl der stabilisierten Segmente abhängig war; im Durchschnitt dauerten Single-level-Stabilisierungen weniger lang. Die längste mikrochirurgische Stabilisierung dauerte 394 Minuten, wobei es sich um eine Single-level-Stabilisierung handelte; die kürzeste (ebenfalls eine Single-level-Stabilisierung) war nach 98 Minuten beendet. Die durchschnittliche Operationsdauer lag bei 165,1 Minuten.

Es kann durchaus behauptet werden, dass die minimalinvasive Stabilisierung durch ihre kürzere Dauer nicht nur schonender für die Patientinnen und Patienten ist, sondern auch rentabler in wirtschaftlicher Hinsicht, weil eine kürzere Operationsdauer die schnellere Verfügbarkeit der Operationssäle gewährleistet und weniger kostenintensiv ist.

ad 8.: Intraoperativer Blutverlust

Die Messung des intraoperativen Blutverlustes ist deshalb wichtig, weil er einen der wichtigsten Parameter für die geringstmögliche Belastung der operierten Personen darstellt. Er hängt nicht nur von der Dauer der Operation ab, sondern auch von der Anzahl der stabilisierten Segmente. Der höchste Blutverlust lag bei 1.070 ml, der geringste bei 30 ml. Der mittlere Blutverlust lag bei 214,86 ml. Allerdings ist zu erwähnen, dass eine Patientin mit besonders hohem Blutverlust (1.060 ml) präoperativ Acetylsalicylsäure (lt. eigenen Angaben 1.500 mg/die über 10 Tage präoperativ) eingenommen hatte, was zu einer besonders starken intraoperativen Blutung geführt hat. Die Patientin hat eine postoperative Bluttransfusion verweigert.

Durch den geringeren Blutverlust geht es den Betroffenen postoperativ besser; Bluttransfusionen sind seltener nötig (bei der Studie insgesamt nur in 2 Fällen, wobei sie einmal erfolgte und einmal verweigert wurde) als bei der offenen Stabilisierung.

ad 9.: Postoperativer Krankenhausaufenthalt

Aufgrund der minimalinvasiven Methode konnten die Patientinnen und Patienten in einigen Fällen bereits am Operationstag, in den meisten anderen Fällen am 1. postoperativen Tag mobilisiert werden. Der Krankenhausaufenthalt wurde nur postoperativ errechnet, um evtl. präoperative zusätzliche Tage auf der Station (z. B. aufgrund

fehlender anästhesiologischer Freigabe) als Störgröße auszuschließen, welche nichts mit der Operation an sich zu tun haben. Der mittlere postoperative Krankenhausaufenthalt lag bei 5,69 Tagen, der längste bei 20 Tagen (bei postoperativ aufgetretenem Epiduralhämatom mit operativer Entleerung), der kürzeste bei 4 Tagen.

Der kurze postoperative Krankenhausaufenthalt ist für die Krankenanstalten aus wirtschaftlicher Sicht besonders rentabel, da die Betten schneller wieder verfügbar sind und die Kosten für den jeweiligen Krankenhausaufenthalt sinken.

ad 10.: Postoperative Komplikationen

Die aufgetretenen postoperativen Komplikationen wurden z. T. aus den Patientinnen- und Patientenakten über den stationären Aufenthalt, z. T. aus den Ambulanzberichten entnommen, je nachdem, wann sie aufgetreten sind. Die frühesten Komplikationen waren Epiduralhämatome bzw. Subduralhämatome, die unmittelbar postoperativ aufgetreten sind. Es wurden nur jene in die Erhebung einbezogen, die eine operative Entleerung notwendig gemacht haben. Außerdem wurden jene Komplikationen erhoben, die maximal 6 Monate nach der minimalinvasiven Stabilisierung aufgetreten sind, um einen direkten Bezug zum operativen Eingriff herstellen zu können.

Die postoperativ aufgetretenen Komplikationen waren folgende:

- a) Epidural-/ bzw. Subduralhämatome mit Notwendigkeit der operativen Hämatomentleerung

wurden in insgesamt 4,71% (n=8) der Fälle beobachtet.

- b) Zu unmittelbar postoperativ aufgetretenen Infektionen kam es bei 0,59% (n=1) der Betroffenen.
- c) Eine TLIF-Dislokation konnte in 2,35% (n=4) der Fälle beobachtet werden.
- d) Bei 1,18% (n=2) der Betroffenen trat eine Schraubenfehlage auf.
- e) Ein Schraubenbruch kam bei 1,18% (n=2) der operierten Personen vor.
- a) Das Problem der Anschlussinstabilität wurde bei 0,59% (n=1) der Betroffenen beobachtet.
- b) Eine Claudicatio-spinalis-Symptomatik trat bei 0,59% (n=1) auf.
- c) Rezidivierende Lumbalgien kamen bei 4,12% (n=7) der Patientinnen und Patienten vor.
- d) Restparästhesien traten bei 1,76% (n=3) der Personen auf.

Insgesamt traten bei 17,07% (n=29) Personen von 170 operierten Betroffenen Komplikationen auf (wovon n= 21 von präoperativ relevanten Pathologien betroffen waren), also in einem geringen Teil, was eindeutig für die minimalinvasive Stabilisierung mittels TLIF-Technik und mikrochirurgische Dekompression spricht. Ein direkter Zusammenhang zwischen Vorerkrankungen und postoperativ

aufgetretenen Komplikationen konnte aber nicht festgestellt werden.

ad 11.: Postoperativen radiologischen Kontrolle

Die postoperative radiologische Kontrolle wurde in den allermeisten Fällen am 3. oder 4. postoperativen Tag durchgeführt. Es handelte sich dabei um eine Röntgenkontrolle mit einem posterior-anterioren Strahlengang, um die korrekte Lage des Osteosynthesematerials zu kontrollieren. Für die Auswertung dieses Parameters wurden die einzelnen schriftlichen radiologischen Befunde gelesen und ausgewertet. Die Bewertungskriterien wurden folgendermaßen festgelegt:

- Unter „korrekter Lage des Osteosynthesematerials“ wurden alle Befunde zusammengefasst, die eine Abweichung von $< 5\text{mm}$ aufwiesen. Bei 94,71% (n=161) Betroffenen war traf dies zu.
- Die Abweichung von 5 mm bis maximal $< 10\text{ mm}$ wurde als Grauzone betrachtet; sie wurde in 0,59% (n=1) der Fälle in Form einer postoperativen Cagedislokation beobachtet.
- Eine Abweichung des Osteosynthesematerials von $\geq 10\text{ mm}$ wurde bei insgesamt 2,35% (n=4) der Betroffenen in folgenden Formen beobachtet:
 - Anterolisthesis von L5 zu S1 um 10 mm: 1,18% (n=2)
 - Anterolisthesis von L4 zu L5 um 13 mm: 0,59% (n=1)

- Anterolisthesis von L3 zu L4 um 10 mm: 0,59% (n=1).

Es sei noch angemerkt, dass bei insgesamt 2,35% (n=4) Personen keine genauen Angaben zu eruieren waren.

ad 12.: Zufriedenheit der Betroffenen

Im Zuge der telefonischen Befragung wurde unter anderem eruiert, ob die Personen mit dem Ergebnis der Operation zufrieden sind. Es wurde folgende Frage gestellt: „Sind Sie mit dem Ergebnis der Operation zufrieden?“ Außerdem wurde bei Missverständnissen eine kurze Erklärung gegeben.

Einführend ist zu sagen, dass von insgesamt n=170 Befragten 65,88% (n=112) telefonisch erreicht werden konnten und bereit waren, an der Umfrage teilzunehmen. Aufgrund des z. T. großen postoperativen Follow up waren einige vermerkte Rufnummern nicht mehr aktuell; einige Personen waren bereits verstorben, andere wollten nicht befragt werden (insgesamt 34,12%, n=58).

Die Zufriedenheit im Hinblick auf die durchgeführte Operation sowie die postoperative Verbesserung der Lebensqualität wurde einerseits durch eine direkte Ja-Nein-Frage eruiert, andererseits durch Erfragung der Verbesserung ebendieser Lebensqualität im postoperativen Zeitraum. Es wurden drei Kategorien gebildet (die Prozentangaben sind auf den Gesamtwert von n=112=100% der Betroffenen bezogen, die an der telefonischen Befragung teilnahmen):

- a) Personen, die sowohl mit dem Ergebnis der Operation als auch mit der postoperativen Verbesserung der Lebensqualität äußerst zufrieden waren: 15,18% (n=17);
- b) Personen, die zufrieden waren: 76,79% (n=86);
- c) Personen, die mit dem Ergebnis der Operation nicht zufrieden waren und bei denen sich subjektiv die Lebensqualität postoperativ nicht verbessert oder sogar verschlechtert hat: 8,03% (n=9).

Insgesamt kann gesagt werden, dass der Großteil der Befragten mit dem Ergebnis der minimalinvasiven Stabilisierung und mikrochirurgischen Dekompression und TLIF-Technik zufrieden waren, was eindeutig sowohl für den Operateur bzw. die Operateurin und für die Effizienz dieser Technik spricht.

Die Lebensqualität hat sich bei den meisten Betroffenen durch den Eingriff bedeutend verbessert. Allgemein kann beobachtet werden, dass jüngere Personen weniger mit dem Eingriff und der postoperativen Phase zufrieden sind, wobei hier beachtet werden sollte, dass es sich um Personen im arbeitsfähigen Alter handelt, die evtl. ein Verfahren auf Frühpensionierung anstreben könnten und deshalb eher mit dem Ausgang unzufrieden sind.

3. Abschließende Betrachtung

Einschränkend kann generell zur Studie angeführt werden, dass sich durch den großen Follow up die Befragung der Betroffenen z. T. als schwierig herausstellte, da sich die Patientinnen und Patienten nur mehr schlecht an den Eingriff erinnern konnten und die Rufnummern nicht mehr aktuell waren. Außerdem konnten diverse Patientinnen und Patienten aufgrund des zur Zeit der Operation bereits höheren Alters nicht mehr erreicht werden.

Die große Fallzahl mit insgesamt 170 Betroffenen zieht eine erschwerte Vergleichbarkeit mit sich, außerdem steigt einerseits die postoperative Komplikationsrate, andererseits auch die Vielzahl der Komplikationen.

Das höhere Alter der Betroffenen bei degenerativen Pathologien beeinflusst das Vorhandensein und die Vielzahl der Komorbiditäten und wirkt sich auf verschiedene Parameter negativ aus, z. B. auf den Tag der postoperativen Mobilisierung, den Krankenhausaufenthalt, die Patientinnen- und Patientenzufriedenheit.

Nach dieser statistischen Datenanalyse und Auswertung sowie Interpretation der erhobenen Daten erfolgt im nun anschließenden, letzten Teil ein Vergleich derselben mit jenen aus ausgesuchten internationalen Studien.

Vergleich der minimalinvasiven perkutanen Stabilisierungsmethode anhand internationaler Studien

Im nun folgenden Teil dieser Abschlussarbeit geht es darum, einen Vergleich der erhobenen Daten mit internationalen Studien zu ziehen, um einerseits Unterschiede und Ähnlichkeiten aufzuzeigen, andererseits die Effizienz der analysierten Stabilisierungsmethode im internationalen Vergleich zu analysieren.

Die Vergleichsstudien werden je nach Thematik der für die vorliegende Arbeit analysierten Parameter geordnet, kurz zusammengefasst und dann mit den Ergebnissen in der Studie der Universitätsklinik für Neurochirurgie in Graz erhobenen Ergebnisse verglichen.

1. Vergleich im Hinblick auf Komplikationen sowie Patientinnen- und Patienten-zufriedenheit

In der ersten vergleichenden Studie, die von Foley et al. (2002: 7-12) beschrieben wurde, geht es um die perkutane lumbale Stabilisierung von Patientinnen und Patienten, die alle unter mechanischen Rückenschmerzen littenn und bei denen eine konservative Therapie mit z. B. Physiotherapie oder pharmakologische Schmerztherapie (nicht genauer beschrieben) versagt hatte. Eine Angabe der Geschlechterverteilung erfolgte in dieser Studie.

Bei den für diese Studie ausgesuchten Personen handelte es sich um 6 Frauen und 6 Männer im Alter von 23 bis 68 Jahren. Alle Personen wurden einer radiologischen Kontrolle unterzogen, wobei eine Spondylolisthese Grad I bei 6 Betroffenen vorlag, eine Spondylolisthese Grad II bei 3 Betroffenen und Grad III bei einer betroffenen Person. 2 Personen hatten keine Spondylolisthese, jedoch eine fehlende Stabilität der aneinandergrenzenden Lendenwirbel nach bereits durchgeführter Stabilisierung in ebendiesem Bereich. 10 Betroffene wurden einer Single-level-Stabilisierung unterzogen, 2 einer Multilevel-Stabilisierung (über 2 Segmente). Von den Single-level-Stabilisierungen wurden 3 auf Höhe von L2-L3 durchgeführt, 3 auf Höhe von L4-L5 und 6 auf Höhe von L5-S1. Die Multilevel-Fusionen erfolgten jeweils ein Mal auf Höhe von L3-L5 und L4-S1.

Die Operationsmethode war vergleichbar mit der in dieser Arbeit analysierten, ebenso die intraoperative sowie die postoperative radiologische Kontrolle. Unterschiede lagen darin, dass nicht alle Betroffenen mit einem TLIF, sondern auch mit anderen Cages versorgt wurden, was Unterschiede im operativen Zugangsweg mit sich bringt. Die Operateure merkten an, dass die Single-level-Stabilisierungen nicht wesentlich einfacher durchzuführen waren als die Multilevel-Stabilisierungen.

Die Ergebnisse der Studie beziehen sich v. a. auf die Patientinnen- und Patientenzufriedenheit und können folgendermaßen zusammengefasst werden: Von 12 Operierten ist bei einer Person eine Komplikation im Sinne eines Schraubenbruches aufgetreten; sie musste in einer erneuten Operation behoben werden, wobei danach eine

bedeutende klinische Verbesserung zu erkennen war. Alle 12 Personen zeigten eine deutliche klinische Verbesserung der präoperativen Beschwerden. Bei 6 Betroffenen (50%) konnte ein exzellentes Resultat beobachtet werden (mit absoluter Schmerzfreiheit und ohne Einschränkung der Mobilität sowie einer absoluten Verbesserung der Lebensqualität ohne Einschränkung im privaten oder beruflichen Bereich), bei 5 Betroffenen (41,67%) wurde das Ergebnis als gut bezeichnet (mit manchmal auftretenden Schmerzen ohne Radikulopathie und nur leichter Einschränkung im täglichen Leben) und bei einem Patienten (jenem mit der aufgetretenen Komplikation; 8,33%) war das Ergebnis nicht zufriedenstellend, weshalb er erneut operiert werden musste. Bei allen Betroffenen wurde postoperativ radiologisch eine Stabilität der Fusionen dokumentiert.

Im Vergleich dazu sind bei der an der Universitätsklinik für Neurochirurgie in Graz durchgeführten Studie 15,18% der Personen mit dem Ergebnis und der Verbesserung der Lebensqualität sehr zufrieden, 76,79% sind zufrieden, weisen ab und zu Schmerzen auf, können aber die Tätigkeiten des täglichen Lebens ohne große Probleme meistern, 8,03% berichten von starken Schmerzen bzw. einer Einschränkung oder Verschlechterung der Lebensqualität.

Trotz der sehr viel größeren Anzahl der Betroffenen bei der in Graz durchgeführten Studie kann beobachtet werden, dass die prozentuelle Verteilung im Hinblick auf die positive postoperative Veränderung äußerst gut. Andererseits beläuft sich die ausbleibende Verbesserung der Lebensqualität bei der sehr kleinen Fallzahl der Vergleichsstudie ebenso wie bei der vorliegenden Studie, auf ca. 8%, was einerseits auf einen

großen Vorteil der Operationsmethode im Hinblick auf die postoperative Verbesserung hinweist, andererseits auf die große Routine der Operierenden in Graz. Allerdings kann aber auch beobachtet werden, dass sich bei höherer Fallzahl natürlich auch die Bandbreite der Komplikationen vergrößert.

Der Follow up reicht in der Vergleichsstudie von 10 bis 19 Monate, in der in Graz durchgeführten um sehr viel mehr, nämlich von 12 bis 75 Monate. Auch dadurch kann Schmerzfreiheit sowie die beobachtete Änderung der Lebensqualität beeinflusst werden, wie auch durch das zunehmende Alter, was zu subjektiv schwer abzugrenzenden Schmerzen und Verschlechterung der Lebensqualität führen kann.

Abschließend kann gesagt werden, dass trotz der sehr viel größeren Fallzahl und des bedeutend höheren Follow up sowie durch das höhere Alter der Betroffenen, die an der Universitätsklinik für Neurochirurgie in Graz operiert wurden, mit dem Ergebnis der Operation sowie der Verbesserung der eigenen Lebensqualität zufrieden sind und ein positives objektives Ergebnis im internationalen Vergleich zu eruieren ist.

2. Vergleich von BMI, Operationsdauer, Blutverlust und postoperativem Krankenhausaufenthalt

Bei der von Archavlis et al. (2013: 5–11) verfassten Studie wurden 24 Personen im Zeitraum von Juni 2010 bis Juni 2011 der minimalinvasiven Stabilisierung mit

mikrochirurgischer Dekompression und TLIF-Technik unterzogen. Es wurden 14 Frauen und 10 Männer in die Studie einbezogen.

Betroffen und operiert wurden die Segmente L3-L4 in 2 Fällen, die Segmente L4-L5 in 16 Fällen und die Segmente L5-S1 in 6 Fällen. Auch bei dieser Studie ist das Segment L4-L5 am häufigsten betroffen, am zweithäufigsten das Segment L5-S1 und am dritthäufigsten jenes von L3-L4. Bei dieser Studie wurden, anders als in der Grazer Studie, nie das Segment L2-L3 operiert sowie keine Multilevel-Stabilisierungen vorgenommen.

Die in die Studie einbezogenen Personen, bei welchen die konservativen Methoden zur Besserung der Beschwerden erfolglos blieben (v. a. nicht steroidale Schmerztherapie und Physiotherapie), wurden, wie bereits angeführt, ausschließlich einer Single-level-Stabilisierung, nie einer Multilevelstabilisierung unterzogen. Die Einschlusskriterien waren (zusammengefasst) wie folgt:

- Entweder litten die Patientinnen und Patienten an einer nach Meyerding klassifizierten Spondylolisthese mit geringer Spinalkanalstenose (Grad I: n=18, Grad II: n=6), oder
- es lag entweder eine Claudicatio spinalis bzw. eine Radikulopathie vor, oder
- es wurden rezidivierende Rückenschmerzen bei erfolgloser konservativer Therapie (Physiotherapie, Schmerztherapie mit nicht steroidalen Antirheumatica) beobachtet.

Betroffene, die an Kyphoskoliose und anderen Pathologien (traumatisch, infektiös) litten, wurden nicht minimalinvasiv operiert und deshalb auch nicht in der Studie berücksichtigt. Patientinnen und Patienten mit lateraler Stenose oder segmentaler Instabilität wurden ebenfalls nicht miteinbezogen (vgl. Archavlis et al. 2013: 6).

Im Hinblick auf die angewendete Operationsmethode kann gesagt werden, dass sie der an der Universitätsklinik für Neurochirurgie in Graz entspricht (Inzisionen, Dekompression auf der schmerzdominanten Seite, tubuläres Retraktionssystem bzw. Spreitzer, Einbringung der Pedikelschrauben, radiologische Kontrolle der korrekten Lage derselben, Einbringung der Stäbe, Fixierung derselben und abschließende radiologische Kontrolle).

Die Betroffenen hatten in der Vergleichsstudie einen mittleren BMI von 28, bei der in Graz durchgeführten lag der Mittelwert des BMI bei einem Wert von 27,50, was einen vergleichbaren Wert in den beiden Studien im Hinblick auf das Betroffenenkollektiv darstellt und auf eine evtl. Beeinflussung der degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen durch einen erhöhten BMI schließen lässt.

Während bei dieser Studie die Operationsdauer durchschnittlich bei 230 Minuten lag, war jene an der Universitätsklinik für Neurochirurgie in Graz mit durchschnittlich 165,1 Minuten wesentlich kürzer, obwohl in Graz auch Betroffene mit höhergradigen Stenosen lt. Meyerding sowie Multilevel-Stabilisierungen minimalinvasiv

operiert und in die Studie miteinbezogen wurden und die Fallzahl mit 170 Betroffenen vs. 24 bedeutend höher war.

Der durchschnittliche Blutverlust bei der Grazer Studie lag bei 214,86 ml, bei der Vergleichsstudie wurde ein mittlerer Blutverlust von 185 ml beobachtet. Allerdings kann angemerkt werden, dass bei der Vergleichsstudie ausschließlich Single-Level-Stabilisierungen mit niedrigem präoperativen Grading nach Meyerding durchgeführt wurden. Es kann also durchaus behauptet werden, dass der Blutverlust in Graz als gering eingestuft werden kann.

Ein Unterschied ist auch im Follow up zu beobachten, der bei der Vergleichsstudie lediglich bei 6 – 12 Monaten lag, in Graz bei 12 – 75 Monaten.

Als weitere Vergleichsstudie für die hier behandelten Parameter kann jene von Logroscino et al. (2011: 41-45) herangezogen werden. Während dieser Studie wurden von Mai 2005 bis Oktober 2008 20 Betroffene, 14 Männer und 6 Frauen mit dem durchschnittlichen Alter von 46 Jahren (28 – 59 Jahre) der mikrochirurgischen Dekompression sowie Einbringung eines Cages und minimalinvasiven Stabilisierung unterzogen. 15 Betroffene litten an einer degenerativen Spondylolisthese, 5 waren von einer rezidivierenden Diskushernie mit daraus folgender lumbaler Instabilität betroffen (vgl. ebd.: 42).

Die betroffenen Segmente waren folgende: L3-L4 bei 4 Patientinnen und Patienten, L4-L5 bei 9 Patientinnen und Patienten und L5-S1 bei 7 Patientinnen und Patienten.

Der Follow up lag bei 12 - 53 Monaten (zum Vergleich: in Graz liegt er bei 12 – 75 Monaten). Die Betroffenen litten für mindestens 3 Monate an therapieresistenten lumbalen Schmerzen (konservative Therapie: die Therapiemethoden wurden in der Studie nicht genauer definiert) sowie Claudicatio spinalis und Radikulopathie.

Die Operationsmethode ist mit der in Graz durchgeführten vergleichbar; auch hier erfolgten intraoperative radiologische Kontrollen zur Überprüfung der richtigen Lage des Osteosynthesematerials.

Im Vergleich zur Grazer Studie kann beobachtet werden, dass die durchschnittliche Operationsdauer der Vergleichsstudie bei 171 Minuten lag, in Graz, wie oben bereits angeführt, bei 165,1 Minuten, obwohl in Graz das Durchschnittsalter der Patientinnen und Patienten deutlich höher liegt und nicht nur Single-level-, sondern auch Multilevelstabilisierungen in der Studie berücksichtigt wurden.

Der durchschnittliche Blutverlust ist bei der Vergleichsstudie mit 126 ml vs. 214,86 ml in Graz niedriger, allerdings kann auch hier auf die Einbeziehung von multisegmentalen Stabilisierungen hingewiesen werden, was natürlich auch zu einem höheren Blutverlust durch ein gering größeres Operationsfeld und eine längere Dauer der Operation führt.

Der postoperative Krankenhausaufenthalt betrug bei der Vergleichsstudie 5,3 Tage, in Graz 5,69 Tage, obwohl das Durchschnittsalter der Patientinnen und Patienten in Graz deutlich höher war (Vergleichsstudie: 46 Jahre, Grazer Studie: 62,45 Jahre) und die Patientinnen und Patienten deshalb nicht nur operationsbedingt, sondern auch aus körperlichen Gründen länger stationär aufgenommen waren.

Auch hier kann abschließend gesagt werden, dass das Ergebnis der in Graz durchgeführten minimalinvasiven Stabilisierungen mit mikrochirurgischer Dekompression und TLIF-Technik trotz hoher Fallzahl und bedeutend höherem Durchschnittsalter im internationalen Vergleich durchaus positive Ergebnisse aufweist.

3. Vergleich der Lage des Osteosynthesematerials durch postoperative radiologische Kontrolle

In diesem Abschnitt soll noch auf die postoperative radiologische Kontrolle zur Feststellung der korrekten Lage des Osteosynthesematerials im internationalen Vergleich eingegangen werden. Als Vergleichsstudie wird jene von Logroscino et. al. (2011: 41-45) herangezogen, die bereits im vorhergehenden Abschnitt genauer beschrieben wurde.

In der Vergleichsstudie (vgl. ebd.: 44) wurden bei 20 Patientinnen und Patienten insgesamt 80 Schrauben und 20 Cages implantiert. Davon waren bei der postoperativen

radiologischen Kontrolle 74 Schrauben in regelrechter Position, 5 in einer akzeptablen und eine in einer nicht akzeptablen Position (vgl. Logroscino et al. 2011: 44). Cagedislokation wird keine beschrieben. Die Lageparameter wurden folgendermaßen definiert (vgl. Youkilis et al. 2001, zit. nach Logroscino et al. 2011: 43):

- gute Position: keine Pedikelschraube ragt über mehr als 2 mm in den Kortex des Pedikels;
- akzeptable Position: Hineinragen einer Pedikelschraube in den Pedikelkortex über 2 mm, aber gute Fixierung;
- nicht akzeptable Position: eine Pedikelschraube ragt über 2 mm in den Pedikelkortex und es kommt zum Auftreten neurologischer Symptome.

Im Vergleich dazu wurden bei der Studie in Graz die Lageparameter folgendermaßen definiert:

- korrekte Lage: ≤ 5 mm Abweichung des Osteosynthesematerials (insgesamt bei 161 Operierten = 644 Pedikelschrauben, die absolut korrekt positioniert waren)
- akzeptable Lage: 5 mm - < 10 mm Abweichung des Osteosynthesematerials (in einem Fall kam es zu einer Cagedislokation, wobei die Schrauben absolut korrekt lagen)
- zu überprüfende Lage: > 10 mm Abweichung des Osteosynthesematerials (bei 4 Betroffenen, jeweils eine Schraube).

Auch hier stehen die in Graz durchgeführten Operationen im internationalen Vergleich gut da, weil aufgrund der höheren Fallzahl das Risiko für eine Fehllage bzw. eine Cagedislokation wiederum steigt und bei 170 Betroffenen im Vergleich zu 20 Patientinnen und Patienten diese Art von Komplikation unwesentlich häufiger vorgekommen ist (einmal bei der Vergleichsstudie, 4 Mal bei den Operationen in Graz, eine Cagedislokation bei korrekter Schraubenlage in Graz).

Eine weitere Studie, die sich u. a. mit dem postoperativen radiologischen Outcome beschäftigt, ist die Studie von Torres et al. (2012: 143-152). Auch sie soll hier als Vergleichsstudie herangezogen werden.

Hierbei handelt es sich um eine Studie, die u.a. radiologische Beurteilung der Lage des Osteosynthesematerials analysiert. In die Studie wurden 52 Patientinnen und Patienten einbezogen, die im Durchschnitt 56,5 Jahre alt waren und alle minimalinvasiv mittels mikrochirurgischer Dekompression und TLIF-Fusion operiert wurden (Zeitraum: Juli 2005 – Januar 2010; es wurden ausschließlich Operationen in der Studie berücksichtigt, die von einem bestimmten Operateur durchgeführt wurden), wobei die Operationen jeweils unter Einsatz einer 3-D-Neuronavigation erfolgten. 59,6% der Patientinnen und Patienten litten an einer Spondylolisthese (im Vergleich dazu litten in Graz 98,24% an einer Spondylolisthese und 1,76% an einer Spondylolyse). Nicht alle Betroffenen wurden auf beiden Seiten stabilisiert, manche lt. Verfasser nur auf einer; alle Patientinnen und

Patienten wurden ausschließlich einer Single-level-Stabilisierung unterzogen.

Der neurochirurgische Eingriff wurde vergleichbar mit jenem in Graz durchgeführt, allerdings wurde additiv ein 3-D-Neuronavigator verwendet. In der Vergleichsstudie wird angeführt, dass 9% der eingebrachten Pedikelschrauben nennenswerte Fehllagen aufwiesen (in Graz bei 2,35% der Betroffenen); es war allerdings keine Revision nötig. Anders als in Graz wurden bei dieser Studie postoperativ noch die Disci intervertebrales vermessen, die 3 Monate postoperativ alle im Normbereich waren.

4. Abschließende Betrachtung

Ein Vergleich zwischen den verschiedenen Studien ist auch hier wieder schwierig, da die Fallzahl der Vergleichsstudien wesentlich niedriger ist; die Ergebnisse der in Graz durchgeführten Studie sind aber prinzipiell prozentuell mit anderen Studien vergleichbar und liefern auch aus radiologischer Sicht ein positives Outcome. Abschließend kann zusammengefasst gesagt werden, dass das peri- und postoperative Outcome der in Graz durchgeführten Studie trotz der hohen Fallzahl und des höheren Lebensalters der Betroffenen durchaus mit internationalen Studien vergleichbar ist und teilweise sogar bessere Ergebnisse liefert.

Vergleich der minimalinvasiven Stabilisierung mittels TLIF-Technik und mikrochirurgischer Dekompression mit der sog. „offenen“ Methode der Wirbelsäulenstabilisierung anhand ausgesuchter Literatur

In diesem letzten Teil der vergleichenden Ausarbeitung wird das Hauptaugenmerk noch auf den Vergleich zwischen der in Graz durchgeführten Studie und sog. internationalen Studien durchgeführt, bei denen Daten analysiert wurden, die bei mittels der „offenen“ Stabilisierungen durchgeführten Studien gewonnen wurden. Die hier angeführten Parameter sind jene, die für diese Arbeit als besonders relevant angesehen werden.

1. Die vergleichende Studie nach McAfee et al.

Hintergrund der Studie ist es, quantitative Kriterien zu definieren, nach denen der schwierige Vergleich zwischen minimalinvasiver und traditioneller, offener Stabilisierungsmethode erfolgen kann (vgl. McAfee et al. 2011: 125).

Die Autoren schreiben, dass es nicht ausreicht, lediglich einen Vergleichsparameter, z. B. die Länge der Inzision, zu definieren und diesen zu analysieren. Es ist nötig, verschiedene Vergleichskriterien zu definieren (vgl. ebd.: 126):

- lokale Verletzungszone (u. a. Erhöhung von Cytokin und Kreatinkinase)

- Patientinnen-/Patienteneigenschaften, die direkt mit der Operation in Zusammenhang stehen (u. a. vermehrter Blutverlust, der auf das angewendete Operationsverfahren zurückzuführen ist, Operationsdauer, radiologische Expositionsdauer);
- Daten über den Krankenhausaufenthalt, die indirekt auf den durchgeführten Eingriff zurückzuführen sind (u. a. Häufigkeit der Bluttransfusion, Dauer eines evtl. Intensivaufenthaltes, Dauer des gesamten Krankenhausaufenthaltes);
- finanzielle Kosten (u. a. Kosten der Implantate, des Krankenhausaufenthaltes, intraoperative Kosten).

Außerdem versuchen die Autoren genau zu definieren, was „offen“ und „minimalinvasiv“ bedeutet. Es wird davon ausgegangen, dass unter einem minimalinvasiven Zugang jener verstanden wird, der kleiner und folglich weniger invasiv als der offene Zugang ist (vgl. McAfee et al. 2011: 126).

Generell kann zusammenfassend gesagt werden, dass es sich bei der minimalinvasiven Stabilisierungsmethode in Verbindung mit mikrochirurgischer Dekompression um eine weniger invasive Methode im Hinblick auf Gewebeschäden, Blutverlust, Operationsdauer, kleinere Häufigkeit der postoperativen Hämatom-/Serombildung mit geringerer Inzidenz der operativen Entleerung, geringere Häufigkeit einer postoperativen Intensivbetreuung, kürzerer Krankenhausaufenthalt sowie durch all diese Faktoren bedingt ein geringerer Kostenaufwand und dadurch bedingt

eine geringere Kostenbelastung des Sozialsystems handelt (vgl. ebd.: 127).

Die Autoren der Studie weisen trotz der Vielzahl der positiven Ergebnisse in ihrer Abschlussbetrachtung dennoch darauf hin, dass es schwierig, wenn nicht sogar unmöglich ist, die beiden Operationsmethoden miteinander zu vergleichen (vgl. McAfee et al. 2011: 128 f). Dennoch kommen auch sie zu dem Schluss, dass die minimalinvasive Stabilisierung im Hinblick auf Gewebsdefekt und postoperativer Komplikationsrate, v. a. in Anbetracht der Infektionsrate, nennenswerte Vorteile gegenüber der traditionellen offenen Methode bringt.

Die im Zuge der in Graz durchgeführten Studie erhobenen Daten sprechen ebenfalls für diese Vorteile.

2. Die vergleichende Studie nach Archavalis et al.

Bei dieser Studie wird ein Vergleich zwischen der traditionellen offenen und der minimalinvasiven Stabilisierung mit mikochirurgischer Dekompression und Einbringung eines TLIF analysiert. Archavalis et al. haben in ihrer Studie Patientinnen und Patienten untersucht, die wegen Stenosen Grad I und II nach Meyerding, einer Spondylolisthese und einer Osteoarthritis dem genannten Eingriff unterzogen wurden.

Die Autoren kamen zum Ergebnis, dass bei der minimalinvasiven Stabilisierung ein geringerer Blutverlust

sowie signifikant weniger Bluttransfusionen zu beobachten waren. Außerdem konnte ein kürzerer Krankenhausaufenthalt, eine schnellere Rehabilitation und eine frühere Rückkehr ins normale tägliche Leben sowie eine geringere anatomische Invasivität beobachtet werden (vgl. Archavlis et al. 2013: 1734)

Allerdings wurde durch die Autoren aber auch aufgezeigt, dass die minimalinvasive Methode eine eingeschränkte Sicht auf das Operationsfeld (neurale Strukturen, Osteosynthesematerial) mit sich bringt, was zu einer evtl. Zunahme der Komplikationen führen kann, wie z. B. operationsbedingte Schraubenfehllage (vgl. ebd.: 1731 f).

Einschlusskriterien, nach denen Betroffene in die Studie aufgenommen wurden, waren folgende:

- bestehende Radikulopathie/Claudicatio spinalis
- therapieresistente Rückenschmerzen
- Stenose lt. Meyerding I und II
- Osteoarthritis
- Indikation für Dekompression und Fusion.

Die Studie ergab, dass Duraverletzungen in beiden Gruppen gleich häufig vorgekommen sind. Eine Fehllage der Pedikelschrauben kam bei der minimalinvasiven Methode einmal vor, bei der traditionell offenen Stabilisierung nie. Allerdings waren Wundheilungsstörungen bei der minimalinvasiven Stabilisierung seltener, die Autoren betrachteten den Unterschied aber als statistisch nicht signifikant. Das postoperative Outcome sowie die postoperativen radiologischen Befunde waren in beiden

Gruppen gleich; die Komplikationsrate wurde als akzeptabel angesehen. Die Bestrahlungsdauer ist bei der minimalinvasiven Stabilisierung höher als bei der offenen.

Wie bereits bei der vorhergehenden Studie sprechen auch bei dieser die in Graz erhobenen Daten für die genannten Vorteile.

3. Die vergleichende Studie nach Wang et al.

Die Autoren dieser Studie haben Patientinnen und Patienten untersucht, die an einer Spondylolisthese Grad I oder II nach Meyerding litten.

Kurz zusammengefasst haben die Autoren beschrieben, dass es zwischen traditioneller offener und minimalinvasiver Methode keine Unterschiede im Hinblick auf postoperative radiologische Kontrolle, klinisches Outcome und Operationszeit gibt. Auch hier wird angeführt, dass die Inzisionen und damit die Gewebsdefekte bei der minimalinvasiven Stabilisierung kleiner sind als bei der offenen (vgl. Wang et al. 2010: 1780 ff).

Wie bereits in den beiden vorhergehenden Studien haben die Autoren auch bei dieser als wesentliche Vorteile der minimalinvasiven Methode folgende beschrieben:

- geringerer Blutverlust und damit verbunden weniger Bluttransfusionen
- geringerer postoperativer Schmerz
- kürzerer postoperativer Krankenhausaufenthalt.

Auch diese Studie sieht die wesentlich höhere intraoperative Bestrahlungsdauer als bedeutenden Nachteil der minimalinvasiven Methode an.

4. Abschließende Betrachtung

Abschließend kann zu diesem Kapitel gesagt werden, dass die minimalinvasive Stabilisierung im Vergleich zur traditionell offenen sehr wohl Vorteile v. a. im Hinblick auf Blutverlust, Transfusionsindikation und postoperativem Krankenhausaufenthalt mit sich bringt, was sich auf die Kostenbelastung des Sozialsystems äußerst positiv auswirkt.

Als wesentlichste Nachteile bringt die minimalinvasive Methode die hohe Strahlenbelastung und das relativ kleine Operationsfeld mit wenig direktem Blick und damit verbunden mit einem höheren Komplikationsrisiko mit sich.

Schlusswort

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit beschäftigt sich in ihrem einleitenden Teil mit der Klärung von funktionell-anatomischen, pathologischen und neurochirurgischen Grundbegriffen, die für das Verständnis dieser Arbeit wesentlich sind.

Im zweiten Teil wurde die an der Universitätsklinik für Neurochirurgie durchgeführte Studie aufbereitet und analysiert. Es galt, die wesentlichen, während der retrospektiven Studie erhobenen Daten verständlich darzustellen, wobei die Parameter in prä-, intra- und postoperative Kategorien eingeteilt wurden. Außerdem wurde eine telefonsiche Befragung unter den in die Studie einbezogenen Betroffenen durchgeführt, wobei gefragt wurde, ob sie mit dem Ergebnis der Operation im Hinblick auf die postoperative Verbesserung der Lebensqualität zufrieden sind. Die ermittelten Ergebnisse waren durchaus positiv für die beschriebene Operationsmethode, wenn auch durch die hohe Fallzahl verschiedene postoperative Komplikationen auftraten, die dann aber jeweils nur bei einem bis wenigen Betroffenen vorkamen, wodurch kein direkter Zusammenhang zwischen präoperativ relevanten Erkrankungen und postoperativ aufgetretenen Komplikationen erkennbar war.

Die telefonsiche Befragung erwies sich als schwierig, da die Studie einen hohen Follow up hat und einige Betroffene im Jahre 2009, andere im Jahre 2014 operiert wurden. Einerseits

konnten sich einige Personen nur mehr schlecht an den Eingriff erinnern, andererseits erwies es sich als schwierig, die aktuelle Rufnummer verschiedener Patientinnen und Patienten zu ermitteln. Allerdings ist die Beteiligung von 65,88% der Betroffenen bei einer gesamten Fallzahl von 170 Personen im internationalen Vergleich relativ gut.

Anschließend an die retrospektive Studie und deren Interpretation erfolgte zuerst ein Vergleich der in Graz erworbenen Daten mit jenen aus beispielhaft ausgewählten internationalen Studien, wobei die Ergebnisse der Grazer Studie durchaus vergleichbar mit den Beispielstudien waren und beim Parameter der Operationsdauer sogar noch bessere Ergebnisse lieferte. Der intraoperative Blutverlust ist im internationalen Vergleich im Mittelfeld anzusiedeln, man muss aber bedenken, dass in Graz auch Multilevel-Stabilisierungen in die Studie einbezogen wurden.

An dieser Stelle soll nochmals angemerkt werden, dass die Vergleichsstudien bis auf eine mit sehr viel kleineren Fallzahlen arbeiteten und deshalb die Ergebnisse z. B. im Hinblick auf die postoperativen Komplikationen schlecht vergleichbar sind. Außerdem lag das Durchschnittsalter der bei dieser retrospektiven Studie einbezogenen Personen deutlich höher im Gegensatz zu jenem der Vergleichsstudien, was sich auch auf die generelle physische Konstitution der Patientinnen und Patienten niederschlägt und Faktoren wie z. B. den postoperativen Krankenhausaufenthalt oder indirekt auch auf die Patientinnen- und Patientenzufriedenheit auswirkt.

Die häufigsten Nachteile, nämlich ein höheres Komplikationsrisiko durch das kleinere Operationsfeld mit

geringerem Überblick und höhere radiologische Belastung sind zwar nicht unwesentlich; allerdings ist meiner Meinung nach die minimalinvasive Methode der traditionell offenen bei Möglichkeit vorzuziehen, da die Nachteile der minimalinvasiven Technik durch routinisierte Operateurinnen und Operateure minimiert werden können. Dafür spricht auch das gute radiologische Ergebnis bei der postoperativen radiologischen Kontrolle.

Obwohl es keine eindeutigen, statistisch gesicherten Daten gibt, dass die minimalinvasive Stabilisierungsmethode mit mikrochirurgischer Dekompression und TLIF-Technik wesentliche Vorteile gegenüber der traditionellen offenen Methode bringt, kann abschließend gesagt werden, dass die Vorteile im Hinblick auf kürzere Operationsdauer, geringerer Invasivität, vermindertem Blutverlust (und damit verbunden postoperative Transfusionsrate), schnellere postoperative Mobilisierung und geringerem postoperativen Krankenhausaufenthalt mit Minimierung der Kosten für das Sozialsystem sowie der hohe Anteil an zufriedenen Patientinnen und Patienten überwiegen und für diese Methode sprechen.

Die retrospektive Studie sowie die Analyse internationaler Literatur beweist meiner Meinung nach, dass die minimalinvasive Operationsmethode mittels TLIF-Technik durch ihre positiven Effekte auch für die schnellere und effizientere Genesung der Patientinnen und Patienten sorgt und dadurch für die Wirtschaftlichkeit der Krankenanstalten und des gesamten Gesundheitssystems bedeutende Vorteile bringt.

Literaturverzeichnis

Archavlis, Eleftherios, Mario Carvi Y Nievas und Peter Ulrich (2013): Preliminary Results of Minimally Invasive Decompression, TLIF and Percutaneous Pedicle Screw Insertion in Stenotic Spondylolisthesis with Severe Facet Joint Osteoarthritis, in: European Spine Journal, Jg. 2013, Nr. 1, S. 1731-1740

Aumüller, Gerhard et al. (2010): Duale Reihe Anatomie, Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Buck, JE (1970): Direkt repair oft he defekt in spondylolisthesis. Preliminary report, in: Journal of Bone and Joint Surgery, Jg. 1970, Nr. 52, S. 432-437

Dützmann, Stephan (2014): Basics Neurochirurgie, München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag

Foley, Kevin T. und Sanjay K. Gupta (2002): Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine: preliminary clinical results, in: Journal of Neurosurgery: Spine, Jg. 2002, Nr. 97, S. 7-12

Greenberg, Mark S. (2010): Handbook of Neurosurgery, 7. Auflage, New York: Thieme Medical Publishers

Logroscino, Carlo A., Proietti Luca, Pola Enrico et al. (2011): A minimally invasive posterior lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spine instabilities, in: European Spine Journal, Jg. 2011, Nr. 20, S. 41-45

Louis, Rene (1988): Reconstitution isthmique des spondylolyses par plaque vissée et greffes sans arthrodèse – à propos de 78 cas, in: Revue de Chirurgie Orthopedique et Pèparatrice de l'Appareil Moteur, Jg. 1988, Nr. 74, S. 549-557

McAfee, C. Paul, Steven R. Garfin, W. Blake Rogers et al. (2011): An attempt at clinically defining and assessing minimally invasive surgery compared with traditional “open” spinal surgery, in: SciVerse SchienceDirect Journal, Jg. 2011, Nr. 5, S. 125–130

Morscher, Edwin, Mark B. Gerber und Jean Fasel (1984): Surgical treatment of spondylolisthesis by bone grafting and direct stabilization of spondylolysis by means of a book screw, in: Orthopaedic Trauma Surgery, Jg. 1984, Nr. 103, S. 175-178

Moskopp, Dag (Hrsg.) und Hansdetlef Wassmann (Hrsg.) (2005): Neurochirurgie. Handbuch für die Weiterbildung und interdisziplinäres Nachschlagewerk, Stuttgart: Schattauer GmbH

Niethard, Fritz Uwe (1981): Die Form-Funktionsproblematik des lumbosakralen Überganges, Stuttgart: Hippokrates Verlag

Platzer, Werner (2005): Taschenatlas der Anatomie. Bewegungsapparat, Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Schnake, Klaus John, Stefan Schaeren und Bernhard Jeanneret (2006): Dynamic Stabilization in Addition to

Decompression for Lumbar Spinal Stenosis with Degenerative Spondylolisthesis, in: The Spine Journal, Jg. 2006, Nr. 4, S. 442-449

Skovrlj, Branko, Jeffrey Gilligan, Holt S. Cutler und Sheeraz A Quershi (2015): Minimally invasive procedures on the lumbar spine, in: World Journal of Clinical Cases, Jg. 2015, Nr. 3, S. 1-9

Trepel, Martin (2008): Neuroanatomie. Struktur und Funktion, München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag

Torres, Jorge, Andrew R. James, Marjan Alimi et al. (2012): Screw Placement Accuracy for Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion Surgery: A Study on 3-D Neuronavigation-Guided Surgery, in: Global Spine Journal, Jg. 2012, Nr. 2, S. 143-152

Vlok, AJ (2011): Spondylolytic spondylolisthesis: Surgical management of adult presentation, in: SA Orthopaedic Journal, Jg. 2011, Nr. 3, S. 85-89

Wang, Jian, Yue Zhou, Zheng Feng Zhang, Chang Quing Li et al. (2010): Comparison of one-level minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in degenerative and isthmic spondylolisthesis grades 1 and 2, in: European Spine Journal, Jg. 2010, Nr. 19, S. 1780-1784

Wiltse, Leon L. et al. (1976): Classification of spondylolysis and spondylolisthesis, in: Clinical Orthopaedics and Related Research, Jg. 1976, Nr. 117, S. 23-29.

Youkilis, Andrew S., Jean Quint, John E. Mc Gillicuddy et al. (2001): Stererotactic navigation for placement of pedicle screws in the thoracic spine, Journal of Neurosurgery, Jg. 2001, Nr. 48, S. 771-778

Onlineverzeichnis

derma.klinikum.unimuenster.de (http://derma.klinikum.unimuenster.de/fileadmin/DOMAIN/orthopaed.klinikum.unimuenster.de/Lehre/Die_lumbale_Spinalkanalstenose.pdf;
Stand: 18.12.2015)

Flexikon.doccheck.com
(<http://flexikon.doccheck.com/de/Spondylolyse>; Stand:
10.11.2015)

orthopaedie-unfallchirurgie.universimed.com
(<http://orthopaedie-unfallchirurgie.universimed.com/artikel/der-minimal-invasive-tlif>; Stand: 12.11.2015)

Qayum A., M. Panigrahi, V. Sreedhar et al. (2013): TLIF With Minimally Invasive Spinal Fixation For Spondylolysthesis, auf <https://ispub.com/IJMIST/3/4/3988#>
(Stand: 03.06.2015)

www.rushcopley.com/neurosurgery
(<http://www.rushcopley.com/rcmg/services/neurosurgery/conditions-and-procedures/minimally-invasive-transforaminal-lumbar-interbody-fusion-tlif/>; Stand: 12.11.2015)

Anhang

1. Studienprotokoll

Grundlegende Aspekte:

Für die Durchführung der Studie wurde folgendes Studienprotokoll bei der Ethikkommission eingereicht (z. T. im Original wiedergegeben, das Inhaltsverzeichnis wurde hier weggelassen):

Bei der Studie über die minimalinvasive Stabilisierung mit TLIF-Technik (Transforaminal Lumbar Interbody Fusion; darunter versteht man die Fusion des Zwischenwirbelraumes im lumbalen Bereich mittels dorsalem Zugang) soll einerseits herausgefunden werden, wie viele Patientinnen und Patienten mit Spondylolyse bzw. Spondylolisthese effektiv operiert wurden und ob es einen Unterschied in der Fallzahl bei der Operationsindikation zwischen den beiden genannten degenerativen Pathologien gibt. Andererseits soll die Effizienz und Attraktivität des in der Abschlussarbeit beschriebenen Operationsverfahrens sowohl zu Gunsten der Patientinnen und Patienten als auch zu jenen der Krankenanstalten im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit (geringerer postoperativer Krankenhausaufenthalt, verkürzte Rehabilitationsdauer) ausgearbeitet werden, um dessen Weiterführung bzw. Ausweitung und Bevorzugung zu rechtfertigen.

Ziel

Die retrospektive Studie zielt darauf ab, zu beweisen, dass die minimalinvasive Operationsmethode mittels TLIF-Technik

durch geringere Operationsdauer, geringeren Blutverlust und kürzeren Krankenhausaufenthalt sowie hohe Patientinnen- und Patientenzufriedenheit sowohl für die schnellere und effizientere Genesung der Patientinnen und Patienten als auch für die Wirtschaftlichkeit der Krankenanstalten Vorteile bringt.

Patientinnen und Patienten

Alle Patientinnen und Patienten, die an der Universitätsklinik für Neurochirurgie zwischen Januar 2009 und März 2014 eine operative Therapie mittels TLIF-Technik erhalten haben und dem Studienprofil entsprechende Voraussetzungen aufweisen. Wir erwarten ca. 170 Patientinnen und Patienten.

Beschreibung des Patientinnen- und Patientenkollektivs: Die Patientinnen und Patienten sind zwischen Mitte 20 und Mitte 80, etwas häufiger Frauen als Männer. Die Patientinnen und Patienten wurden spezifisch nach den stabilisierten Segmenten (maximal zwei aufeinanderfolgende lumbale Wirbelsäulensegmente) und nach Operateur ausgewählt, um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten.

Zielgrößen (Endpunkte)

Hauptzielgrößen

Es erfolgt die Wahl **einer** Hauptzielgröße:

Diagnose: Spondylolyse oder Spondylolisthese

Nebenzielparameter (Diplomandin):

- Alter der Patientinnen und Patienten bei der Diagnosestellung
- BMI

- Claudicatio-Symptomatik präoperativ
- Operationsdauer
- Blutverlust
- postoperativer Krankenhausaufenthalt in Tagen
- Komplikationen
- Tag der postoperativen Mobilisierung
- vorbestehende Pathologien (Stenose, Voroperationen, Osteoporose)
- postoperative radiologische Befunde der Schraubenlage
- Patientinnen und Patientenzufriedenheit - Verbesserung der Lebensqualität postoperativ (Ermittlung durch telefonische Befragung).

Des Weiteren wurden folgende Daten ermittelt, die für die Universitätsklinik für Neurochirurgie zur Verfügung stehen: VAS prä-/postoperativ, präoperatives Vorhandensein von Hüft-/Knie-TEP, Lokalisation des präoperativen Rücken-/Beinschmerzes, präoperative Paresen, Veränderung der prä- und postoperativ zurückgelegten Wegstrecke.

Methodik

Es erfolgt eine retrospektive Analyse unter Verwendung der (elektronischen) Krankenakten, Ambulanzakten und OP-Berichte der Universitätsklinik für Neurochirurgie, LKH-Univ.Klinikum Graz sowie telefonische Befragung der Patientinnen und Patienten.

Die Auswahl der Patientinnen und Patienten erfolgt aufgrund der Pathologie (Spondylolyse, Spondylolisthese) sowie aufgrund der stabilisierten Segmente (maximal zwei aufeinanderfolgende lumbale Wirbelsäulensegmente) und

spezifisch nach OperateurIn (nur Dr. med. Heribert Schröttner und Dr.ⁱⁿ med. Karin Pistracher).

Statistik

Geplante Auswertung

Die Hauptzielgröße wird mittels Auszählung und grafischer Darstellung mit Excel analysiert.

Fallzahlplanung:

Die Fallzahl ergibt sich aus der Anzahl der behandelten Patientinnen und Patienten.

Wir erwarten ca. 170 Datensätze. Da es sich um eine rein explorative Studie handelt, wurde auf eine formale Fallzahl/Power-Berechnung verzichtet.

Überlegungen zur Aussagekraft: Durch Ermittlung des Follow up für die einzelnen Nebenzielgrößen soll die Relevanz und Effizienz der genannten Operation bewiesen werden.

Datenschutz

Alle Betroffene werden mit einer fortlaufenden Nummer codiert (pseudonymisiert). Die auszuwertenden Daten werden nur mit diesem Code versehen in einer Excel-Tabelle auf einem PC mit Zugriffsbeschränkung an der Universitätsklinik für Neurochirurgie gespeichert und anschließend ausgewertet.

Nur autorisierte Personen haben Zugriff auf die Originaldaten. Die ermittelten Telefonnummern für die telefonische Befragung werden sofort nach der Befragung aus der Excel-Tabelle gelöscht, ebenso bei fehlenden Antworten

des/der Betroffenen sowie im Falle, dass die Patientinnen und Patienten nicht an der Befragung teilnehmen möchten.

Nutzen-Risiko Evaluierung

Die eingeschlossenen Patientinnen und Patienten haben keinen direkten Nutzen von der Studie. Patientinnen und Patienten mit starken Schmerzen bzw. ohne zufriedenstellendes Ergebnis werden jedoch zu einer erneuten Kontrolle in die Ambulanz der Universitätsklinik für Neurochirurgie einberufen sowie untersucht und erhalten eine Beratung bzw. einen Therapievorschlag.

Da es sich allerdings um die rein retrospektive Auswertung ihrer Daten handelt, ist auch kein Risiko zu erwarten. Das einzig mögliche Risiko, das Bekanntwerden der sensiblen Patientinnen-/Patientendaten wird durch die Pseudonymisierung und Zugriffsbeschränkung minimiert. Die Ergebnisse dieser Studie können als Grundlage zur Hypothesengenerierung für weitere Studien dienen.

2. Zusammenfassung der statistischen Daten

Die von insgesamt 170 Betroffenen ermittelten Daten werden hier kurz zusammengefasst, eine ausführliche Wiedergabe würden den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Gesamtanzahl der Betroffenen	170
Frauen	103 60,58%
Männer	67 39,42%

Alter (in Jahren)	
Durchschnittsalter	62,45
Mindestalter	24
Höchstalter	83

BMI	
Durchschnittlich	27,50
Mindestwert	21,08
Höchstwert	43,91
Anzahl der ermittelten Werte	165
Anzahl nicht ermittelbarer Werte	5

Spondylolyse	
Gesamtanzahl	3 1,76%
Single level	3
L5-S1	2
L4-L5	1

Spondylolisthese	
Gesamtanzahl	167 98,24%
Multilevel (19; 11,18%)	14 (L3-L5) 3 (L4-S1) 2 (L2-L4)
Single level (148; 87,06%)	27 (L5-S1) 97(L4-L5) 23(L3-L4) 1 L2-L3)

Vorerkrankungen (gerundete Werte)	
Einseitige Knieprothese	8 4,71%
Beidseitige Knieprothese	2 1,18%
Einseitige Hüftprothese	11 6,47%
Beidseitige Hüftprothese	3 1,76%
Beidseitige Knie- und beidseitige Hüftprothese	1 0,59%

Vorerkrankungen (Fortsetzung)	
Einmalige Flavektomie	12 7,06%
Osteoporose	1 0,59%
Zweimalige Flavektomie	1 0,59%
Viermalige Flavektomie	1 0,59%
Einmalige Laminektomie	3 1,76%
Zweimalige Laminektomie	1 0,59%
Diskusprolaps	9 5,29%
Manifeste Adipositas	56 32,94%
Gleitwirbel	2 1,18%
Foramenstenose	8 4,71%
Rheumatoide Arthritis	1 0,59%
Mikroinstabilität	2 1,18%
Polyarthritits	1 0,59%
Lumbalgien/Ischialgien	3 1,76%

Vorerkrankungen (Fortsetzung)	
Claudicatio spinalis beidseits	84 49,41%
Claudicatio spinalis einseitig	19 11,18%

Operationsdauer (Angabe in Minuten)	
Durchschnittlich	165,1
Längste Dauer	394
Kürzeste Dauer	98

Intraoperativer Blutverlust (in ml)	
Durchschnittlich	214,86
Mindestens	30
Höchstens	1.070

Postoperativer Krankenhausaufenthalt (in Tagen)	
Durchschnittlich	5,69
Mindestaufenthalt	4
Höchstaufenthalt	20

Postoperative Komplikationen (gerundete Werte)	
Epidural- /Subduralhämatome mit anschließender operativer Entleerung	8 4,71%
Postoperative Infektion	1 0,59%
Schraubenfehllage	2 1,18%
TLIF-Dislokation	4 2,35%
Schraubenbruch	2 1,18%
Anschlussinstabilität	1 0,59%
Claudicatio spinalis	1 0,59%
Rezidivierende Lumbalgien	7 4,12%
Restparästhesien	3 1,76%

Postoperative radiologische Kontrolle (Lage des Osteosynthesematerials; gerundete Werte)	
Korrekte Lage (< 5 mm)	161 94,71%
5 mm - <10mm	1 0,59%
>10 mm (gesamt; sog. Anterolisthesis)	4 2,35%
Anterolisthesis L5:S1	2 1,18%
Anterolisthesis L4:L5	1 0,59%
Anterolisthesis L3:L4	1 0,59%
Keine Angaben	4 2,35%

Zufriedenheit der Betroffenen	
Telefonisch erreichte Personen	112 65,88%
Telefonisch nicht erreichte Personen	58 34,11%
Äußerst zufrieden (auf 112 bezogen)	17 15,18%
Zufrieden (auf 112 bezogen)	86 76,79%
Nicht zufrieden (auf 112 bezogen)	9 8,03%