

Lebensqualität nach neurochirurgischen Wirbelsäuleneingriffen und deren Einflussfaktoren

Stefanie Scheibel

Vollständiger Abdruck der von der TUM School of Medicine and Health der Technischen Universität München zur Erlangung einer
Doktorin der Medizin (Dr. med.)
genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Dr. Florian Eyer

Prüfende der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. Jens Gempt
2. Priv.-Doz. Dr. Nicole M. Lange

Die Dissertation wurde am 29.04.2024 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die TUM School of Medicine and Health am 07.11.2024 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	3
1.1.	Volkswirtschaftliche Bedeutung von Rückenschmerzen	3
1.2.	Ursachen von Rückenschmerzen	4
1.3.	Behandlungsmöglichkeiten von Rückenschmerzen	4
1.4.	häufige neurochirurgische Erkrankungen der Wirbelsäule	5
2.	Ziel und Fragestellung	17
3.	Material und Methoden	18
3.1.	Studiendesign, Klinikum und Patientenrekrutierung	18
3.2.	Untersuchtes Patientenkollektiv	19
3.3.	Fragebögen	22
3.4.	Statistische Auswertung	25
4.	Ergebnisse	26
4.1.	Demografie und Diagnosen des Patientenkollektivs	26
4.2.	Statistische Ergebnisse bezüglich der Mortalitäts- und Komplikationsrate	28
4.3.	Statistische Ergebnisse bezüglich der Lebensqualität.....	31
4.4.	Statistische Ergebnisse bezüglich möglicher Prädiktoren	34
5.	Diskussion	50
5.1.	Diskussion von Material und Methoden	50
5.2.	Diskussion der Ergebnisse	53
5.3.	Ausblick	73
6.	Zusammenfassung	75
7.	Literaturverzeichnis.....	77
8.	Abbildungsverzeichnis	83
9.	Tabellenverzeichnis	84
10.	Danksagung	86

Abkürzungsverzeichnis

ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome
ASA	American Society of Anesthesiologists
CCI	Charlson-Komorbiditätsindex
COPD	chronisch obstruktive Lungenerkrankung
HD	Hauptdiagnose
IQA	Interquartilsabstand
KHK	koronare Herzkrankheit
KPS	Karnofsky-Index (Karnofsky performance status scale)
MCID	Minimum clinically important difference
MCS	Mental Component Scale des SF-12
mRS	modifizierte Rankin-Skala
ND	Nebendiagnose
NDI	Neck Disability Index
OAK	orale Antikoagulation
ODI	Oswestry Disability Index
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PCS	Physical Component Scale des SF-12
Q1	erstes Quartil
Q3	drittes Quartil
SF-12	Short Form (12) Gesundheitsfragebogen
VAS	visuelle Analogskala

1. Einleitung

1.1. Volkswirtschaftliche Bedeutung von Rückenschmerzen

Rückenschmerzen gehören zu den besonders häufig beklagten Beschwerden in Hausarztpraxen und sind eine der führenden Ursachen für Arbeitsunfähigkeit in Deutschland. Neben einer erheblichen finanziellen Belastung der Volkswirtschaft führen sie zu einer Reduktion der Lebensqualität der Betroffenen (Bolten et al. 1998). (Cypress 1983).

Bei den Erkrankungen, die zu Maßnahmen der medizinischen Rehabilitation im Rahmen der gesetzlichen Rentenversicherung führen, liegen Erkrankungen des Rückens und der Wirbelsäule sogar an erster Stelle. Die Punktprävalenz für Rückenschmerzen beträgt 25 - 40% in Deutschland, pro Jahr ergibt sich eine Prävalenz von 60 - 75%. (Schmidt und Kohlmann 2007)

Ein wichtiger Kostenfaktor ist die Chronifizierung von Rückenschmerzen. So ergab eine Analyse von Daten der Krankenkasse DAK, dass die Versorgungskosten von Patienten mit Hinweisen auf eine Chronifizierung mehr als viermal so hoch sind wie die von Patienten mit akuten unspezifischen Rückenschmerzen verursachten Kosten (Freytag et al. 2012). Umso bedeutender ist die hohe Prävalenz von chronischen Rückenschmerzen. 16% der Männer und 22% der Frauen leiden innerhalb von zwölf Monaten an chronischen Rückenschmerzen, bei der Lebenszeitprävalenz sind sogar 24% beziehungsweise 30% betroffen (Neuhauser et al. 2005).

Nur rund 30% der durch Rückenschmerzen verursachten Kosten sind direkt, das heißt durch die Behandlung verursacht. Mit 70% wiegen die indirekten Kosten, die insbesondere durch den Produktivitätsverlust der Betroffenen entstehen, deutlich schwerer. Demzufolge kann eine Reduktion der Kosten für die Volksgemeinschaft am besten über eine Verbesserung der Therapie, um insbesondere Arbeitsunfähigkeit, chronische und rezidivierende Rückenschmerzen zu reduzieren, und eine bessere Prävention erzielt werden. (Bolten et al. 1998)

1.2. Ursachen von Rückenschmerzen

Die Differentialdiagnosen für Kreuzschmerzen sind ausgesprochen vielfältig. Die Erkrankungen lassen sich grundsätzlich in mechanische und nicht mechanische einteilen. Zu den mechanischen Ursachen gehören vor allem degenerative Veränderungen, aber auch Frakturen und angeborene Fehlbildungen. Unter die nicht mechanischen Ursachen fallen Neoplasien, ebenso wie Autoimmunerkrankungen. Zusätzlich können Rückenschmerzen durch Pathologien der Organe, beispielsweise der Nieren, des Gastrointestinaltraktes oder der Blutgefäße entstehen. (Deyo 1986)

Bei über 80% der Patienten, die sich in einer Hausarztpraxis mit Rückenschmerzen vorstellen, kann keine spezifische Ursache gefunden werden (Schwill 2021). Bei weniger als 2% der Patienten kann ein Tumor, eine Infektion oder eine entzündliche Spondylarthropathie nachgewiesen werden. Insbesondere psychische Erkrankungen und Belastungen spielen über den sekundären Krankheitsgewinn bei Rückenbeschwerden ebenfalls eine Rolle. (Deyo 1986)

Insgesamt ist die Spontanheilungsrate bei unspezifischen Rückenschmerzen innerhalb weniger Wochen sehr hoch. Je nach Studie genesen bis zu 90% der Patienten innerhalb von zwei Wochen (Coste et al. 1994). Innerhalb von drei bis sechs Monaten kehren 93% der Betroffenen wieder an ihren Arbeitsplatz zurück, bei 68 - 86% gelingt dies bereits innerhalb des ersten Monats (Pengel et al. 2003).

Während den meisten Fällen demzufolge nur harmlose Erkrankungen zugrunde liegen, gibt es gelegentlich auch schwerwiegende Diagnosen, die erkannt werden müssen und einer spezifischen Behandlung bedürfen (Deyo 1986).

1.3. Behandlungsmöglichkeiten von Rückenschmerzen

Die therapeutischen Möglichkeiten bei Rückenschmerzen sind vielseitig. Medikamentös werden insbesondere schmerzlindernde und muskelrelaxierende Präparate eingesetzt. Maßnahmen wie Physiotherapie, manuelle Therapie und Thermotherapie bilden den Grundstein der physikalischen Therapie. Zusätzlich können eine Verhaltenstherapie und alternative Behandlungsmethoden wie die Akupunktur zum Einsatz kommen. (Bolten et al. 1998)

Die Patienten sollen möglichst zügig ihren gewöhnlichen Aktivitäten nachgehen und eine Bettruhe vermeiden. In der Akutsituation ist ein spezielles Training des Rückens wenig

hilfreich, spielt jedoch bei der Vermeidung von Rezidiven und der Behandlung chronischer Beschwerden eine wichtige Rolle. (Deyo und Weinstein 2001)

Als Indikationen für eine chirurgische Therapie gelten beispielsweise ein Persistieren der Beschwerden trotz ausreichender konservativer Therapie, neurologische Defizite wie Paresen oder Sensibilitätsstörungen sowie Blasen- und Mastdarmstörungen wie sie beispielsweise im Rahmen eines akuten Cauda-Equina-Syndroms auftreten können.

1.4. häufige neurochirurgische Erkrankungen der Wirbelsäule

1.4.1. Bandscheibenprolaps

Der Bandscheibenprolaps gehört zu den häufigsten spezifischen Ursachen von Rückenschmerzen und ist eine der häufigsten Operationsindikationen der Neurochirurgie (Deyo und Weinstein 2001). Eine wichtige Unterscheidung erfolgt zwischen einer Diskusprotrusion, bei der sich der Anulus fibrosus der Bandscheibe lediglich in den Spinalkanal vorwölbt, und dem Diskusprolaps, bei dem der Nucleus pulposus durch einen Riss des Anulus fibrosus hervortritt. Löst sich ein Teil des ausgetretenen Diskusmaterials ab und disloziert in den Epiduralraum, spricht man von einem Diskussequester. Eine klinische Symptomatik entsteht durch die Kompression der Nervenwurzeln oder des Rückenmarks. Typische Symptome umfassen einschießende Schmerzen, die vom Rücken aus in die Extremitäten ausstrahlen können, Kribbelparästhesien im zugehörigen Dermatome und motorische Ausfälle von Kennmuskeln bis hin zum Reflexausfall (Glocker F. et al 2018). Zusätzlich kann es zu positiven Nervendehnungszeichen und durch Husten oder Niesen zur Schmerzverstärkung kommen. Insbesondere Diskusprotrusionen finden sich auch bei asymptomatischen Patienten, sodass der radiologische Befund stets in Zusammenschau mit der klinischen Symptomatik gewertet werden muss. Solange keine Notfallindikation oder eine ausgeprägte beziehungsweise progrediente neurologische Symptomatik vorliegt, ist ein konservativer Therapieversuch möglich. Leichte körperliche Belastung, Physiotherapie, Medikamente und eine vorübergehende Immobilisation der Wirbelsäule bilden hierbei die Grundlage der Therapie (Hölper und Behr 2012). (Dützmann 2018)

Das Konus- und Kaudasyndrom, schwere neurologische Defizite und schwerste radikuläre therapieresistente Schmerzen sind Notfallindikationen und erfordern eine sofortige operative Therapie (Hölper und Behr 2012). Auch bei Versagen der konservativen Therapie im Sinne von fortbestehenden Beschwerden oder starken, behindernden Schmerzen kann eine Operationsindikation entstehen. Darüber hinaus können durch eine Myelopathie bedingte Funktionsstörungen, radiologische Hinweise auf Stenosen und

Signalanhebungen des Rückenmarks für eine operative Versorgung sprechen. (Lumenta et al. 2010)

Die operative Therapie beruht in der Regel auf einer möglichst minimalinvasiv durchgeführten Diskektomie und umfasst die Entfernung von vorgefallenem Diskusgewebe, Sequestern und manchmal der gesamten Bandscheibe (Dützmann 2018). Bei korrekt durchgeführter operativer Versorgung zervikaler Bandscheibenherniationen kommt es zu einer sofortigen postoperativen Schmerzreduktion und 80-95% der Patienten sind mit der Operation zufrieden. Bei thorakalem Prolaps des Nucleus pulposus sollte die Indikation zur operativen Versorgung besonders vorsichtig gestellt werden, da nur bei 50 - 70% der Patienten postoperativ eine Zufriedenheit erzielt werden kann und Komplikationen vergleichsweise häufig auftreten (Hölper und Behr 2012). Sowohl eine konservative als auch eine operative Therapie von lumbalen Diskusherniationen führen im Verlauf zu einer Verbesserung der Symptomatik im Verlauf. Im Vergleich zeigten sich jedoch signifikant bessere Ergebnisse in der Selbstbeurteilung nach einer chirurgische Therapie (Weinstein et al. 2006). (Lumenta et al. 2010)

1.4.2. Spinalkanalstenose

Die Spinalkanalstenose ist ein weiteres wichtiges Krankheitsbild der Neurochirurgie und hauptsächlich lumbal, gelegentlich auch zervikal oder selten thorakal lokalisiert. Spinalkanalstenosen können kongenital oder erworben, beispielsweise die Folge eines Traumas oder einer Spondylolisthesis, sein. Ebenso ist eine Kombination aus einem bereits kongenital eng angelegten Spinalkanal und erworbenen Veränderungen möglich (Lumenta et al. 2010). Insbesondere eine Instabilität der Wirbelsäule kann über Gelenkfehlstellungen und eine verstärkte Belastung der Wirbel, Gelenke, Bänder und Bandscheiben zur Bildung von Osteophyten, Gelenk- und Bandwucherungen führen, die den Spinalkanal oder die Foramina intervetebralia einengen und dabei das Rückenmark, Nervenwurzeln oder Blutgefäße komprimieren (Hölper und Behr 2012). Daneben kommt es im Rahmen des physiologischen Alterungsprozesses zu degenerativen Veränderungen der Bandscheiben, die unter anderem zu einer Höhenminderung des Zwischenwirbelsraums führen können. Diese wiederum kann zur Fehlbelastung der Wirbelsäule beitragen. Weitere degenerative Veränderungen und eine Lordosierung der Wirbelsäule können diese Einengung verstärken und die Symptomatik verschlimmern. (Dützmann 2018)

Zu den typischen Symptomen der zervikalen Spinalkanalstenose zählen Schmerzen im Bereich von Kopf, Nacken und Schultern, Radikulopathien, Myelopathien sowie Parästhesien. Die selten auftretende Manifestation der Spinalkanalstenose an der thorakalen Wirbelsäule kann sich als Claudicatio, radikuläre Schmerzen, Parästhesien, Gang-,

Blasen- und Mastdarmstörungen manifestieren. Typisch für die lumbale Spinalkanalstenose ist die *Claudicatio spinalis*, die zu Beschwerden beim Gehen und Stehen führt, welche sich durch Einnahme einer vorgebeugten Körperhaltung beispielweise beim Sitzen oder beim Fahrradfahren bessern. Durch das Vorbeugen wird eine Vergrößerung des Spinalkanals und der Neuroforamina erreicht, woraus eine Entlastung von Nerven und Blutgefäßen resultiert (Dützmann 2018). Darüber hinaus sind Parästhesien, Beinpareesen und Gangstörungen möglich. Die Abgrenzung der Erkrankung zu einer *Claudicatio intermittens* kann gerade bei älteren Patienten mit kardiovaskulären Risikofaktoren schwierig sein. (Lumenta et al. 2010)

Bei zervikalen Spinalkanalstenosen gilt, dass eine konservative Behandlung bei gering ausgeprägten Stenosen mit milden und nicht progredienten klinischen Symptomen erwogen werden kann. Allerdings erleiden die meisten rein konservativ behandelten Patienten im weiteren Verlauf eine Verschlechterung der Symptomatik, sodass bei klinischer Myelopathiesymptomatik eine operative Versorgung indiziert ist (Hölper und Behr 2012). Ein wesentlicher Anteil der Patienten mit lumbaler Spinalkanalstenose zeigt eine stabile Erkrankung oder sogar eine Verbesserung bei konservativer Therapie. Die konservativen Maßnahmen zur Behandlung von Spinalkanalstenosen umfassen Analgetika, Physiotherapie und außer bei der lumbalen Spinalkanalstenose eine Immobilisation der Wirbelsäule. Operiert werden sollten zervikale Spinalkanalstenosen bei persistierender Radikulopathie unter konservativer Therapie, erheblichen und behindernden Schmerzen, radiologischem Nachweis einer Stenose und gleichzeitiger Signalanhebung im Rückenmark, Zeichen der Instabilität und Hinweisen auf eine Kompression des Myelons. Bei thorakalen Spinalkanalstenosen gilt eine persistierende oder progrediente Myelopathie als Indikation zur chirurgischen Therapie. Ein Versagen der konservativen Maßnahmen mit unzureichender Verbesserung und ausgeprägte Stenosen stellen eine Operationsindikation bei einer lumbalen Spinalkanalstenose dar. (Lumenta et al. 2010)

Durch den Eingriff sollen die betroffenen Nerven, Gefäße und das Rückenmark entlastet und eine übermäßige Beweglichkeit der Wirbelsäule behoben werden (Hölper und Behr 2012). Die Bandbreite der Operationsverfahren reicht von minimalinvasiver Dekompression bis hin zu komplexen Eingriffen mit zusätzlicher Fusion. Bei Patienten mit lumbaler Spondylolisthesis konnte eine größere Verbesserung der Lebensqualität gezeigt werden, wenn nicht nur eine Laminektomie, sondern auch eine Fusion durchgeführt worden war. Zusätzlich war die Revisionsrate geringer. Auf der anderen Seite zeigten sich bei diesen Patienten ein größerer Blutverlust und eine längere Krankenhausaufenthaltsdauer. Insbesondere bei Patienten mit einer Spondylolisthesis oder anderweitiger

Instabilität der Wirbelsäule sollte die Kombination aus einer Laminektomie und Fusion erwogen werden (Lumenta et al. 2010). (Ghogawala et al. 2016)

Auch der Zeitpunkt des operativen Eingriffs ist von entscheidender Bedeutung. So verhindert eine Operation im Regelfall einen weiteren Krankheitsprogress und führt bei den meisten Patienten zu einer Symptomreduktion oder Remission, kann aber besonders bei bereits fortgeschrittenen zervikalen Stenosen häufig keine vollständige Remission mehr erreichen. Passende Veränderungen in der Bildgebung tragen gerade im Bereich der Lendenwirbelsäule stark zu den Erfolgsaussichten der Operation bei (Lumenta et al. 2010). (Hölper und Behr 2012)

1.4.3. Infektionen der Wirbelsäule

Infektionen der Wirbelsäule können iatrogen verursacht oder Folge einer zumeist hämatogenen Erregerausbreitung sein. Man unterscheidet zwischen einer Spondylitis bei isoliertem Befall des Wirbelkörpers, einer Diszitis bei reinem Befall der Bandscheibe und einer Spondylodiszitis bei gleichzeitigem Befall von Bandscheibe und Wirbelkörper. Mögliche Erreger sind beispielshalber Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Mycobacterium tuberculosis, Brucellen und Pilze. Pyogene Infektionen beginnen vorwiegend im subchondralen Knochen und breiten sich von dort in den Wirbelkörper oder die Bandscheibe aus. Eine Tuberkulose breitet sich meistens unter Aussparung der Bandscheibe vom anterioren zum posterioren Teil des Wirbelkörpers aus. Hinweisend auf eine tuberkulöse Spondylodiszitis sind eine Kalzifikation der Brustwirbelsäule, ein langsamer Krankheitsprogress und kalzifizierte paraspinale Abszesse (Almeida 2005). Im Rahmen der Erkrankung kann es zudem zur Ausbildung von paraspinalen Abszessen kommen. (Lumenta et al. 2010)

Eine Infektion der Wirbelsäule wird insbesondere durch akute oder chronische Rückenschmerzen symptomatisch. Auch ein Wirbelsäulenklumpfschmerz ist häufig zu beobachten. Des Weiteren können neurologische Symptome, Fieber und nächtliches Schwitzen auftreten. Eine postoperative Diszitis beginnt üblicherweise mit ausgeprägten Rückenschmerzen, Fieber und einer Schmerzausstrahlung in den unteren Rücken, die Leiste und das Skrotum. Die Therapie umfasst eine in der Regel mindestens vier Wochen andauernde Antibiotikagabe und kann bei Komplikationen um eine operative Dekompression und Stabilisierung ergänzt werden (Nussbaum et al. 1995). (Lumenta et al. 2010)

1.4.4. Spinale Metastasen

Bis zu 85% aller Patienten mit einem bekannten Karzinom entwickeln im Verlauf skelettale Metastasen, wovon 30 - 70% auch die Wirbelsäule betreffen. Darüber hinaus geht

man davon aus, dass 5 - 10% aller Krebspatienten im Krankheitsverlauf symptomatische spinale Metastasen entwickeln. Letztendlich handelt es sich bei Wirbelsäulentumoren am häufigsten um Metastasen. Eine wichtige erste Einteilung bei der Diagnose eines spinalen Tumors erfolgt anhand seiner Lage zur Dura mater und zum Rückenmark. Mögliche Lokalisationen sind extradural, intradural-extramedullär sowie intramedullär. Spinale Metastasen finden sich fast ausschließlich extradural (Dützmann 2018). Intradurale Metastasen besitzen meistens einen intrakraniellen Primarius und sind bei Kindern häufiger als bei erwachsenen Patienten zu finden (Hölper und Behr 2012). Bei den extraduralen Tumoren sind sekundäre Tumoren 40-mal häufiger als primäre. Kommt es im Rahmen einer Krebserkrankung zu Knochenmetastasen, ist die Wirbelsäule die häufigste Lokalisation. Die Metastasen betreffen bevorzugt die thorakale und lumbale Wirbelsäule und tragen zur Entstehung pathologischer Frakturen bei (Hölper und Behr 2012). Die meisten Metastasen beginnen im vorderen Teil des Wirbelkörpers und können im Verlauf in einen oder beide Pedikel einwachsen. Spinale Metastasen können durch verschiedenste Karzinome ausgelöst werden. Ihr Ursprung findet sich vornehmlich in der Lunge, Mamma und Prostata. (Lumenta et al. 2010)

Die Symptome hängen vor allem von der Lokalisation des Tumors ab. Zum einen geht es dabei um die Lagebeziehung der Raumforderung zu nervalen Strukturen und zum anderen um die Höhe der Läsion. Die meisten Patienten mit spinalen Tumoren leiden unabhängig von der Entität der Raumforderung unter dumpfen und diffusen Schmerzen, die im Verlauf zunehmen und im Bereich des betroffenen Wirbelsäulenabschnitts lokalisiert sind. Ursache dieser Schmerzen ist oft eine Einschränkung des venösen Abflusses und eine daraus resultierende Schwellung des Rückenmarks. Auch ein invasives Wachstum in die paravertebralen Weichteile und eine Reizung des Periosts können Schmerzen hervorrufen. Durch Kompression oder Irritation von Nervenwurzeln und Rückenmark kann es zu zahlreichen Symptomen kommen: Möglich sind brennende und einschießende Schmerzen, teilweise mit Ausstrahlung in die Extremitäten, Sensibilitätsstörungen und Paresen. Eine Verstärkung der Beschwerden im Liegen und in der Nacht ist möglich (Dützmann 2018). Die bei diesen Patienten oft auftretende Querschnittssymptomatik ist zumeist langsam progredient und von vegetativen Symptomen begleitet (Hölper und Behr 2012). Pathologische Frakturen können dagegen zu einer akuten Schmerzexazerbation, Para- oder sogar Tetraparese führen. Auch durch Einblutungen, Ischämien oder Infarkte des Rückenmarks im Rahmen des Tumorwachstums kann es zu akut auftretenden Ausfallserscheinungen kommen. In diesen Fällen ist das Stellen einer Prognose hinsichtlich des funktionellen Outcomes besonders schwierig.

Tatsächlich bleiben die meisten spinalen Metastasen jedoch neurologisch asymptomatisch. (Lumenta et al. 2010)

Bei bisher unbekannter Tumorerkrankung muss eine Tumorsuche erfolgen. Bei Vorliegen eines bekannten Primärtumors ist ein gewissenhaftes Restaging indiziert. Relevant ist bei der Untersuchung einer spinalen Metastasierung insbesondere die Ausbreitungsdiagnostik, die Unterscheidung zwischen osteoblastischen und osteolytischen Läsionen und die Suche nach pathologischen Frakturen, Fehlstellungen, Instabilität, Achsabweichungen und Zeichen einer Myelopathie. (Hölper und Behr 2012)

Das Vorhandensein spinaler Metastasen ist Ausdruck einer bereits systemisch metastasierten und dementsprechend fortgeschrittenen Erkrankung, sodass teilweise bereits eine palliative Therapiesituation vorliegt. Das Behandlungsziel sollte insbesondere bei einer palliativen Situation eine möglichst hohe Lebensqualität und ein möglichst selbstständiges Leben im gewohnten Umfeld sein. Zur Therapie können Bestrahlungen, Chemotherapien und operative Verfahren eingesetzt werden. Der Therapieansatz sollte möglichst multimodal sein und Therapieentscheidungen sollten von interdisziplinären Teams in Rücksprache mit dem Patienten getroffen werden. Eine operative Versorgung ist beispielsweise indiziert, wenn eine Einschränkung der Lebensqualität und der Unabhängigkeit des Patienten durch eine Kompression von Nervengewebe, eine Instabilität oder eine Deformation der Wirbelsäule besteht oder droht. Im fortgeschrittenen Stadium kann eine Operation zur Erleichterung von pflegerischen Maßnahmen sinnvoll sein. Bereits wenig invasive Maßnahmen wie die Kyphoplastie und Vertebroplastie bei pathologischen Frakturen können durch eine verbesserte Wirbelsäulenstabilität eine Schmerzlinderung herbeiführen. Auch eine Radiotherapie kann zur Verbesserung der neurologischen Symptomatik beitragen (Hölper und Behr 2012). Könnte ein Patient sowohl von chirurgischen Maßnahmen als auch von einer Strahlentherapie profitieren, sollte die Operation möglichst zuerst erfolgen, da die Komplikationsrate von chirurgischen Eingriffen nach einer Bestrahlung deutlich erhöht ist. (Lumenta et al. 2010)

Eine Lebenserwartung von mindestens sechs Monaten, das Vorliegen einer solitären Metastase, eine erst vor wenigen Stunden aufgetretene Plegie, ein unzureichender Therapieerfolg einer Radiatio, das Vorliegen eines CUP-Syndroms sowie eine drohende oder klinisch bereits symptomatisch gewordene Instabilität stellen Argumente für eine Operation dar. Tendenziell gegen eine Operation sprechen eine geringe Lebenserwartung, eine multiple Metastasierung, eine bereits länger bestehende Plegie und das Vorliegen strahlensensibler oder aggressiver, fortgeschrittener Tumoren. Letztendlich ist die Therapieentscheidung ausgesprochen individuell und hängt insbesondere vom

Allgemeinzustand, dem sozialen Umfeld und den Wünschen des Patienten ab. Auch der ideale Zeitpunkt operativer Maßnahmen ist Gegenstand einiger Diskussionen. Dabei gilt es zwischen einer schnellstmöglichen Notoperation und einer später, aber dafür nach eingehender Vorbereitung des Patienten, erfolgenden Maßnahme abzuwägen. Eine mögliche Empfehlung ist bei rascher Verschlechterung oder Wirbelsäuleninstabilität mit drohender Parese ohne Verzögerung notfallmäßig zu operieren und nur bei subakuten oder chronischen Fällen mit langsam voranschreitender Parese eine Verzögerung in Kauf zu nehmen. (Lumenta et al. 2010)

Durch die Verwendung eines intraoperativen neurophysiologischen Monitorings, beispielsweise die Ableitung von somatosensibel evozierten Potentialen, und einer intraoperativen Sonografie können Nervenwurzeln und Rückenmark besser geschont und die Beeinträchtigungen nach der Operation weiter reduziert werden (Dützmann 2018). Zu den möglichen Operationsverfahren zählt die Laminektomie. Bei kleineren, lateral gelegenen Tumoren kann bereits eine Hemilaminektomie ausreichend sein. Bei ausgedehnten Befunden sollte, insbesondere bei Beteiligung der zervikalen oder lumbalen Wirbelsäule, eine Laminotomie anstelle der Laminektomie gewählt werden, um eine postoperative Instabilität und Kyphose zu vermeiden. Droht durch den Tumor beziehungsweise die Dekompression eine Instabilität der Wirbelsäule oder ist diese bereits eingetreten, sollte eine Stabilisierung erfolgen, um eine Dislokation zu verhindern. Beinhaltet die Operation eine Instrumentation sollten die zwei jeweils kranial und kaudal der Läsion gelegenen Segmente miteinander fusioniert werden (Hölper und Behr 2012). Bei extradural lokalisierten Tumoren wird zunächst das betroffene Level dargestellt und der Tumor anschließend allmählich reseziert. Eine übermäßige Kompression der Dura und des Rückenmarks gilt es dabei zu vermeiden. Gerade bei extraduralen Tumoren ist eine Verklebung mit der Dura mater häufig. Ein neueres und radikaleres Vorgehen bei extradural gelegenen Metastasen beinhaltet eine umfassende Dekompression des Rückenmarks. Dabei soll sämtliches das Rückenmark umgebende Tumorgewebe entfernt werden. (Lumenta et al. 2010)

1.4.5. Wirbelsäulentraumata

Mehr als jedes zweite spinale Trauma ist Folge eines Verkehrsunfalls (Dützmann 2018). Wirbelsäulentraumata betreffen mit 60% am häufigsten die Halswirbelsäule. In 20% der Traumata ist der thorakolumbale Übergang betroffen. Auf die thorakale und lumbale Wirbelsäule entfallen acht beziehungsweise zehn Prozent der Fälle. Dreiviertel der Traumata der Halswirbelsäule betreffen die Wirbel C3-Th1, was 45% der gesamten Wirbelsäulentraumata ausmacht. 35% aller Halswirbeltraumata entfallen auf C2, genauer gesagt 18% Axis-, 10% Dens- und 7% Hangman-Frakturen. Insgesamt wird etwa ein Drittel

der Patienten mit einem spinalem Trauma neurologisch auffällig (Dützmann 2018). Bei den Halswirbelsäulentraumata sind neurologische Ausfälle mit 40% etwas häufiger als in anderen Abschnitten. (Hölper und Behr 2012)

Kommt es beim Trauma zur Schädigung, insbesondere zur Durchtrennung des Rückenmarks, können diverse Symptome auftreten. Durch Untersuchung der sensiblen und motorischen Defizite lässt sich die Höhe der Schädigung eingrenzen. Das Rückenmark kann unilateral im Sinne eines Brown-Séquard-Syndroms oder auch bilateral geschädigt sein. Ebenso ist eine isolierte Affektion von motorischen oder sensiblen Anteilen möglich. Neben einer direkten Schädigung des Myelons ist eine Affektion durch Druck oder eine Ischämie möglich.

Verletzungen des zervikalen Rückenmarks führen häufig zu einem Central-Cord-Syndrom. Dieses äußert sich mit sensiblen Ausfällen unterhalb der Läsion sowie einer armbetonten Kraftminderung aller Extremitäten. Zur Vermeidung weiterer Schäden sollte der Patient immobilisiert werden. Durch eine vorsichtige Untersuchung kann anschließend eine erste klinische Einschätzung vorgenommen werden. Dabei gilt es zu beachten, dass spinale Traumata und spinale Frakturen nicht notwendigerweise mit neurologischen Auffälligkeiten einhergehen müssen. (Dützmann 2018)

Bei der atlantookzipitalen Dislokation handelt es sich um eine seltene, meist rein ligamentäre Verletzung mit Dislokation, die überwiegend sofort oder im Verlauf letal ist (Lumenta et al. 2010). Diese Verletzung findet sich typischerweise bei angefahrenen Fußgängern. Begleitende Verletzungen der Hirngefäße sind häufig. Überleben die Patienten den Unfall, werden sie in der Regel mit einer okzipito-zervikalen Fusion versorgt. Patienten, die die Verletzung langfristig überleben, haben oft eine gute neurologische Prognose. (Hölper und Behr 2012)

Okzipitale Kondylenfrakturen treten praktisch immer in Kombination mit anderen Verletzungen auf. So weist jeder fünfte Patient weitere Verletzungen der Wirbelsäule auf (Hölper und Behr 2012). Auch begleitende Bewusstseinsstörungen sind häufig. Eine konservative Therapie durch Immobilisation mit einer Zervikalstütze oder Halo-Weste ist in der Regel ausreichend. Eine Operationsindikation kann bei Kompression von Nerven, einer ausgedehnten Verletzung der Condylen oder einer Beteiligung des Foramen magnum vorliegen. Verfahren der Wahl ist dann die atlanto-okzipitale Fusion. (Lumenta et al. 2010)

Frakturen des Atlas entstehen in der Regel durch axiale Krafteinwirkung, beispielsweise bei Autounfällen oder beim Kopfsprung in seichtes Gewässer (Dützmann 2018).

Zusätzlich kann es zur Ruptur des Ligamentum transversum kommen, was für die Stabilität der Fraktur von entscheidender Bedeutung ist. Überschreitet die laterale Abweichung der Massae laterales gegenüber dem Axis insgesamt einen Wert von sieben Millimetern, ist eine Ruptur des Ligamentums anzunehmen und von einer instabilen Fraktur auszugehen. Die Jefferson-Fraktur beschreibt eine Sonderform bei der sowohl der vordere als auch der hintere Atlasbogen frakturiert sind. Stabile Frakturen werden mit einer festen Zervikalstütze versorgt. Instabile Frakturen werden chirurgisch behandelt. Mittel der Wahl sind bei gegebener Operationsindikation die atlanto-axiale Fixation und die okzipito-zervikale Fusion. Neurologische Defizite treten bei reinen Atlasfrakturen nur selten auf und sind meistens Folge von Begleitverletzungen. (Hölper und Behr 2012)

Axisfrakturen können den Dens axis, den Wirbelkörper oder den Wirbelbogen betreffen. Die Einteilung von Densfrakturen erfolgt üblicherweise nach Anderson und D'Alonzo in drei Untergruppen: Fraktur der Densspitze (Typ I), Fraktur der Densbasis (Typ II) und Densfraktur mit Beteiligung des Wirbelkörpers (Typ III) (Anderson und D'Alonzo 1974). Ursächlich für diese Frakturen ist für gewöhnlich ein Sturz auf den Kopf oder Hals (Dützmann 2018). Typ I Frakturen sind selten und werden konservativ mit einer Philadelphia-Halskrawatte therapiert. Typ II Frakturen kommen am häufigsten vor und sind instabil. Die Schraubenosteosynthese ist das übliche operative Vorgehen. Typ III Frakturen können häufig mit einer weichen Halskrause behandelt werden. Ist diese nicht ausreichend, kann eine operative Stabilisierung erfolgen (Lumenta et al. 2010). Bei der Hangman-Fraktur kommt es zu einer traumatischen Spondylolyse von C2 mit Spondylolisthese von C2/C3. Die Verletzung kann beim namensgebenden Erhängen und bei Verkehrsunfällen auftreten, führt aber nur bei 10% der Patienten zu neurologischen Symptomen (Dützmann 2018). Stabile Verletzungen können konservativ mit einer Zervikalstütze therapiert werden. Instabile Verletzungen bedürfen einer Fusion, wobei bei den meisten Patienten zwischen einer ventralen und dorsalen gewählt werden kann. Atypische Frakturen des Axis werden üblicherweise konservativ therapiert. Bei Instabilität oder wenn eine konservative Behandlung ungünstig ist, beispielsweise bei beeinträchtigter Atemfunktion oder beatmeten Polytrauma-Patienten, oder eine schnelle definitive Behandlung gewünscht ist, kann eine operative Behandlung vorteilhaft sein (Lumenta et al. 2010). (Hölper und Behr 2012)

Betrachtet man Traumata der Halswirbel C3 - C7 zeigt sich, dass Frakturen am häufigsten C5 und Subluxationen am häufigsten C5/C6 betreffen. Zunächst gilt es bei einem Trauma der mittleren und unteren Halswirbelsäule festzustellen, ob Verletzungen im ventralen oder dorsalen Bereich der Wirbelsäule lokalisiert sind. Entscheidend für die Art der Verletzungen ist überdies der Unfallmechanismus. Bei der Klassifikation von

subaxialen zervikalen Traumata konnte sich bisher kein System klar durchsetzen (Lumenta et al. 2010). Analog zur AO-Klassifikation nach Magerl für die thorakolumbale Wirbelsäule wird an der Halswirbelsäule zwischen Kompressions-, Distraktions- und Rotationsverletzungen unterschieden. 15% der Frakturen von C3 - C7 sind Folge von Kompression und 42% der betroffenen Patienten sind neurologisch auffällig. Meistens bleibt das hintere Längsband bei diesen Verletzungen intakt. Distraktionsverletzungen sind mit 45% aller subaxialen Halswirbelsäulentraumata am häufigsten und führen bei 64% der betroffenen Patienten zu neurologischen Auffälligkeiten. Sowohl die Distraktions- als auch die Rotationsverletzungen betreffen die vorderen und hinteren Anteile der Wirbelsäule. Neurologische Defizite finden sich in 63% der Fälle. Eine Operation wird notwendig, wenn es zur Kompression neuraler Strukturen oder einer Instabilität kommt. Eine Reposition sollte schnellstmöglich erfolgen, da der Therapieerfolg bei Verzögerung abnimmt. Operativ ist ein ventraler, dorsaler oder kombinierter Zugang möglich. Der ventrale Zugang stellt hierbei den Standard in Europa dar. (Hölper und Behr 2012)

Die Tear-Drop-Fraktur betrifft typischerweise den fünften Halswirbel. Dabei kommt es zur Absprengung und Dislokation eines Teils des Wirbelkörpers nach kaudal. Bei Diagnosestellung dieser Verletzung gilt es sorgfältig nach begleitenden Verletzungen zu suchen. Das Vorliegen schwerwiegender neurologischer Ausfälle, weiterer Frakturen der Halswirbelsäule, ein großes Knochenfragment und dessen Dislokation nach ventral oder dorsal weisen auf eine instabile Verletzung hin. Eine stabile Tear-Drop-Verletzung kann konservativ mittels weicher Halskrawatte versorgt werden, während bei instabiler Verletzung eine Fusion mit Schrauben- oder Plattensystem und eventuell zusätzlich ein Wirbelkörperersatz angezeigt ist. (Hölper und Behr 2012)

Bei akuten thorakolumbalen Verletzungen findet das Drei-Säulen-Modell nach Denis klassischerweise Anwendung (Denis 1983). Dieses unterteilt die Wirbelsäule in drei Säulen. Die ventrale umfasst den ventralen Anteil von Wirbelkörper und Bandscheibe, die mittlere Säule den dorsalen Anteil von Bandscheibe und Wirbelkörper und die dorsale Säule die Wirbelbögen und -fortsätze. Dazu kommen jeweils die umgebenden Ligamente. Wenn mindestens zwei Säulen beschädigt sind, liegt eine Instabilität vor, die einer instrumentellen Stabilisierung bedarf. Ein Standardverfahren zur Beurteilung von thorakolumbalen Wirbelsäulenverletzungen ist die AO-Klassifikation nach Magerl (Magerl et al. 1994). Dabei wird zunächst gemäß dem Unfallmechanismus in Kompressionsverletzung der vorderen Säule, Distraktionsverletzung mit zwei beteiligten Säulen und Rotationsverletzung mit Beteiligung aller drei Säulen eingeteilt und anschließend zwischen den genauen Verletzungen unterschieden. Anhand dessen kann die Stabilität eingeschätzt werden. Der Thoracolumbar Injury Classifications and Severity Score (TILICS)

berücksichtigt neben der Verletzungsmorphologie auch den neurologischen Befund und den Zustand der posterioren Bandstrukturen um den Schweregrad der Verletzung einzuschätzen (Lee et al. 2005). Bei weniger schwerwiegenden Verletzungen wird ein konservatives Vorgehen empfohlen, bei schwerwiegenden ein operatives, wobei im Bereich dazwischen eine eindeutige Empfehlung fehlt. Eine Indikation zur Stabilisation thorakolumbalen Frakturen ergibt sich bei instabilen Frakturen und bei discoligamentärer Instabilität. Die Therapieentscheidung hängt letztlich auch vom Schweregrad der Verletzungen und dem Vorhandensein weiterer Verletzungen ab (Lumenta et al. 2010). (Dützmänn 2018)

Ein wichtiges Klassifikationssystem für akute Rückenmarksschädigung geht auf die American Spinal Injury Association (ASIA) zurück und erlaubt die Einschätzung von Rückenmarkverletzungen. Bei vollständigem Ausfall motorischer und sensibler Funktion einschließlich der Segmente S4-5 spricht man von einer kompletten Lähmung. Darüber hinaus gibt es mehrere Abstufungen der inkompletten Lähmung, die vom Ausmaß der erhaltenen Sensibilität und Motorik abhängen. In der Phase des spinalen Schocks kann die Klassifikation allerdings noch nicht genutzt werden (Hölper und Behr 2012). In dieser Phase gilt es vor allem die vegetativen Funktionen zu überwachen. Die ASIA-Klassifikation liefert zudem einen ersten Anhaltspunkt für die Prognose des Patienten. (Dützmänn 2018)

Die häufig begleitend entstandenen Verletzungen und vorbestehende Komorbiditäten müssen bei der Planung und Auswahl der Therapie berücksichtigt werden. Liegen zusätzlich lebensbedrohliche Verletzungen vor, hat deren Versorgung oberste Priorität. Eine Operationsindikation ergibt sich bei Vorliegen einer Instabilität der Wirbelsäule oder einer Kompression des Rückenmarks. Bei Beteiligung des Rückenmarks ist eine frühzeitige operative Dekompression wichtig, da Patienten mit einer frühzeitigen Operation deutlich besser bezüglich ihres neurologischen Outcomes profitieren als verzögert operierte Patienten (Fehlings et al. 2012). Die operative Therapie umfasst neben der Dekompression des Rückenmarks auch die Stabilisierung der Wirbelsäule und erzielt dies im Idealfall mit einer einzigen Operation. Ziel des Eingriffs ist eine physiologisch geformte und funktionierende Wirbelsäule. (Lumenta et al. 2010)

Komplikationen im Rahmen eines spinalen Traumas können mit einer erheblichen Mortalität und Morbidität einhergehen. Insbesondere das Vorliegen von Rückenmarks- und Kopfverletzungen kann sich negativ auf das Überleben und das neurologische Outcome der Patienten auswirken (Lumenta et al. 2010). Die Schädigung sympathischer Fasern kann akut zu einem spinalen Kreislaufschock mit Hypotonie und Bradykardie führen. Die

daraus resultierende Ischämie im peripheren Gewebe kann zu Blutdruckkrisen mit Kopfschmerzen und epileptischen Anfällen führen. Auch die Blasen- und Mastdarmfunktion kann beeinträchtigt sein. Gerade die vegetativen Krisen bedürfen einer konsequenten Behandlung. (Dützmann 2018)

Verletzung der oberen Halswirbelsäule, sprich C0- C2, sind für fast 50% der Betroffenen noch am Unfallort tödlich (Clark et al. 2004). Die schlechte Prognose von spinalen Traumata in diesem Bereich liegt auch an der häufig begleitend auftretenden Affektion der Medulla oblongata mit beeinträchtigter Atem- und Kreislauffunktion (Dützmann 2018). Gleichzeitig haben nur 10% der überlebenden Patienten neurologische Ausfälle (Clark et al. 2004). Entscheidend für das Outcome der Patienten ist das Vermeiden von Folgeschäden aufgrund von Wirbelsäuleninstabilität (Lumenta et al. 2010).

2. Ziel und Fragestellung

Grundsätzlich sind Wirbelsäulenoperationen heutzutage Routineeingriffe. Dabei kommt es dennoch immer wieder zu Komplikationen oder Reoperationen, welche die Lebensqualität der Patienten nachhaltig beeinträchtigen können. Vorangegangene Untersuchungen zur Lebensqualität vor und nach Wirbelsäuleneingriffen beschränken sich bisher größtenteils auf bestimmte Patientengruppen, Diagnosen, Operationsverfahren, Wirbelsäulenabschnitte oder Komplikationen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es daher zu klären, ob das breite Patientenspektrum einer großen neurochirurgischen Klinik und Poliklinik eine relevante Verbesserung der Lebensqualität durch neurochirurgische Eingriffe erzielt und welche Prädiktoren es hierfür gibt.

Die vorliegende Untersuchung soll daher folgende Fragen beantworten: Haben Patienten im Verlauf nach einem neurochirurgischen Eingriff weniger Beschwerden, eine weniger stark ausgeprägte Behinderung und letztlich eine bessere gesundheitsbezogene Lebensqualität als vor dem Eingriff? Welche Einfluss- und Risikofaktoren hierfür gibt es?

3. Material und Methoden

3.1. Studiendesign, Klinikum und Patientenrekrutierung

Hierbei handelt es sich um eine klinisch prospektive Studie, die auf Fragebögen beruht, die von Patienten zu drei verschiedenen Zeitpunkten beantwortet wurden. Untersucht wurden Patienten der neurochirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums rechts der Isar, die sich zwischen September 2017 und November 2018 einem operativen Eingriff an der Wirbelsäule unterzogen haben. Die Datenerhebung und Befragungen erfolgten durch ein Team aus zwei Doktoranden. Alle Untersuchungen erfolgten nach Zustimmung durch die zuständige Ethikkommission und gemäß der Deklaration von Helsinki 1975.

Die neurochirurgische Klinik und Poliklinik ist Bestandteil des Neuro-Kopf-Zentrums des Klinikums rechts der Isar. Die Neuroonkologie, Wirbelsäulenchirurgie, neurovaskuläre Erkrankungen sowie funktionelle Neurochirurgie und Schmerztherapie bilden die klinischen Schwerpunkte. Pro Jahr werden hier durchschnittlich 4400 neurochirurgische Eingriffe durchgeführt. Etwas mehr als die Hälfte der Eingriffe entfällt auf die Wirbelsäule. 2016 zertifizierte die Deutsche Wirbelsäulengesellschaft das interdisziplinäre Wirbelsäulenzentrum des Klinikums als Level 1 Wirbelsäulenzentrum. (Klinikum rechts der Isar München 2019)

Die Rekrutierung der Patienten für die Untersuchung erfolgte zunächst über eine Verteilung der Fragebögen bei präoperativen Terminen in der neurochirurgischen Ambulanz. Zur Erhöhung der Teilnehmerzahlen wurden weitere Patienten während des stationären Aufenthaltes persönlich befragt oder erhielten den Fragebogen postalisch.

Die Befragung gelang häufig erst nach der Operation. Da sich die erste Befragung ausdrücklich auf den Zeitraum kurz vor der Operation bezieht, wurden die Patienten mündlich oder schriftlich auf diesen Umstand hingewiesen und um eine Beantwortung gemäß ihrem präoperativen Zustand gebeten.

3.2. Untersuchtes Patientenkollektiv

Die Untersuchung umfasste das gesamte Patientenkollektiv der neurochirurgischen Klinik und Poliklinik mit spinalen Eingriffen unabhängig von Alter, Geschlecht, Haupt- und Nebendiagnosen, Lokalisation der Läsion, Operationsverfahren und der Art der gegebenenfalls aufgetretenen Komplikationen. Da das Follow-up auf dem postalischen Zusenden der Fragebögen oder einer telefonischen Befragung basierte, sollten nur Patienten aufgenommen werden, die über ausreichende Deutschkenntnisse und einen deutschen Wohnsitz verfügten. Grundlage für diese Entscheidung war insbesondere die Annahme, dass eine Sprachbarriere die Qualität der Ergebnisse und die Compliance beeinträchtigen könnte. Zusätzlich mussten die Patienten der Teilnahme an der Studie nach entsprechender Aufklärung zustimmen.

Ausgeschlossen wurden Patienten, die eine rein konservative Therapie oder nur einen Eingriff in Lokalanästhesie erhalten haben. Ebenso wurden Patienten ausgeschlossen, die eine SCS-Elektrode implantiert bekommen haben, da dieser schmerztherapeutische Eingriff keine Manipulation der Wirbelsäule beinhaltet.

Es erfolgte eine Analyse der demographischen und klinischen Charakteristika der Patienten, der intra- und postoperativen Komplikationen, der Komplikations- und Überlebensrate und des Outcomes bezüglich der Lebensqualität, Behinderung und Schmerzen.

Eine Erfassung von Geschlecht, Alter und BMI als grundlegende Patienteneigenschaften wurde ebenfalls durchgeführt. Zudem wurden vorangegangene Wirbelsäuleneingriffe inklusive der betroffenen Wirbelsäulenabschnitte und gegebenenfalls bereits geplante weitere Operationen erfasst.

Des Weiteren wurde eine Vielzahl weiterer möglicher Vorerkrankungen (Parkinson-Syndrom, vorbestehende Para- oder Hemiplegien, zerebrovaskuläre Erkrankungen, Myokardinfarkt, Herzinsuffizienz, KHK, pAVK, Vorhofflimmern, Vorhandensein eines Herzschrittmachers, arterielle Hypertonie, Hypercholesterinämie, Hypo- und Hyperthyreose, Diabetes mellitus, COPD, Magenulkus, Niereninsuffizienz, Leukämie, Lymphom, Tumorerkrankungen sowohl mit als auch ohne Metastasierung, Lebererkrankungen, Depression, Nikotin- und Alkoholabusus) berücksichtigt.

Zusätzlich wurden diverse präoperative Laborparameter (Kreatinin, GFR, CRP, Quick, PTT, Thrombozytenzahl, Hämoglobin, Elektrolyte) erhoben. Beim Hämoglobinwert

wurden die prä-, intra- und postoperativen Werte berücksichtigt, soweit diese erhoben worden waren.

Ergänzend wurden operationsspezifische Faktoren miteinbezogen. Hierbei wurde zwischen elektiven und Notfalleingriffen unterschieden und die Operationsdauer erfasst. Außerdem wurde überprüft, ob eine Instrumentierung, eine Zementierung oder ein Navigations-Device angewendet wurden. Zudem wurde untersucht, ob eine Therapie mit oralen Antikoagulantien oder Thrombozytenaggregationshemmern bei Aufnahme bestand und ob diese vor dem Eingriff abgesetzt wurde.

Bezüglich des anästhesiologischen Verlaufs erfolgte eine Erfassung des intraoperativen Blutverlustes, der Notwendigkeit, Anzahl und Art von Transfusionen, des Auftretens von hypotonen Blutdruckwerten, einer hypothermen Körpertemperatur und der Notwendigkeit von Katecholaminen.

Bezüglich des postoperativen Verlaufs wurden die Krankenhausaufenthaltsdauer berücksichtigt und ob eine intensivmedizinische Behandlung erforderlich war. Darüber hinaus wurden das Auftreten von intra- und postoperativen Komplikationen sowie deren Art einbezogen. Zusätzlich wurde erfasst ob Revisionseingriffe notwendig waren. Bezüglich der intraoperativen Komplikationen wurde zwischen Schraubenfehlagen, akzidentiellen Duraverletzungen, technischen Problemen, Verletzungen der Arteria vertebralis, einem vorzeitigen Abbruch des operativen Eingriffs, Zementaustritt und Nervenwurzelläsionen unterschieden. Bezüglich der postoperativen Komplikationen wurden Wundheilungsstörungen, Abszesse, Spondylodiszitis, Nachblutungen, Liquorleckagen, eine persistierende Stenosierung, Fehlstellungen oder Anschlussdegenerationen, Materialdislokationen, Materialfehlagen und -brüche, Drainageabrisse, das Auftreten von Harnwegsinfektionen, Niereninsuffizienz, Lungenarterienembolien, Pneumonien, Sepsis, Ileus oder gastrointestinalen Infekten, kardialen Ereignissen, einer Dysphagie und psychischer Störungen sowie neu aufgetretene Rückenschmerzen, Radikulopathien, motorische oder sensible Defizite erfasst.

Auch Scores wie die modifizierte Rankin-Skala (mRS), der Karnofsky-Index (KPS), die ASA-Klassifikation und der altersadjustierte Charlson Komorbiditätsindex (CCI) wurden erfasst. Des Weiteren wurden das Vorhandensein von Paresen und die Ergebnisse der Fragebögen ODI, SF-12 für physische und psychische Gesundheit sowie visuelle Analogskalen für Lebensqualität, Bein- und Rückenschmerzen ermittelt.

Grundsätzlich wurden 1140 Patienten mit mindestens einer relevanten Operation im Untersuchungszeitraum identifiziert. 161 Patienten lehnten eine Teilnahme an der Studie

ab, weitere 451 konnten aus diversen Gründen (beispielsweise wegen mangelnder Einwilligungsfähigkeit, einer fehlenden deutschen Postanschrift oder einer Sprachbarriere) nicht aufgenommen werden, sodass 528 der grundsätzlich relevanten Patienten befragt werden konnten. Zwei dieser Patienten schieden auf eigenen Wunsch im Verlauf aus der Studie aus, sodass 526 Patienten in die Studie eingeschlossen werden konnten. Anhand dieser Patienten erfolgten Untersuchungen bezüglich der demografischen Merkmale, Hauptdiagnosen, Komplikationen und Mortalität. Für die Bewertung des Outcomes wurden nur Patienten herangezogen, die an beiden postoperativen Befragungen teilgenommen haben, sodass die Berechnungen bezüglich der Fragebögen nur auf diesen 344 Patienten (Follow-up-Rate 65%) beruhen.

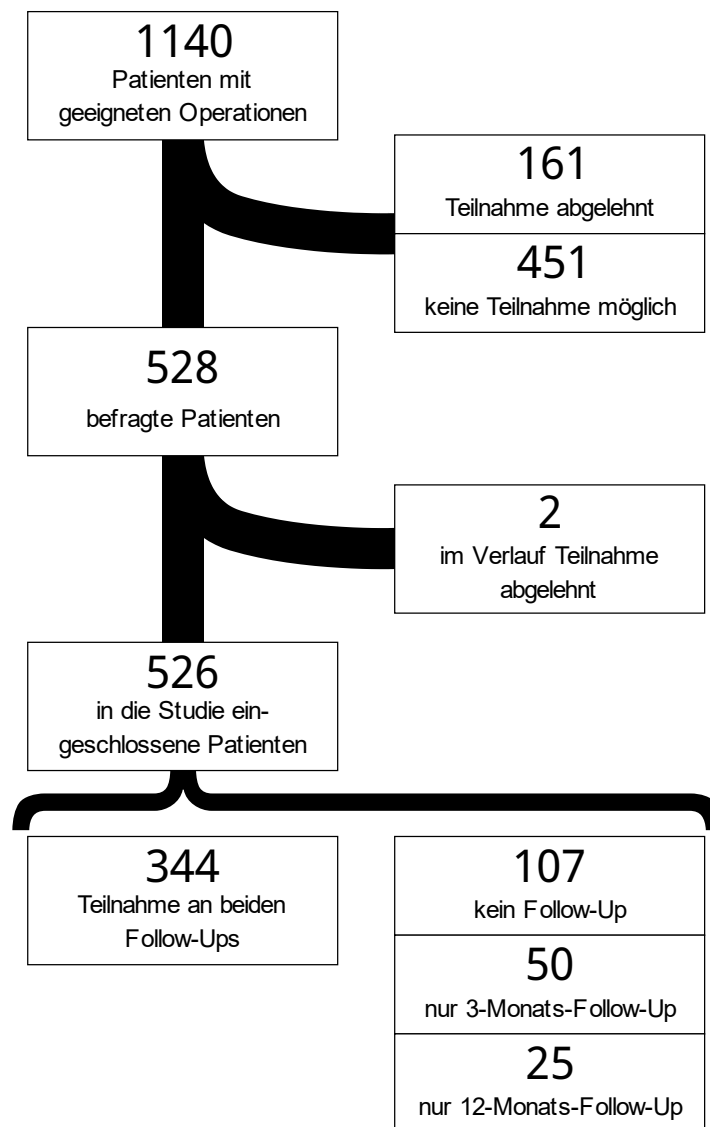


Abbildung 1: Patientengruppen im Zeitverlauf, eigene Darstellung

3.3. Fragebögen

Während früher der Erfolg von medizinischen Maßnahmen mit objektiv erhobenen Daten oder der Bewertung des Arztes bemessen wurde, rückt heutzutage zunehmend der Patient selbst bei der Bewertung seiner Behandlung in den Fokus. Das ist ein Trend, der sich zunehmend auch bei der Einschätzung von Wirbelsäuleneingriffen zeigt und zu einer besseren Aussagekraft von Untersuchungen beiträgt (Finkelstein und Schwartz 2019). So beschrieben Lee et al. bereits 1978 in einem Artikel über lumbale Spinalkanalstenosen, dass die einzelnen, rein objektiven klinischen Befunde nicht unbedingt mit der Funktionsfähigkeit des Patienten überstimmten (Lee et al. 1978). Das Patient Reported Outcome basiert dabei auf Fragebögen, die vom Patienten selbst beantwortet werden. Die untersuchten Parameter lassen sich dabei in drei Gruppen unterteilen: allgemeine Lebensqualität, Schmerzskalen und krankheitsspezifische Parameter. (McCormick et al. 2013)

Die Befragungen der in dieser Studie untersuchten Patienten erfolgten zu drei Zeitpunkten:

- T0: wenige Tage vor der Operation oder retrospektiv zu diesem Zeitraum
- T1: drei Monate nach der Operation
- T2: zwölf Monate nach der Operation

Zur Bewertung des klinischen Outcomes verwendeten wir den short form (SF)-12, den Oswestry Disability Index (ODI) und visuelle Analogskalen (VAS). Damit sollten die Zielgrößen gesundheitsbezogene Lebensqualität, Funktion und Schmerz erfasst werden (DeVine et al. 2011). Während zur initialen Befragung die visuelle Analogskala nur für Bein- und Rückenschmerzen verwendet wurde, wurde zu T1 und T2 damit zusätzlich nach der subjektiven Lebensqualität gefragt. SF-12 und ODI wurden zu allen drei Befragungszeitpunkten verwendet. Die Fragebögen wurden durch den Patienten selbst oder durch eine befragende Person ausgefüllt. Begleitend wurde die Mortalitätsrate erfasst.

3.3.1. 12-Item Short Form (SF-12) General Health Survey

Die Fragebögen SF-6, SF-12 und SF-36 sind die am häufigsten verwendeten Fragebögen zur Bemessung des allgemeinen Gesundheitszustandes. Für eine große Anzahl verschiedener Erkrankungen konnte eine hohe Validität festgestellt werden, sodass sie nicht nur in der Wirbelsäulenchirurgie beliebt sind. (McCormick et al. 2013)

Die Grundlage dieser Fragebögen entstand im Rahmen der „The Medical Outcome Study“ bei der man Einflussfaktoren auf und geeignete Mittel für die Bemessung des

Outcomes von Patienten suchte (Tarlov et al. 1989). Um den Aufwand für die Befragten zu reduzieren, verkürzte man die Fragen von 36 auf zwölf, sodass der SF-12 entstand (Jenkinson et al. 1997).

Ebenso wie der SF-36 dient auch der SF-12 der Bemessung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Trotz der geringeren Anzahl an Fragen gelingt es dem SF-12 ähnlich gute Ergebnisse zu liefern und Veränderungen zu detektieren, sodass er als effiziente Alternative zum SF-36 betrachtet werden kann. (Boden et al. 2020; Ware et al. 1996; Müller-Nordhorn et al. 2004; Jenkinson et al. 1997)

Sowohl der SF-12 als auch der SF-36 bemessen die physische und psychische Gesundheit über Fragen, die acht Kategorien zugeordnet werden können. Beim SF-12 wird jede Kategorie durch ein bis zwei Fragen abgebildet (Gandek et al. 1998). Zur Erfassung der physischen Gesundheit dienen Fragen bezüglich der körperlichen Funktionsfähigkeit (Physical Functioning), der körperlichen Rollenfunktion (Role-Physical), der körperlichen Schmerzen (Bodily Pain) und der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung (General Health). Die psychische Gesundheit wird über Fragen zur Vitalität (Vitality), sozialen Funktionsfähigkeit (Social Functioning), emotionalen Rollenfunktion (Role-Emotional) und zum psychischen Wohlbefinden (Mental Health) eingeschätzt. Die physische Gesundheit wird zur physical component summary (PCS), die psychische zur mental component summary (MCS) zusammengefasst. Beide Skalen reichen von 0 bis 100, wobei ein höherer Wert einem besseren Gesundheitszustand entspricht. (Ware et al. 1996)

3.3.2. Oswestry Disability Index (ODI)

1980 wurde die erste Version des Oswestry Disability Index (ODI) veröffentlicht (Fairbank et al. 1980). Heutzutage gehört er zu den empfohlenen krankheitsspezifischen Fragebögen für Patienten mit Schmerzen des unteren Rückens (Mannion et al. 2006). Er kann sowohl bei konservativen als auch bei operativen Therapien zur Einschätzung des funktionellen Ergebnisses eingesetzt werden (Fairbank et al. 1980). Als Grundlage dafür dient der subjektive Eindruck des Patienten zu seinem eigenen Gesundheitszustand (Niskanen 2002).

Eine besonders verbreitete und auch im Rahmen dieser Studie verwendete Version des ODI dient zur tagesaktuellen Einschätzung der Behinderung des befragten Patienten (Roland und Fairbank 2000). Zur Bemessung werden neben der Schmerzintensivität Einschränkungen in neun Alltagstätigkeiten (Körperpflege, Heben, Gehen, Sitzen, Stehen, Schlafen, Sexualeben, Sozialleben und Reisen) erfasst. Pro Frage können je nach gewählter Antwort 0 (keine Schmerzen beziehungsweise keine Behinderung) bis 5

Punkte (maximale Schmerzintensität beziehungsweise maximale Behinderung) vergeben werden. Zur Auswertung werden die Punkte aller Antworten addiert, durch die maximal erreichbare Punktzahl geteilt und das Ergebnis in Prozent dargestellt. Die maximal erreichbare Punktzahl ergibt sich aus der Anzahl der durch den Patienten beantworteten Fragen multipliziert mit 5. Dementsprechend kann bei Beantwortung aller Fragen eine Punktzahl zwischen 0 und 50 erreicht werden. Je höher das Ergebnis, desto schwerwiegender die Behinderung. (Fairbank und Pynsent 2000)

Tabelle 1: Auswertungsschema des ODI nach Fairbank, et al., 1980, eigene Darstellung

Erreichte Punktzahl	Ausmaß der Behinderung
0 – 20%	Geringgradige Behinderung (Minimal Disability)
21 – 40%	Moderate Behinderung (Moderate Disability)
41 – 60%	Schwerwiegende Behinderung (Severe Disability)
61 – 80%	Invalidisierend (Crippled)
81 – 100%	Bettlägerig oder Übertreibung (These patients are either bed-bound or have an exaggeration of their symptoms.)

Die Vorteile des ODI sind seine geringe Komplexität, die daraus folgende minimale Belastung des Befragten und die einfache Auswertung. Diese machen ihn zum bevorzugten krankheitsspezifischen Fragebogen für lumbale Pathologien. (McCormick et al. 2013)

3.3.3. Visuelle Analogskala (VAS)

Schmerz ist sowohl in der Forschung zu Wirbelsäulenerkrankungen als auch in der Krankheitsbewertung durch den Patienten von entscheidender Bedeutung (McCormick et al. 2013). Er ist eine rein subjektive Empfindung, die objektiven Testmethoden nicht zugänglich ist, sodass für dessen Bewertung und Einschätzung die Befragung des Patienten von besonderer Bedeutung ist. Dafür eignen sich insbesondere Fragebögen. (Raspe und Kohlmann 1993)

Die visuelle Analogskala ist eine einfache und in der medizinischen Forschung häufig verwendete Methode zur Befragung von Patienten (Couper et al. 2006). In dieser Studie wurde die visuelle Analogskala zur Einschätzung von Schmerzen und der subjektiven Lebensqualität angewendet.

Die hier verwendete Skala enthält eine in zehn Abschnitte unterteilte Linie, die die beiden Extreme „keine Schmerzen“ (0 Punkte) und „stärkste vorstellbare Schmerzen“ (10 Punkte) beziehungsweise „keine Lebensqualität“ (0) und „maximale Lebensqualität“ (100) miteinander verbindet. Als zusätzlichen Anhalt gibt es über beiden Extremen ein schematisches glückliches beziehungsweise unglückliches Gesicht. Die Patienten wurden gebeten die Stelle auf der Linie zu markieren, die ihren aktuellen Zustand am besten repräsentierte.

3.4. Statistische Auswertung

Für die Datenerfassung, die grundlegenden statistischen Berechnungen und die Erstellung der Abbildungen wurde Microsoft Excel verwendet. Für die Auswertung des SF-12 wurde R 3.6.2 (R Core Team, www.r-project.org) verwendet. Für die Hypothesenberechnungen und multiplen linearen Regressionsanalysen wurde das Tool DATAtab (DATAtab Team (2022). DATAtab: Online Statistics Calculator. DATAtab e.U. Graz, Austria. URL <https://datatab.net>) verwendet.

Bei fehlenden Antworten im ODI wurden die Ergebnisse wie zuvor beschrieben ermittelt. Bei fehlenden Antworten im SF-12 konnte die zugehörige Summenskala (MCS beziehungsweise PCS) nicht mehr berechnet werden, sodass der betroffene Patient für den Befragungszeitpunkt nicht in die Auswertung der jeweiligen Summenskala einfließen konnte.

Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden Median, erstes und drittes Quartil, Interquartilsabstand und arithmetischer Mittelwert berechnet. Wegen einer fehlenden Normalverteilung der Daten wurde der Wilcoxon-Test für die Hypothesentests verwendet.

Mithilfe multipler linearer Regressionsanalysen wurde untersucht, ob es unabhängige Variablen gab, welche die Veränderungen nach drei und zwölf Monaten bezüglich der MCS und PCS des SF12, des ODI und der visuellen Analogskalen bezüglich der Lebensqualität, der Bein- und Rückenschmerzen vorhersagen konnten. Das Signifikanzniveau wurde für alle Berechnungen auf $p < 0,05$ festgelegt.

4. Ergebnisse

4.1. Demografie und Diagnosen des Patientenkollektivs

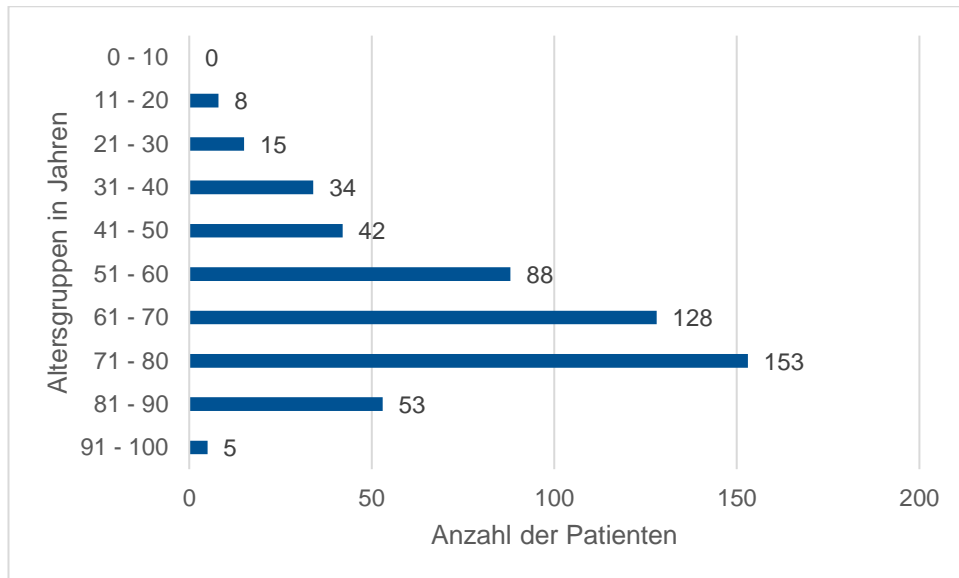


Abbildung 2: Altersverteilung der Patienten, eigene Darstellung

Die 526 untersuchten Patienten waren im Median 67 Jahre alt (Spannweite 13 - 96 Jahre) und setzten sich aus 292 (56%) männlichen und 234 (44%) weiblichen Patienten zusammen. Die führenden Hauptdiagnosen waren degenerative Erkrankungen (49%), Tumorerkrankungen (16%) sowie traumatisch bedingte Frakturen (16%).

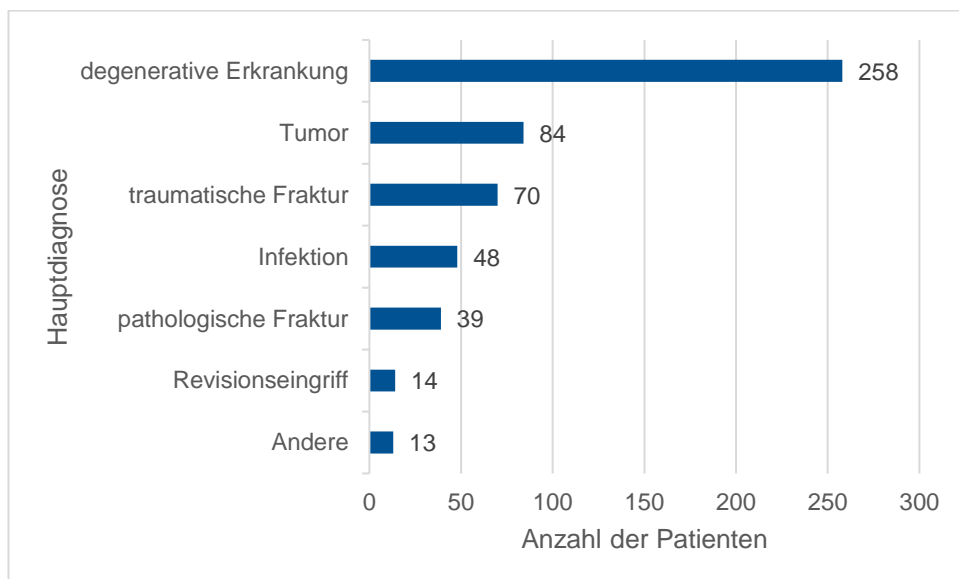


Abbildung 3: Hauptdiagnosen der Patienten, eigene Darstellung

Die führenden degenerativen Erkrankungen waren Spinalkanalstenosen (46%) und Bandscheibenvorfälle (31%). Bei den tumorösen Erkrankungen handelte es sich im Wesentlichen um Eingriffe wegen Metastasen (52%), seltener waren primär benigne (31%) und primär maligne (16%) Neoplasien. Die traumatisch bedingten Frakturen waren nahezu gleichmäßig auf die Hals- (39%) und die thorakolumbale Wirbelsäule (41%) verteilt.

Tabelle 2: Häufigkeit der Nebendiagnosen, eigene Darstellung

Nebendiagnose	Anzahl	Prozent
Arterielle Hypertonie	154	44,8%
Hypothyreose	70	20,3%
Nikotinabusus	54	15,7%
Alkoholabusus	53	15,4%
Diabetes mellitus	52	15,1%
Tumor ohne Metastasen	47	13,7%
KHK	30	8,7%
Metastasierte Tumorerkrankung	29	8,4%
Vorhofflimmern	24	7,0%
Hypercholesterinämie	24	7,0%
Herzinsuffizienz	21	6,1%
Depression	19	5,5%
Niereninsuffizienz	16	4,7%
Herzinsuffizienz ab NYHA 3	16	4,7%
COPD	13	3,8%
Lymphom	11	3,2%
Lebererkrankung	11	3,2%
Herzinfarkt	8	2,3%
pAVK	6	1,7%
zerebrovaskuläre Erkrankungen	6	1,7%
Hyperthyreose	4	1,2%
Bekannte Para- oder Hemiplegie	4	1,2%
Parkinson-Syndrom	3	0,9%
Leukämie	2	0,6%
Herzrhythmusstörungen	2	0,6%

Magenulkus	2	0,6%
Rheuma	1	0,3%
AIDS	1	0,3%

Zu den häufigsten Nebendiagnosen der Patienten zählten eine arterielle Hypertonie (44,8%), eine Hypothyreose (20,3%) und ein Nikotinabusus (15,7%). Im Durchschnitt hatten die Patienten 1,9 Nebendiagnosen. Beim altersadjustierten Charlson-Komorbiditätsindex hatten die Patienten im Durchschnitt 4,04 Punkte.

Tabelle 3: altersadjustierter Charlson-Komorbiditäts-Index, eigene Darstellung

Punktzahl	Anzahl	Prozent
0	25	7,3%
1-2	62	18,0%
3-4	144	41,9%
>5	113	32,8%

4.2. Statistische Ergebnisse bezüglich der Mortalitäts- und Komplikationsrate

Die Mortalitätsrate lag, soweit diese ermittelbar war, bei 48 (9,1%) der untersuchten Patienten innerhalb des Untersuchungszeitraums. 34 (70,8%) der verstorbenen Patienten waren männlich, 14 (29,2%) weiblich. Das Alter lag im Median bei 72 Jahren (Spannweite 22 - 96 Jahre).

23 (47,9%) der verstorbenen Patienten wurden wegen einer tumorösen Grunderkrankung neurochirurgisch behandelt. Bei elf Patienten (22,9%) erfolgte die Behandlung einer pathologischen Fraktur. Sechs der verstorbenen Patienten (12,5%) waren wegen einer Infektion operiert worden. Zusätzlich starben jeweils vier Patienten (8,3%) im weiteren Verlauf nach der Behandlung einer traumatischen Fraktur beziehungsweise einer degenerativen Erkrankung.

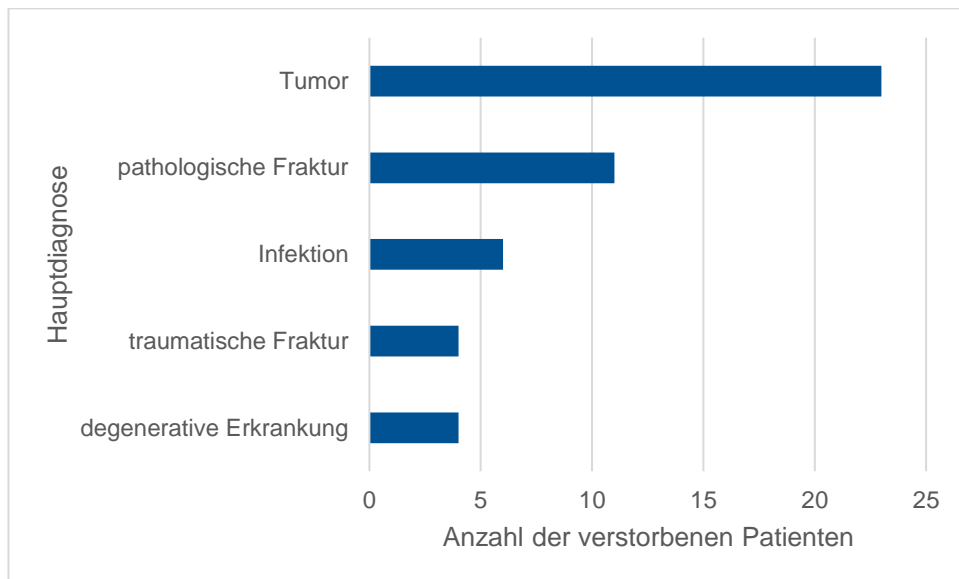


Abbildung 4: Hauptdiagnosen der verstorbenen Patienten, eigene Darstellung

Bei 173 (32,9%) der untersuchten Patienten kam es zu Komplikationen. Bei 29 Patienten (5,5%) traten diese während des Eingriffs auf. 125 (23,8%) Patienten zeigten im postoperativen Verlauf Komplikationen.

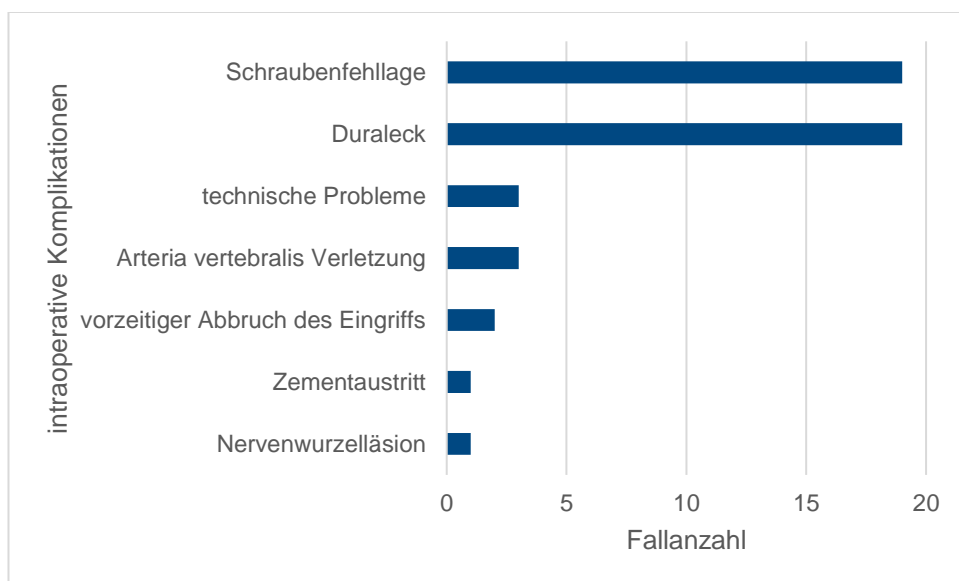


Abbildung 5: Aufstellung der intraoperativen Komplikationen, eigene Darstellung

Bei 19 (3,6% aller Patienten) kam es sowohl intra- als auch postoperativ zu Komplikationen. Die häufigsten intraoperativen Komplikationen waren eine Fehllage von Schrauben sowie Liquorleckagen aufgrund von akzidentiellen Verletzungen der Dura mater (jeweils 19 Fälle, je 3,6% der untersuchten Patienten).

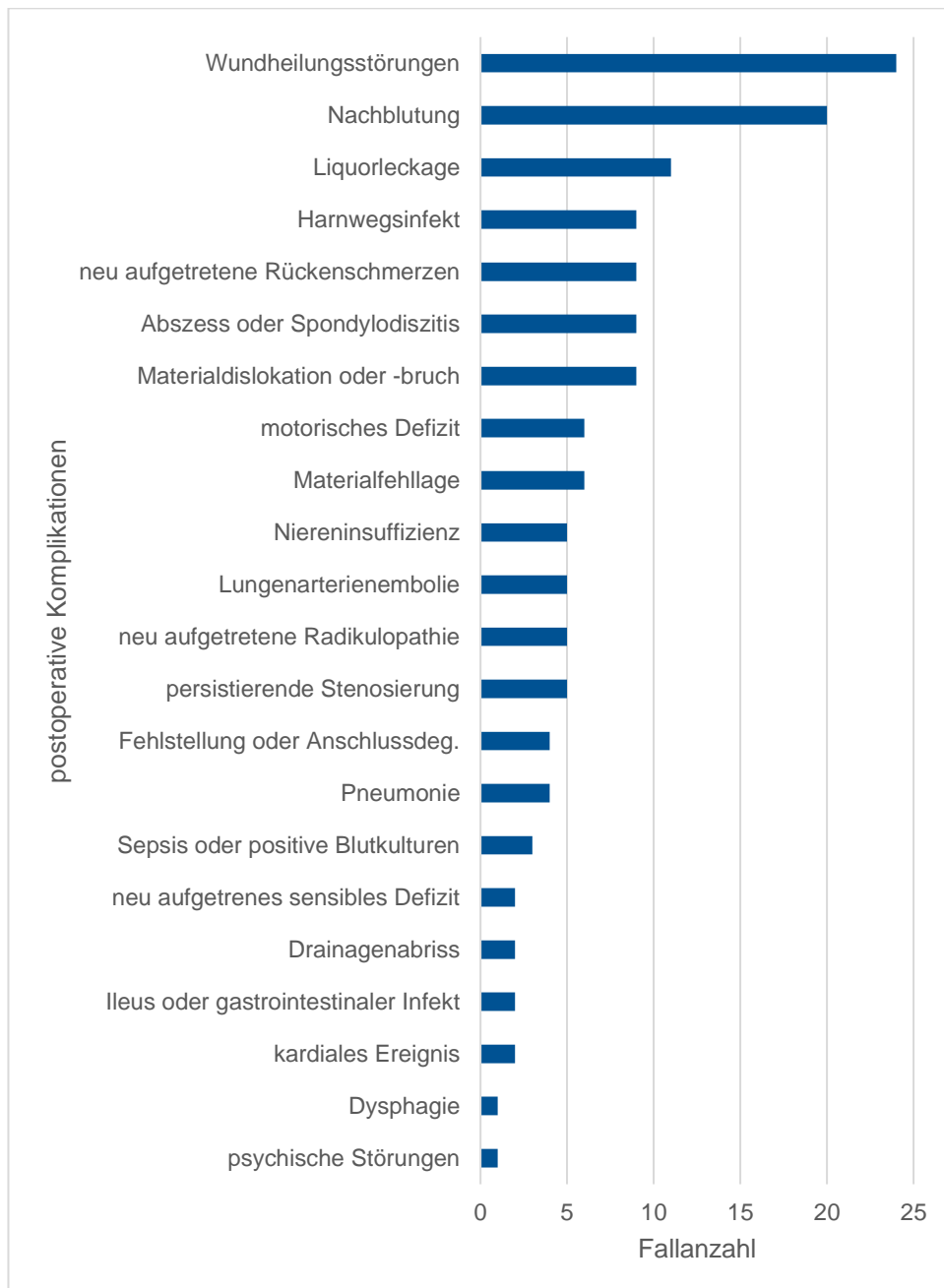


Abbildung 6: Aufstellung der postoperativen Komplikationen, eigene Darstellung

Die meisten Komplikationen traten erst nach dem Eingriff auf. Die führenden Probleme waren Wundheilungsstörungen (24 Fälle, 4,6% der untersuchten Patienten) sowie Nachblutungen (20 Fälle; 3,8%).

Bei 76 Patienten kam es zu einem Revisionseingriff, was einer Revisionsrate von 14,4% aller untersuchten Patienten entspricht.

4.3. Statistische Ergebnisse bezüglich der Lebensqualität

Für die weiterführenden Berechnungen wurden nur diejenigen 344 Patienten herangezogen, die an allen drei Befragungen teilgenommen haben. Zur Einschätzung der Lebensqualität der Patienten vor sowie nach dem operativen Eingriff wurden der Oswestry Disability Index (ODI), der SF-12 und mehrere Visuelle Analogskalen verwendet. Beim SF-12 wurde zwischen den Ergebnissen für die psychische (MCS) und physische (PCS) Gesundheit unterschieden.

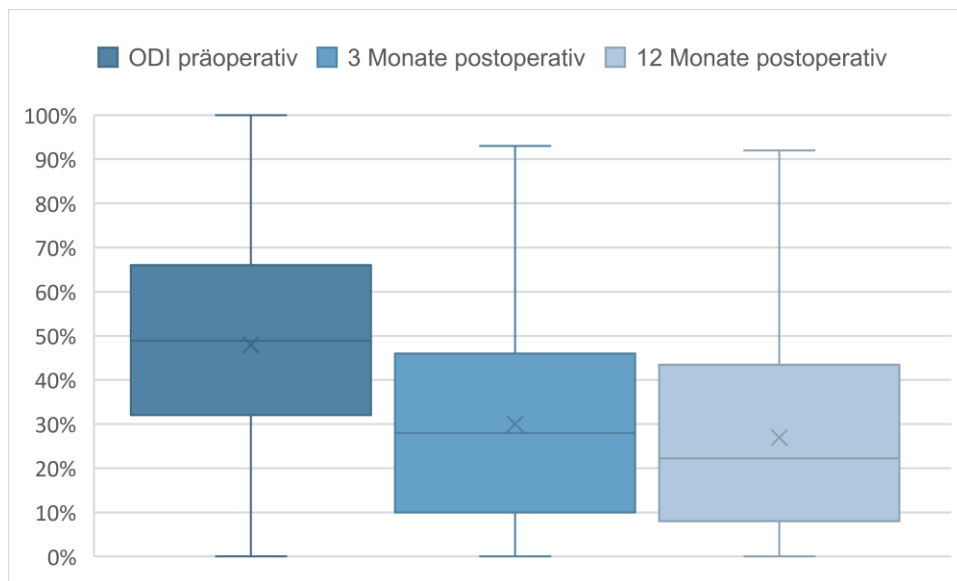


Abbildung 4: Ergebnisse des ODI im Verlauf, eigene Darstellung

Präoperativ erzielten die untersuchten Patienten im Median 48,9% (IQA 33,6%, arithmetischer Mittelwert 47,91%) der maximal erreichbaren Punkte des ODI, was einer schwerwiegenden Behinderung entsprach. Im Verlauf verbesserten sich die Patienten im Median auf 28,0% (IQA 35,0%, arithmetischer Mittelwert 29,99%) nach drei Monaten und 22,2% (IQA 34,9%, arithmetischer Mittelwert 26,94%) nach einem Jahr. Dies entsprach jeweils einer nunmehr mittelschweren Behinderung. Die Verbesserungen zwischen allen Befragungszeitpunkten waren statistisch signifikant ($p = <0,001$).

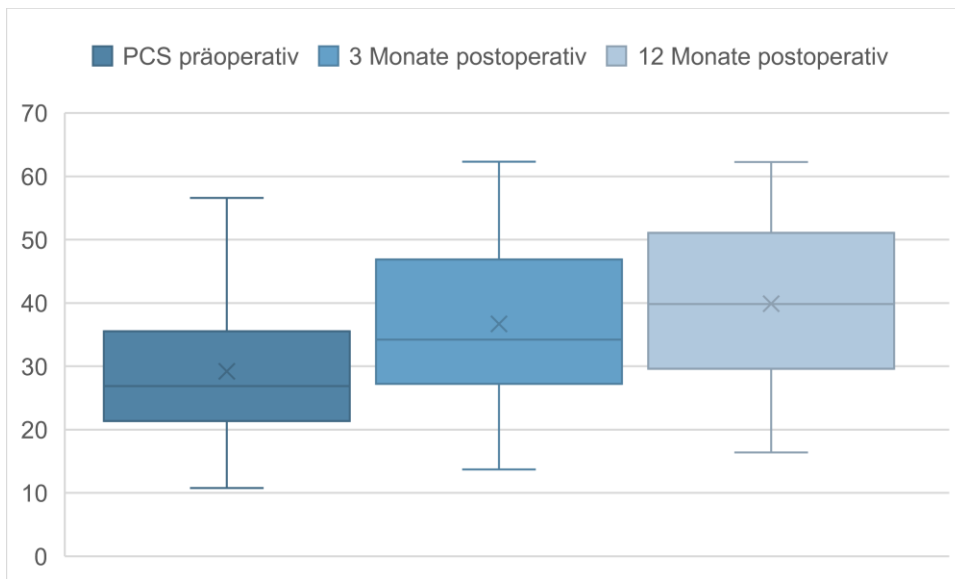


Abbildung 5: Ergebnisse der PCS des SF-12 im Verlauf, eigene Darstellung

Für die physische Gesundheit ergab sich ein Verlauf von einem initialen Median von 26,89 (IQA 14,06; arithmetischer Mittelwert 29,18) über 34,22 (IQA 19,53; arithmetischer Mittelwert 36,71) bis schließlich 39,86 (IQA 20,97; arithmetischer Mittelwert 39,89). Damit zeigte sich zwischen allen Befragungszeitpunkten eine signifikante Verbesserung der physischen Gesundheit ($p = <0,001$).

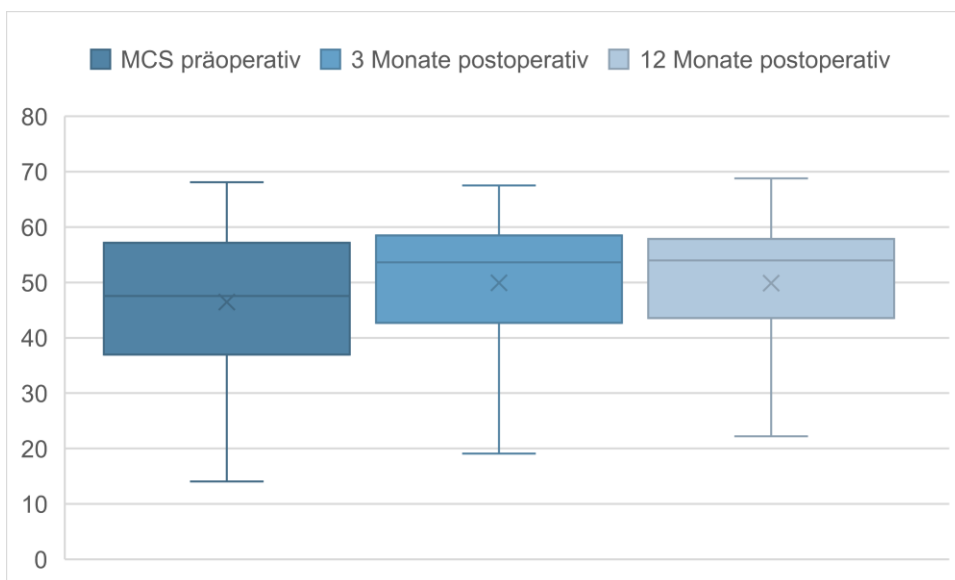


Abbildung 6: Ergebnisse der MCS des SF-12 im Verlauf, eigene Darstellung

Bezüglich der psychischen Gesundheit zeigte sich beim ersten Follow-up eine statistisch signifikante ($p = <0,001$) Verbesserung (Median 53,62, IQA 15,55; arithmetischer Mittelwert 49,92) gegenüber dem präoperativen Zustand (Median 47,57; IQA 20,15; arithmetischer Mittelwert 46,44). Im weiteren Verlauf konnte nur noch eine marginale, statistisch

nicht-signifikante ($p = 0,771$) Veränderung (Median 53,95; IQA 13,95; arithmetischer Mittelwert 49,88) zwischen den beiden Follow-up-Befragungen beobachtet werden.

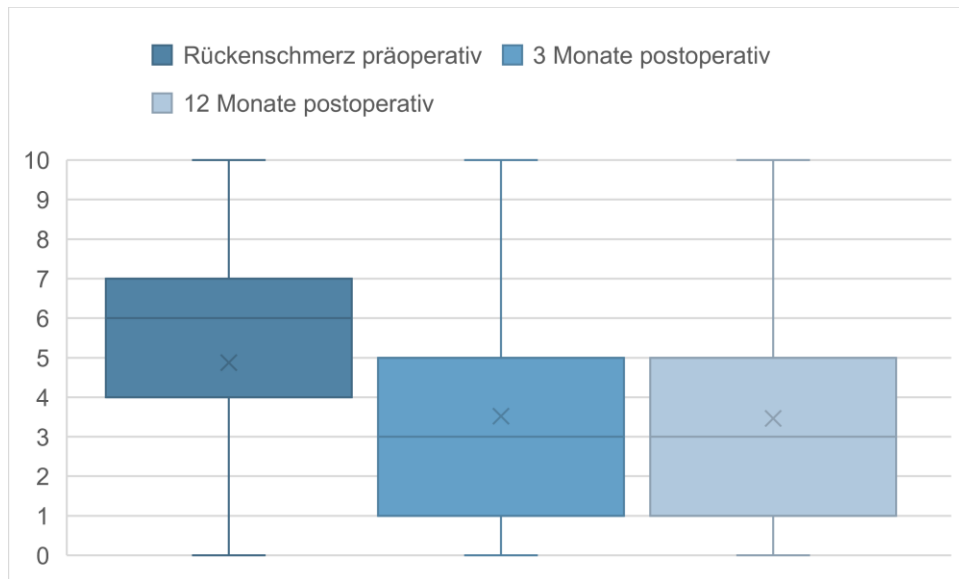


Abbildung 7: Rückenschmerzen auf der VAS im Verlauf, eigene Darstellung

Auch für das subjektive Ausmaß der Rückenschmerzen ergab sich auf der visuellen Analogskala eine Verbesserung der Beschwerden (präoperativer Median 6,0; IQA 3,0; arithmetischer Mittelwert 4,88). Zwischen den beiden Nachbefragungen ergab sich keine weitere nennenswerte Verbesserung (jeweils Median 3,0; IQA 4,0; arithmetischer Mittelwert 3,53 bzw. 3,48) mehr. Die Verbesserung zwischen dem präoperativen Zustand und den postoperativen Befragungen war statistisch signifikant ($p = <0,001$). Die Entwicklung zwischen den postoperativen Befragungen war statistisch nicht signifikant ($p = 0,357$).

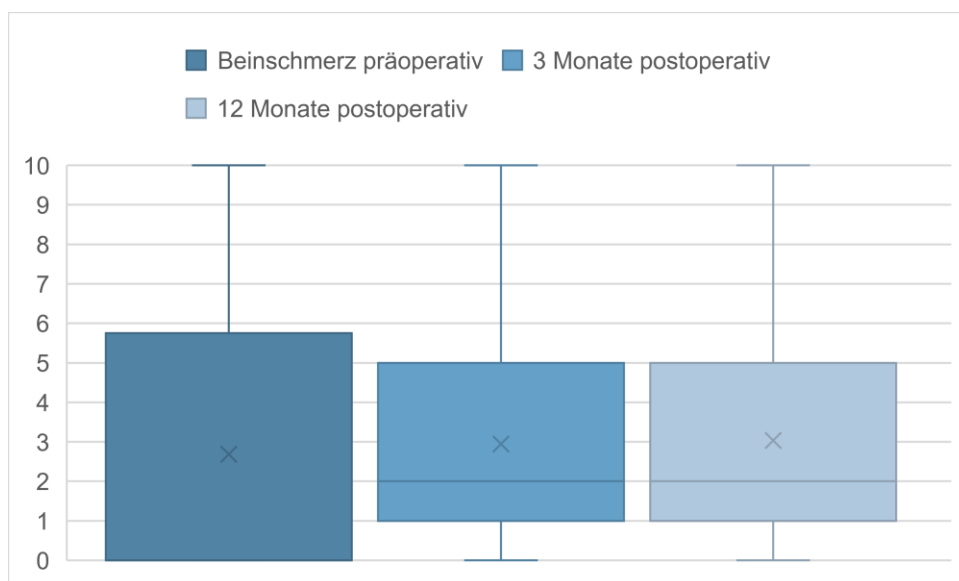


Abbildung 8: Beinschmerzen auf der VAS im Verlauf, eigene Darstellung

Für die Beinschmerzen gaben die Patienten im Median vor der Operation 0,00 (IQA: 5,25; arithmetisches Mittel 2,69) an. Bis zur ersten postoperativen Befragung stieg das subjektive Ausmaß der Beinschmerzen auf einen Median von 2,00 (IQA 4,00; arithmetisches Mittel 2,94) und blieb auch bei der zweiten postoperativen Befragung konstant bei 2,00 (IQA 4,00; arithmetischer Mittelwert 3,03). Die Verschlechterungen waren nicht statistisch signifikant ($p = 0,319$ zwischen der präoperativen Befragung und dem Follow-up nach drei Monaten, $p = 0,166$ zwischen der präoperativen Befragung und dem Follow-up nach zwölf Monaten).

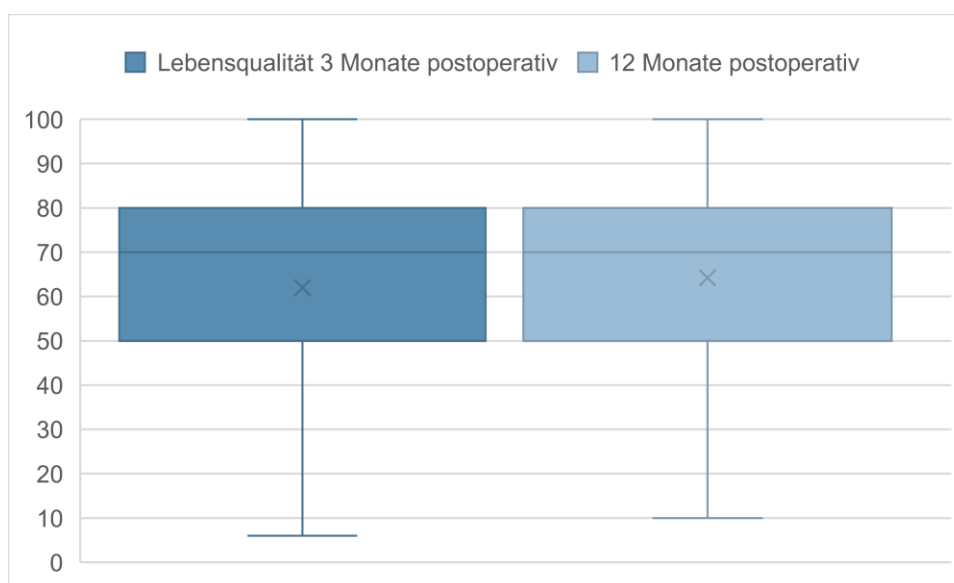


Abbildung 9: Subjektive Lebensqualität auf der VAS im Verlauf, eigene Darstellung

Die subjektive Lebensqualität wurde nur bei den postoperativen Befragungen abgefragt. Hierbei ergab sich bezüglich des Medians keine relevante Entwicklung (Median 70,0; IQA: 30,0). Bezüglich der Mittelwerte zeigte sich eine leichte Verbesserung 61,9% (drei Monate postoperativ) zu 64,2% (12 Monate postoperativ), welche statistisch signifikant ($p = 0,033$) war.

4.4. Statistische Ergebnisse bezüglich möglicher Prädiktoren

Es erfolgten multiple lineare Regressionen um mögliche Prädiktoren für die Lebensqualität, das Ausmaß der Behinderung und die Intensität der Schmerzen zu ermitteln. Hierzu wurden das Geschlecht, Alter und der BMI als grundlegende Patienteneigenschaften einbezogen.

Zudem wurde in die Untersuchung einbezogen, ob der Patient bereits an der Wirbelsäule operiert worden war und ob weitere Operationen bereits geplant waren. Falls der Patient bereits an der Wirbelsäule voroperiert war, wurde zudem geprüft welche

Wirbelsäulenabschnitte betroffen waren und ob es die gleichen waren wie in der untersuchten Operation.

Des Weiteren wurde der Einfluss einer Vielzahl möglicher Vorerkrankungen (zerebrovaskuläre Erkrankungen, Herzinfarkt, Herzinsuffizienz, KHK, pAVK, COPD, Magengeschwür, Diabetes mellitus, vorbestehende Para- oder Hemiplegien, Niereninsuffizienz, Leukämie, Lymphom, Tumorerkrankungen sowohl mit als auch ohne Metastasierung, Lebererkrankungen, Depression, Parkinson-Syndrom, arterielle Hypertonie, Vorhofflimmern, Hypercholesterinämie, Hypo- und Hyperthyreose, Herzschrittmacher, Nikotin- und Alkoholabusus) untersucht.

Weiterhin wurde der Einfluss verschiedener präoperativer Laborparameter (Kreatinin, GFR, CRP, Quick, PTT, Thrombozytenzahl, Hämoglobin) untersucht. Beim Hämoglobingewert wurden die prä-, intra- und postoperativen Werte berücksichtigt, soweit diese erhoben worden waren.

Zusätzlich wurden operationsspezifische Faktoren miteinbezogen. Hierbei wurde zwischen elektiven und Notfalleingriffen unterschieden und die Gesamtdauer der Operation herangezogen. Außerdem wurde geprüft, ob eine Instrumentierung, eine Zementierung oder ein Navigations-Device angewendet wurden. Zudem wurde untersucht, ob eine orale Antikoagulation oder Thrombozytenaggregationshemmung bei Aufnahme bestanden und ob diese vor dem Eingriff abgesetzt wurden oder trotz dieser Therapie operiert wurde.

Bezüglich des anästhesiologischen Verlaufs erfolgte eine Prüfung des intraoperativen Blutverlustes, der Notwendigkeit, Anzahl und Art von Transfusionen, des Auftretens von hypotonen Blutdruckwerten, einer hypothermen Körpertemperatur und der Notwendigkeit von Katecholamingaben als mögliche Einflussfaktoren.

Bezüglich des postoperativen Verlaufs wurde berücksichtigt, ob der Patient auf der Intensivstation behandelt werden musste und wie lange der Krankenhausaufenthalt dauerte. Darüber hinaus wurden das Auftreten von intra- und postoperativen Komplikationen sowie deren Art und die Notwendigkeit von Revisionseingriffen einbezogen.

Auch Scores wie die modifizierte Rankin-Skala (mRS), der Karnofsky-Index, der ASA-Score und der altersadjustierte Charlson-Komorbiditätsindex wurden als mögliche Prädiktoren überprüft. Des Weiteren wurden das Vorhandensein von Paresen und die Ergebnisse der visuellen Analogskalen für Bein- und Rückenschmerzen, des SF-12 für

physische und psychische Gesundheit sowie des ODI für den Grad der Behinderung auf ihre Eignung als Prädiktoren geprüft.

Aufgrund der Vielzahl der getesteten unabhängigen Variablen wurden in die abschließenden multiplen Regressionen nur jene mit dem zur jeweiligen Fragestellung größten standardisierten Regressionskoeffizienten übernommen.

4.4.1. Prädiktoren bezüglich des ODI

Eine multiple lineare Regressionsanalyse wurde durchgeführt, um zu untersuchen, ob die in der Tabelle dargestellten Variablen die Variable Entwicklung des ODI zwischen der präoperativen Befragung und der ersten beziehungsweise zwischen der präoperativen und der zweiten postoperativen Befragung signifikant vorhersagen. Das Regressionsmodell zeigte, dass die Prädiktoren für den ersten Zeitraum 54,49% der Varianz erklärten und ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=3,31$, $p = <0,001$, $R^2 = 0,54$. Bezüglich der Entwicklung zwischen der präoperativen und der zweiten postoperativen Befragung zeigte das Regressionsmodell, dass die Prädiktoren 53,21% der Varianz erklärten und ebenfalls ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=3,15$, $p = <0,001$, $R^2 = 0,53$. Die Ergebnisse der einzelnen Prädiktoren sind:

Tabelle 4: multiple lineare Regression der Entwicklung des ODI zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
weibliches Geschlecht	0,17	0,058	0,15	0,099
Alter	0,14	0,215	0,18	0,111
BMI	-0	0,979	0,03	0,704
HD degenerative Erkrankung	0,04	0,778	-0,05	0,726
HD traumatische Fraktur	-0,09	0,493	0,07	0,569
HD Tumorerkrankung	0,01	0,956	-0,09	0,407
HD Reoperation	-0	0,982	0,03	0,806
HD pathologische Fraktur	0,1	0,279	0,13	0,214
keine Planung einer 2. Operation	-0,04	0,604	0,06	0,489
Operationsdauer	-0,01	0,904	0,1	0,35
operierte spinale Level	0,14	0,211	0,07	0,544

keine vorherige Operation gleiches Level	-0,19	0,028	-0,1	0,237
keine späteren Operationen	-0,07	0,357	-0,11	0,168
präoperativer Kreatinin-Wert	-0,04	0,561	0,01	0,836
präoperative GFR	0,08	0,42	0,07	0,513
präoperative Thrombozytenzahl	-0,15	0,062	-0,1	0,227
niedrigster Hb-Wert postoperativ	0,05	0,645	0,06	0,552
ASA-Klassifikation	0,15	0,083	0,08	0,334
Intraoperativer Blutverlust	-0,04	0,698	-0,01	0,904
keine Katecholamine	-0,03	0,67	0,08	0,302
keine Transfusion	-0,05	0,73	0,11	0,505
Anzahl an Transfusionen	-0,12	0,45	-0	0,992
KPS postoperativ	-0,18	0,041	-0,04	0,672
keine Paresen präoperativ	-0,01	0,846	0,02	0,818
perioperative Verbesserung des klinischen Zustandes	0,06	0,435	0,2	0,007
mRS präoperativ	0,08	0,431	0,27	0,009
präoperativer Beinschmerz VAS	0,02	0,755	-0,01	0,921
keine intraoperativen Komplikationen	0,07	0,384	0,08	0,286
keine postoperativen Komplikationen	-0,05	0,463	-0,06	0,402
keine ND COPD	0,08	0,284	0,1	0,198
keine ND Diabetes mellitus	-0,04	0,589	-0,12	0,108
keine ND Lymphom	0,04	0,585	-0,06	0,398
keine ND metastasierter Tumor	0,07	0,364	-0,03	0,68
keine ND Vorhofflimmern	0,01	0,908	0,01	0,89
keine ND Alkoholabusus	-0,01	0,948	-0,03	0,668
keine Operation unter OAK	-0,05	0,52	0,06	0,41
keine ND Hypercholesterinämie	0,09	0,231	0,03	0,7
ND Hypothyreose	-0,01	0,871	0,06	0,418
Anzahl an Nebendiagnosen	-0,05	0,618	0	0,976
Barthel Index präoperativ	0,02	0,844	0,1	0,324
präoperative PCS des SF-12	-0,22	0,015	-0,14	0,134

präoperative MCS des SF-12	-0,13	0,142	-0,1	0,257
präoperativer ODI	-0,78	<0,001	-0,77	<0,001

Als signifikante Prädiktoren sowohl für die Entwicklung des ODI zwischen der präoperativen Befragung und dem ersten Follow-up nach drei Monaten als auch zwischen der präoperativen Befragung und dem zweiten Follow-up erwies sich der präoperative ODI ($p < 0,001$). Für die erste postoperative Befragung waren nur eine negative Anamnese für vorangegangene Wirbelsäuleneingriffe am selben Level ($p = 0,028$), der postoperative KPS ($p = 0,041$) und der präoperative PCS ($p = 0,015$) signifikant. Im Gegensatz dazu waren für die Befragung nach zwölf Monaten eine Verbesserung des klinischen Zustandes nach dem Eingriff ($p = 0,007$) und die präoperative modifizierte Rankin-Skala ($p = 0,0009$) statistisch signifikante Prädiktoren.

4.4.2. Prädiktoren bezüglich der PCS des SF-12

Eine multiple lineare Regressionsanalyse wurde durchgeführt, um zu untersuchen, ob die folgenden Variablen die Variablen Entwicklung der PCS zwischen der präoperativen Befragung und dem ersten beziehungsweise zweiten Follow-up signifikant vorhersagen. Das Regressionsmodell zeigte für den ersten Zeitraum, dass die Prädiktoren 55,04% der Varianz erklärten und ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=2,95$, $p = <0,001$, $R^2 = 0,55$. Das Regressionsmodell für den zweiten Zeitraum zeigte, dass die Prädiktoren 50,76% der Varianz erklärten und ebenfalls ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=2,45$, $p = <0,001$, $R^2 = 0,51$. Die Ergebnisse der einzelnen Prädiktoren sind:

Tabelle 5: multiple lineare Regression der Entwicklung der PCS des SF-12 zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem 2. Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
weibliches Geschlecht	-0,02	0,778	-0,17	0,041
Alter	-0,02	0,794	-0,04	0,697
HD degenerative Erkrankung	-0,28	0,082	-0,21	0,169
HD traumatische Fraktur	-0,06	0,668	-0,13	0,307
HD Tumorerkrankung	-0,04	0,707	-0,05	0,631
HD Reoperation	-0,11	0,216	-0,24	0,011
HD pathologische Fraktur	0,06	0,516	-0,13	0,202
keine zweite OP geplant	0,13	0,123	-0,09	0,303

Operationsdauer	-0,14	0,113	-0,15	0,11
elektiver Eingriff	-0,06	0,428	-0,11	0,157
Navigation mittels Arcadis	0,07	0,454	0,08	0,384
keine Navigation	-0,04	0,627	-0,01	0,917
Navigation mittels region matching	-0	0,999	-0,05	0,514
Navigation mittels O-Arm	0,02	0,803	-0,05	0,581
keine vorherige Wirbelsäulenoperation	-0,02	0,828	0,02	0,816
keine späteren Operationen	0,09	0,17	0,06	0,39
präoperativer Kreatinin-Wert	-0,01	0,885	-0,01	0,84
präoperativer PTT-Wert	0,02	0,764	-0,13	0,09
präoperative Thrombozytenzahl	0,12	0,113	0,14	0,091
präoperatives Hämoglobin	0,05	0,621	-0,08	0,535
niedrigster Hb-Wert intraoperativ	0,09	0,478	0,05	0,735
ASA-Klassifikation	0	0,965	0,02	0,845
intraoperativer Blutverlust	0,15	0,178	0,13	0,322
keine intraoperative Hypotonie	-0,08	0,306	-0,11	0,18
keine Katecholamine	0,01	0,915	0	0,952
keine Transfusion	-0,04	0,671	0,02	0,834
keine ICU postoperativ	0,11	0,167	-0,04	0,659
Krankenhausaufenthaltsdauer	0,05	0,64	-0,04	0,692
KPS postoperativ	0,13	0,119	0,18	0,041
keine Paresen präoperativ	-0,04	0,764	-0,23	0,122
keine Paresen postoperativ	0	0,975	0,2	0,159
perioperative Verbesserung des klinischen Zustandes	-0,09	0,19	-0,07	0,383
mRS präoperativ	-0,1	0,226	-0,04	0,667
perioperative Verbesserung der mRS	0,15	0,037	0,03	0,672
präoperativer Beinschmerz VAS	0,1	0,228	0,16	0,061
keine intraoperativen Komplikationen	-0,07	0,324	-0,09	0,261
keine postoperativen Komplikationen	0,06	0,503	0,07	0,491
kein Revisionseingriff	0,02	0,84	0,05	0,564

keine ND Herzinfarkt	0,03	0,737	-0,04	0,61
keine ND Herzinsuffizienz ab NYHA III	0,05	0,469	-0,01	0,916
keine ND Diabetes mellitus	0,06	0,392	0,11	0,162
keine ND Niereninsuffizienz	0,16	0,042	0,17	0,041
keine ND Lebererkrankung	-0,05	0,512	0,07	0,387
keine ND arterielle Hypertonie	0,03	0,686	0,09	0,346
ND Nikotinkonsum	0,03	0,655	-0,03	0,715
keine ND Alkoholkonsum	0	0,972	0,04	0,597
keine ND Hypercholesterinämie	-0,04	0,582	-0	0,97
Anzahl an Nebendiagnosen	0,03	0,759	-0,02	0,813
präoperative PCS des SF-12	-0,55	<0,001	-0,43	<0,001
präoperative MCS des SF-12	0,23	0,015	0,18	0,062
präoperativer ODI	0,12	0,31	0,1	0,43

Als signifikante Prädiktoren erwiesen sich keine Erkrankung an einer Niereninsuffizienz ($p=0,042$ beziehungsweise $p=0,041$) und die PCS des SF-12 ($p<0,001$) für beide Befragungen. Nur für das erste Follow-up zeigte sich eine statistische Signifikanz für die unabhängigen Variablen Verbesserung auf der modifizierten Rankin-Skala ($p=0,037$) und die präoperative MCS des SF-12 ($p=0,015$). Für den Verlauf zwischen der präoperativen Befragung und der Befragung nach zwölf Monaten ließen sich weibliches Geschlecht ($p=0,041$), Reoperationen ($p=0,011$) und der postoperative Karnofsky-Index ($p=0,041$) als Prädiktoren ermitteln.

4.4.3. Prädiktoren bezüglich der MCS des SF-12

Eine multiple lineare Regressionsanalyse wurde durchgeführt, um zu untersuchen, ob die folgenden Variablen die Entwicklung der MCS des SF-12 zwischen der präoperativen Befragung und dem ersten beziehungsweise der präoperativen Befragung und dem zweiten Follow-up signifikant vorhersagen. Das Regressionsmodell zeigte für das erste Follow-up, dass die Prädiktoren 54,98% der Varianz erklärten und ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=4,49$, $p<0,001$, $R^2=0,55$. Bezüglich der Prädiktoren des zweiten Follow-ups zeigte das Regressionsmodell, dass die Prädiktoren 47,3% der Varianz erklärten und ebenfalls ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=3,25$, $p<0,001$, $R^2=0,47$. Die Ergebnisse der einzelnen Prädiktoren sind:

Tabelle 6: multiple lineare Regression der Entwicklung der MCS des SF-12 zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem 2. Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
weibliches Geschlecht	-0,1	0,149	-0,02	0,8
Alter	-0,08	0,393	0,08	0,475
HD degenerative Erkrankung	-0,13	0,314	0	0,983
HD traumatische Fraktur	-0,14	0,208	-0,1	0,388
HD Tumorerkrankung	-0,15	0,16	-0,06	0,589
HD Reoperation	-0,07	0,357	-0,07	0,424
HD pathologische Fraktur	-0,25	0,005	-0,02	0,825
Operationsdauer	-0,21	0,015	-0,15	0,097
operierte spinale Level	0,07	0,395	0,06	0,541
keine Instrumentierung	-0,17	0,021	-0,04	0,615
keine vorherigen Wirbelsäuleneingriffe	-0	0,97	0,09	0,274
präoperative Thrombozytenzahl	-0,09	0,197	-0,07	0,384
präoperativer Hämoglobin-Wert	0,06	0,484	0,06	0,594
niedrigster Hb.-Wert intraoperativ	-0,14	0,263	-0,11	0,434
niedrigster Hb.-Wert postoperativ	-0,07	0,494	0	0,975
ASA-Klassifikation	-0,15	0,04	0	0,96
keine Transfusion	0,06	0,558	-0,12	0,319
Anzahl an Transfusionen	-0,01	0,958	0	0,983
keine Paresen präoperativ	-0,05	0,673	0,15	0,259
keine Paresen postoperativ	0,06	0,619	-0,12	0,338
perioperative Verbesserung des klinischen Zustandes	-0,02	0,761	-0,09	0,234
präoperative Beinschmerzen auf der VAS	0,03	0,725	0,1	0,233
keine postoperativen Komplikationen	-0,02	0,775	0,09	0,215
keine ND Herzinfarkt	-0,07	0,313	0,04	0,623
keine ND Herzinsuffizienz	0,03	0,637	0,15	0,044

keine ND pAVK	-0,07	0,303	0,02	0,804
keine ND Niereninsuffizienz	-0,01	0,943	-0,05	0,542
Keine ND Tumorerkrankung	0,05	0,649	0,01	0,897
keine ND arterielle Hypertonie	0,12	0,097	0,06	0,466
ND Nikotinkonsum	0,04	0,526	0,01	0,899
keine ND Alkoholabusus	0,15	0,041	-0,04	0,603
keine ND Hypercholesterinämie	-0,06	0,402	-0,01	0,896
ND Hypothyreose	0,04	0,605	-0,04	0,62
Anzahl an Nebendiagnosen	0,04	0,605	-0	0,993
altersadjustierter CCI	0,1	0,44	-0,15	0,296
präoperativer ODI	-0,29	0,001	-0,12	0,174
präoperative MCS des SF-12	-0,68	<0,001	-0,65	<0,001

Als signifikante Prädiktoren für die Entwicklung der MCS des SF-12 zwischen der präoperativen Befragung und dem ersten Follow-up nach drei Monaten erwiesen sich pathologische Frakturen als Operationsanlass ($p= 0,005$), die Operationsdauer ($p= 0,015$), der Verzicht auf eine Instrumentierung ($p= 0,021$), die ASA-Klassifikation ($p= 0,04$), keine Nebendiagnose Alkoholabusus ($p= 0,041$), der präoperative ODI ($p= 0,001$) und die präoperative MCS des SF-12 ($p< 0,001$).

Für die Entwicklung zwischen der präoperativen Befragung und dem Follow-up nach zwölf Monaten war von den eben genannten Prädiktoren nur noch die MCS des SF-12 ($p< 0,001$) statistisch signifikant. Abweichend zum Ergebnis des ersten Follow-ups bestand auch eine statistische Signifikanz für keine Erkrankung an einer Herzinsuffizienz ($p= 0,044$).

4.4.4. Prädiktoren bezüglich der Rückenschmerzen auf der visuellen Analogskala

Eine weitere multiple lineare Regressionsanalyse wurde durchgeführt, um zu untersuchen, ob die folgenden Variablen die Variable Entwicklung der Rückenschmerzen auf der visuellen Analogskala zwischen der präoperativen Befragung und den beiden postoperativen Befragungen signifikant vorhersagen. Das Regressionsmodell zeigte, dass die Prädiktoren bezüglich des ersten Follow-ups 60,26% der Varianz erklärten und ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=8,41$, $p = <0,001$, $R^2 = 0,6$. Für das zweite Follow-up ergab sich, dass die Prädiktoren 57,14% der Varianz erklärten und ebenfalls ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=7,85$, $p = <0,001$, $R^2 = 0,57$. Die Ergebnisse der einzelnen Prädiktoren sind:

Tabelle 7: multiple lineare Regression der Entwicklung des Rückenschmerzes auf der VAS zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem 2. Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
weibliches Geschlecht	0,04	0,414	0,09	0,054
Alter	0,07	0,245	0,07	0,247
HD degenerative Erkrankung	-0	0,966	-0,13	0,157
HD traumatische Fraktur	-0,01	0,922	-0,03	0,679
HD Tumorerkrankung	-0,02	0,738	-0,11	0,111
HD Reoperation	-0,04	0,441	-0	0,969
HD pathologische Fraktur	-0,05	0,371	-0,1	0,095
Operationsdauer	0,1	0,166	0,12	0,085
operierte spinale Level	0,07	0,318	-0	0,969
keine Instrumentierung	0,04	0,482	-0	0,993
keine Zementierung	-0,12	0,027	-0,07	0,17
offener Wirbelsäuleneingriff	-0,05	0,385	-0,04	0,49
Navigation mittels Arcadis	-0,01	0,888	0,01	0,897
keine Verwendung einer Navigation	0,07	0,232	0,02	0,757
Navigation mittels region matching	0,01	0,758	0,02	0,68
Navigation mittels O-Arm	-0,02	0,708	0,04	0,488
keine vorherige Wirbelsäulenoperation	-0,08	0,079	-0,04	0,35
keine späteren Operationen	-0,04	0,335	-0,03	0,538
präoperative Thrombozytenzahl	-0,02	0,693	0	0,995
ASA-Klassifikation	0,02	0,732	0,11	0,032
intraoperativer Blutverlust	-0,08	0,157	-0,06	0,277
keine niedrige intraoperative Temperatur	-0,03	0,558	-0,06	0,177
Krankenhausaufenthaltsdauer	-0,02	0,719	-0,06	0,258
KPS präoperativ	-0,02	0,766	0	0,981
keine Paresen präoperativ	0,05	0,59	-0,09	0,34

keine Paresen postoperativ	-0,08	0,383	0,01	0,934
mRS präoperativ	0,06	0,32	-0	0,984
perioperative Verbesserung des mRS	-0,04	0,314	-0,01	0,877
präoperativer Rückenschmerz VAS	-0,73	<0,001	-0,7	<0,001
keine intraoperativen Komplikationen	0,02	0,637	0,05	0,245
keine postoperativen Komplikationen	0,05	0,343	-0,03	0,522
keine ND Herzinfarkt	-0,04	0,367	-0,03	0,46
keine ND Herzinsuffizienz ab NYHA III	-0,05	0,23	-0,03	0,546
keine ND COPD	0,13	0,004	0,1	0,034
keine ND Lebererkrankung	0,05	0,271	0,05	0,283
keine ND arterielle Hypertonie	-0,11	0,043	-0,06	0,29
keine ND KHK	-0,05	0,341	-0,13	0,009
keine ND Vorhofflimmern	-0	0,994	-0,06	0,29
ND Nikotinkonsum	0,06	0,227	0,03	0,547
keine ND Hypercholesterinämie	0,03	0,559	0,07	0,14
Anzahl an Nebendiagnosen	-0,01	0,846	-0,08	0,286
präoperative PCS des SF-12	-0,12	0,088	-0,02	0,751
präoperative MCS des SF-12	-0,21	<0,001	-0,07	0,24
präoperativer ODI	-0,03	0,684	0,05	0,47

Als signifikante Vorhersagevariablen zeigten sich für beide Befragungen die präoperativen Rückenschmerzen auf der visuellen Analogskala ($p < 0,001$) und keine Erkrankung an einer COPD ($p = 0,004$ und $p = 0,034$). Keine Anwendung einer Zementierung ($p = 0,027$), keine Erkrankung an einer arteriellen Hypertonie ($p = 0,043$) und die präoperative MCS des SF-12 ($p < 0,001$) waren nur für das erste Follow-up statistisch signifikant. Beim zweiten Follow-up konnten die ASA-Klassifikation ($p = 0,032$) und keine Erkrankung an einer KHK ($p = 0,009$) als statistisch signifikante Prädiktoren identifiziert werden.

4.4.5. Prädiktoren bezüglich der Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala

Eine multiple lineare Regressionsanalyse wurde durchgeführt, um zu untersuchen, ob die folgenden Variablen die Variable Entwicklung des Beinschmerzes auf der VAS präoperativ zum ersten Follow-up beziehungsweise zum zweiten Follow-up

vorhersagen. Das Regressionsmodell zeigte für die Entwicklung zwischen der präoperativen und der ersten Follow-up-Befragung, dass die Prädiktoren 57,06% der Varianz erklärten und ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=7,76$, $p = <0,001$, $R^2 = 0,57$. Das Regressionsmodell zeigte für die Entwicklung zwischen der präoperativen und der zweiten Follow-up-Befragung, dass die Prädiktoren 58,41% der Varianz erklärten und ebenfalls ein signifikanter Effekt gefunden wurde. $F=8,59$, $p = <0,001$, $R^2 = 0,58$.

Tabelle 8: multiple lineare Regression der Entwicklung des Beinschmerzes auf der VAS zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem 2. Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
weibliches Geschlecht	-0	0,997	0,12	0,022
Alter	0,12	0,025	0,09	0,092
HD degenerative Erkrankung	0,13	0,146	-0,04	0,619
HD traumatische Fraktur	0,02	0,805	-0,05	0,437
HD Tumorerkrankung	0,06	0,352	-0,01	0,873
HD Reoperation	0,07	0,2	0,04	0,486
HD pathologische Fraktur	0,06	0,331	0	0,988
keine Planung einer zweiten Operation	0,05	0,369	-0	0,933
Operationsdauer	0,03	0,64	0,07	0,264
elektiver Eingriff	0	0,928	0,02	0,673
operierte spinale Level	-0,09	0,194	-0,1	0,12
keine Instrumentierung	0,03	0,613	-0,01	0,822
offene Operation	-0,11	0,037	-0,08	0,089
keine vorherigen Wirbelsäuleneingriffe	-0,18	<0,001	-0,12	0,011
präoperativer Kreatinin-Wert	-0,01	0,857	-0,01	0,868
präoperatives CRP	-0,06	0,208	0,01	0,802
präoperativer Quick-Wert	-0,09	0,055	-0,05	0,276
präoperativer PTT-Wert	-0,04	0,375	0,05	0,315
niedrigster Hb-Wert postoperativ	-0,02	0,726	0,05	0,376
keine Transfusion	-0	0,958	-0,05	0,254

Krankenhausaufenthaltsdauer	-0,03	0,589	-0,16	0,006
keine Paresen präoperativ	0,05	0,563	0,03	0,73
keine Paresen postoperativ	-0,06	0,501	-0,13	0,13
mRS präoperativ	0,08	0,139	0,03	0,544
perioperative Verbesserung der mRS	-0,11	0,018	-0,05	0,215
präoperative Beinschmerzen auf der VAS	-0,81	<0,001	-0,78	<0,001
keine intraoperativen Komplikationen	-0,03	0,566	0,06	0,153
keine postoperativen Komplikationen	-0	0,947	-0,11	0,072
kein Revisionseingriff	-0,02	0,782	0,03	0,603
keine ND COPD	0,08	0,059	0,13	0,002
keine ND Diabetes mellitus	-0,06	0,19	-0,07	0,141
keine ND Diabetes mellitus mit Organschaden	0,06	0,327	-0,07	0,223
keine ND Niereninsuffizienz	-0,03	0,621	0,08	0,105
keine ND Depression	-0,05	0,259	-0,03	0,509
keine ND Vorhofflimmern	-0,04	0,444	-0,07	0,18
keine ND Hypercholesterinämie	0,01	0,861	0,01	0,859
ND Hypothyreose	-0,04	0,376	-0,04	0,45
keine ND Alkoholabusus	0,04	0,389	0,01	0,824
Anzahl an Nebendiagnosen	0,05	0,606	0,06	0,481
keine Antikoagulation bei Aufnahme	-0	0,974	0,07	0,522
Thrombozytenaggregationshemmer bei Aufnahme	-0,06	0,51	0,05	0,564
mehrere OAK, mehrere Thrombozytenaggregationshemmer oder Kombination bei Aufnahme	0,08	0,095	0,03	0,5
präoperative PCS des SF-12	-0,05	0,323	-0,17	<0,001
präoperative MCS des SF-12	-0,08	0,07	-0,06	0,157

Als signifikante Prädiktoren für die Entwicklung der Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala sowohl zwischen der präoperativen Befragung und dem ersten Follow-up nach drei Monaten als auch zwischen der präoperativen Befragung und dem zweiten Follow-up erwiesen sich eine negative Anamnese für vorangegangene Wirbelsäuleneingriffe ($p < 0,00$ und $p = 0,011$) und die präoperativen Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala ($p < 0,001$). Für die erste postoperative Befragung waren zudem das Alter ($p = 0,025$), offene Wirbelsäuleneingriffe ($p = 0,037$) und eine Verbesserung der mRS ($p =$

0,018) signifikant. Im Gegensatz dazu waren für die Befragung nach zwölf Monaten das weibliche Geschlecht ($p= 0,022$), die Krankenhausaufenthaltsdauer ($p= 0,006$), eine negative Anamnese zu einer COPD-Erkrankung ($p= 0,002$) und der präoperative PCS des SF-12 ($p < 0,001$) statistisch signifikante Prädiktoren.

4.4.6. Prädiktoren bezüglich der Lebensqualität auf der visuellen Analogskala

Eine multiple lineare Regressionsanalyse wurde durchgeführt, um zu untersuchen, ob die folgenden Variablen die Variable Entwicklung der subjektiven Lebensqualität auf der visuellen Analogskala im postoperativen Verlauf signifikant vorhersagen. Das Regressionsmodell zeigte, dass die Prädiktoren 43,07% der Varianz erklärten und ein signifikanter Effekt nicht gefunden wurde. $F=1,37$, $p = 0,067$, $R^2 = 0,43$. Die Ergebnisse der einzelnen Prädiktoren sind:

Tabelle 9: multiple lineare Regression der Entwicklung der subjektiven Lebensqualität auf der visuellen Analogskala zwischen den beiden Befragungen in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung

Modell	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert
weibliches Geschlecht	-0,04	0,699
Alter	-0,17	0,214
HD degenerative Erkrankung	0,09	0,637
HD traumatische Fraktur	-0,06	0,693
HD Tumorerkrankung	-0,03	0,854
HD Reoperation	-0,37	0,003
HD pathologische Fraktur	-0,01	0,933
Operationsdauer	-0,04	0,795
elektiver Eingriff	-0,08	0,398
operierte spinale Level	-0,02	0,908
keine Instrumentierung	0,11	0,329
keine Zementierung	0,09	0,399
offene Operation	-0,06	0,567
keine vorangegangene Wirbelsäuleneingriffe	-0,12	0,386
keine vorangegangene Wirbelsäulenoperation des gleichen Levels	0,1	0,494
präoperativer Kreatinin-Wert	-0,07	0,424
präoperative GFR	0,17	0,148

präoperativer Quick-Wert	0,12	0,292
präoperativer PTT-Wert	-0,08	0,427
präoperative Thrombozytenzahl	-0,04	0,656
präoperatives Hämoglobin	0,11	0,414
niedrigster Hämoglobin-Wert intraoperativ	0,04	0,831
ASA-Klassifikation	0,2	0,063
intraoperativer Blutverlust	-0,15	0,376
keine intraoperative Hypotonie	0	0,99
keine intraoperative Gabe von Katecholaminen	-0,23	0,014
keine Transfusion	-0,25	0,096
Anzahl an Transfusionen	0,21	0,259
Krankenhausaufenthaltsdauer	-0,01	0,912
KPS postoperativ	0,2	0,048
keine Paresen präoperativ	0,26	0,009
perioperative Verbesserung des klinischen Zustandes	-0,15	0,087
mRS präoperativ	0,28	0,015
perioperative Verbesserung auf der mRS	-0,19	0,041
präoperativer Rückenschmerz auf der VAS	0,08	0,414
keine intraoperativen Komplikationen	-0	0,964
keine postoperativen Komplikationen	-0,03	0,793
keine ND Herzinfarkt	-0	0,976
keine ND Herzinsuffizienz	0,09	0,369
keine ND Herzinsuffizienz ab NYHA III	-0,08	0,417
keine ND pAVK	0,1	0,292
keine ND COPD	0,06	0,545
keine ND Diabetes mellitus	0,02	0,825
keine ND Lymphom	0,05	0,634
keine ND Tumor ohne Metastasen	-0,01	0,887
keine ND Depression	-0,04	0,71
keine ND arterielle Hypertonie	-0,01	0,906
ND Nikotinabusus	0,05	0,577

keine ND Alkoholabusus	-0,07	0,473
keine Antikoagulation bei Aufnahme	-0,2	0,222
Thrombozytenaggregationshemmer bei Aufnahme	-0,18	0,265
mehrere OAK, mehrere Thrombozytenaggregationshemmer oder Kombination dieser Medikamente	-0,08	0,434
keine perioperative Einnahme von oralen Antikoagulantien	-0,19	0,056
ND Hypothyreose	-0,1	0,271
präoperative PCS des SF-12	0,04	0,787
präoperativer MCS des SF-12	-0	1
präoperativer ODI	0,11	0,471

Als signifikante Prädiktoren für die Entwicklung der subjektiven Lebensqualität erwiesen sich Reoperationen an der Wirbelsäule ($p= 0,003$), keine intraoperative Gabe von Katecholaminen ($p= 0,014$), der postoperative Karnofsky-Index ($p= 0,048$), das Fehlen von Paresen vor dem Eingriff ($p= 0,009$), die präoperative Einordnung auf der modifizierten Rankin-Skala ($p= 0,015$) und eine Verbesserung dieser Einordnung im Rahmen der Operation ($p= 0,041$).

5. Diskussion

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts entstanden die ersten neurochirurgischen Operationstechniken für Wirbelsäuleneingriffe (Walker et al. 2019). So führte William Macewen 1886 die ersten Laminektomien durch (Macewen 1894). Ein Jahr später gelang es Victor Horsley einen spinalen Tumor mittels Laminektomie zu resezieren (Tan und Black 2002). Seitdem hat sich die chirurgische Therapie für zahlreiche spinale Erkrankungen und Verletzungen etabliert. Vorangegangene Untersuchungen beschränken sich bei der Frage wie diese Eingriffe die Lebensqualität der Patienten beeinflussen mehrheitlich auf spezielle Gruppen aus dem neurochirurgischen Patientenkollektiv. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher die Lebensqualität von zahlreichen Patienten einer neurochirurgischen Klinik vor und nach operativen Wirbelsäuleneingriffen zu vergleichen sowie Einfluss- und Risikofaktoren zu identifizieren. Dazu beobachteten wir 526 Patienten über einen Zeitraum von jeweils zwölf Monaten im Rahmen einer prospektiven Studie. Die Patienten wurden einmal prä- und zwei Mal postoperativ zu ihrer gesundheitsbezogenen Lebensqualität befragt. Im folgenden Kapitel sollen die Methodik und Ergebnisse der vorliegenden Arbeit diskutiert und ein Ausblick auf weitere Forschungsmöglichkeiten gegeben werden.

5.1. Diskussion von Material und Methoden

Im Untersuchungszeitraum von September 2017 bis November 2018 wurden 1140 Patienten mit einem relevanten Eingriff erfasst. Davon konnten 526 (46,1%) in die Studie eingeschlossen werden. Die Rekrutierung von Patienten erfolgte zunächst über die Aushändigung von Fragebogen bei präoperativen Terminen in der neurochirurgischen Ambulanz. Die Teilnahmebereitschaft darüber war unerwartet gering, sodass ergänzend stationäre Patienten persönlich besucht, über die Studie aufgeklärt und bei Interesse befragt wurden. Im weiteren Verlauf wurden Patienten, die weder in der Ambulanz noch im stationären Setting erreicht werden konnten, mit einem Brief zur Studie eingeladen. Es ist anzunehmen, dass bei einer von Beginn an umfassend angelegten Rekrutierungsstrategie eine noch höhere Teilnahmebereitschaft und Teilnehmerzahl zu erzielen gewesen wäre. Insbesondere eine telefonische Einladung und Befragung wäre eine mögliche weitere Ergänzung gewesen.

Zusätzlich wurden durch die Verteilung der Fragebögen bei präoperativen Terminen zunächst nur elektive Patienten erfasst, sodass durch die Ausweitung der Rekrutierungsmaßnahmen das gewünschte Patientenkollektiv besser abgebildet werden konnte.

Gleichzeitig gestaltete sich die Befragung von Patienten mit notfallmäßigen Eingriffen teilweise schwierig, da zwischen dem Auftreten der Erkrankung beziehungsweise Verletzung und der operativen Versorgung nur ein begrenzter Zeitraum lag, sodass die Patienten nicht zu allen Fragestellungen Auskunft über ihren Zustand beziehungsweise ihre Fähigkeit bestimmte Aktivitäten auszuführen erteilen konnten.

Einige Patienten konnten erst nach dem operativen Eingriff zu ihrem präoperativen Zustand befragt werden. Um sicherzustellen, dass die Beantwortung der Fragen den präoperativen Zustand widerspiegelt, wurden die Patienten sowohl bei der persönlichen Befragung während des stationären Aufenthaltes als auch bei einer Befragung mittels Zusendung eines Briefs im Anschluss an den stationären Aufenthalt ausdrücklich auf diesen Umstand hingewiesen.

In der neurochirurgischen Abteilung des Klinikums rechts der Isar wird ein breites Spektrum an neurochirurgischen Eingriffen angeboten. Unter den behandelten Patienten finden sich auch Patienten mit seltenen Diagnosen oder schwierig zu behandelnden Befunden. Es wurden breite Einschluss- und nur wenige Ausschlusskriterien definiert, um einen möglichst umfassenden und damit repräsentativen Überblick über neurochirurgische Patienten und den Einfluss der Eingriffe auf ihre Lebensqualität zu bekommen. Mit 56% männlichen und 44% weiblichen Patienten war das Geschlechterverhältnis annähernd ausgeglichen. Der Altersmedian der für die Studie gewonnenen Patienten stimmte beinahe mit dem Altersmedian aller Patienten, die sich im Rekrutierungszeitraum einem geeigneten neurochirurgischen Wirbelsäuleneingriff unterzogen, überein (67 Jahre beziehungsweise 66 Jahre). In Studien, die sich ebenfalls mit der Lebensqualität nach Wirbelsäuleneingriffen beschäftigten, wurden Patientenzahlen zwischen 35 und 454 erreicht, sodass wir zusammenfassend von einem gelungenen Querschnitt durch das neurochirurgische Patientenkollektiv und einer aussagekräftigen Fallzahl ausgehen (Colman et al. 2015; Witiw et al. 2017; Kagaya et al. 2005; Copay et al. 2008; Chotai et al. 2015a).

Bei den Fragebögen ergab sich die größte Veränderung zwischen der präoperativen Befragung und dem ersten Follow-up. Bei den meisten Fragebögen ergaben sich zwischen dem ersten und zweiten Follow-up nur noch geringe Unterschiede, sodass der Nachbeobachtungszeitraum von zwölf Monaten als ausreichend lang gewählt eingeschätzt werden kann. In einer Studie von Parai et al zur idealen Dauer des Follow-up-Zeitraums bei Eingriffen an der lumbalen Wirbelsäule konnten zwischen einer Befragung nach einem und einer Befragung nach zwei Jahren keine klinisch wichtigen Unterschiede gefunden werden, sodass ein Follow-up-Zeitraum von einem Jahr ebenfalls als ausreichend angesehen wurde (Parai et al. 2019).

Für die Befragung wurden Fragebögen eingesetzt, die in vergleichbaren Untersuchungen bereits verwendet wurden, gut validiert sind und für die Patienten eine möglichst geringe Belastung darstellen. Zur Bemessung des allgemeinen Gesundheitszustandes und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität wurde der SF-12 gewählt, da dieser zu den Standardfragebögen für diesen Zweck zählt und trotz seines geringen Umfangs eine hohe Validität mitbringt (McCormick et al. 2013). Als krankheitsspezifischer Fragebogen wurde der ODI gewählt, da dieser der am häufigsten bei Rückenschmerzen verwendete Fragebogen ist und für ihn eine hohe Validität und Reliabilität nachgewiesen wurde (Lee et al. 2017). An dieser Stelle kann kritisiert werden, dass der ODI für Patienten mit Schmerzen im unteren Rücken entwickelt wurde. Einen vergleichbar verbreiteten und validierten Fragebogen spezifisch für die thorakale Wirbelsäule gibt es nicht. Der Neck Disability Index (NDI) oder der Cervical Spine Outcomes Questionnaire wären mögliche Fragebögen spezifisch für die Halswirbelsäule gewesen. Zwischen dem ODI und NDI gibt es bei den Fragen einige Überschneidungen. Ziel dieser Studie war es eine möglichst große Teilnehmerzahl zu erreichen. Da sich ein größerer Zeitaufwand negativ auf die Compliance auswirken kann, sollte die Anzahl der Fragebögen und der Aufwand für die Patienten geringgehalten werden (Iglesias und Torgerson 2000; Röhrig et al. 2009). Aus diesem Grund wurde auf die Verwendung weiterer krankheitsspezifischer Fragebögen wie dem NDI verzichtet. Die visuelle Analogskala wurde wegen ihrer Einfachheit und Verbreitung im klinischen Alltag ebenso wie in der medizinischen Forschung gewählt und zur Erfassung der subjektiven Lebensqualität, Bein- und Rückenschmerzen eingesetzt (Couper et al. 2006).

In dieser Studie wurden nur Patienten untersucht, die an der Wirbelsäule operiert werden mussten. Demzufolge kann aus den vorliegenden Daten kein Rückschluss auf die Prävalenz der behandelten Erkrankungen und Verletzungen in der Gesamtbevölkerung gezogen werden. Des Weiteren erfolgte keine genaue Erfassung des gewählten Operationsverfahrens oder weiterer Therapien, die ebenfalls einen Einfluss auf das Outcome haben könnten. Aufgrund des gewählten großen, heterogenen Patientenkollektivs ist die Aussagekraft für spezifische Erkrankungen eingeschränkt. Ein weiterer limitierender Faktor der Arbeit ist das Fehlen einer konservativ behandelten Kontrollgruppe.

5.2. Diskussion der Ergebnisse

5.2.1. ODI

Die Patienten zeigten eine deutliche Verbesserung des Ausmaßes der körperlichen Behinderung (ODI 47,91% präoperativ und 26,94% zwölf Monate postoperativ). Dem Auswertungsschema von Fairbank et al. folgend ergab sich für das Patientenkollektiv präoperativ eine schwerwiegende Behinderung. Bei den postoperativen Befragungen handelte es sich nur noch um eine moderat ausgeprägte Behinderung. Die Verbesserungen waren zwischen allen Befragungszeitpunkten statistisch signifikant ($p = <0,001$). (Fairbank et al. 1980)

Zwei in der medizinischen Forschung wichtige Begriffe sind der minimal important difference (MID) und minimal clinically important difference (MCID). Diese werden häufig synonym verwendet. Der MCID ist definiert als der Mindestwert, ab dem eine wichtige Veränderung für den Patienten spürbar wird (Jaeschke et al. 1994). Aus diesem für den Patienten wahrnehmbaren Unterschied ergibt sich die klinische Relevanz der Beobachtung (Gillissen et al. 2008). Mit dem MCID findet sowohl das Ausmaß der Verbesserung als auch der Wert, den der Patient dieser Veränderung beimisst, Beachtung (McGlothlin und Lewis 2014).

Bei einer Untersuchung zu Patienten mit Revisionseingriffen wegen lumbaler Stenosen nennen Parker et al. einen MCID von 8,2 Punkten (Parker et al. 2012). Copay et al. kamen in einer Untersuchung zu lumbalen Wirbelsäuleneingriffen auf 12,8 Punkte (Copay et al. 2008). Ostelo et al. nehmen eine klinisch wichtige Veränderung ab einer Verbesserung um 10 Punkte oder eine Verbesserung um 30% gegenüber dem Ausgangswert bei Patienten mit Schmerzen des unteren Rückens an (Ostelo et al. 2008). In einer Studie zu Eingriffen wegen spinaler Deformitäten bei erwachsenen Patienten wurde ein MCID von 11% errechnet (Yoshida et al. 2019).

Tabelle 10: Verteilung der Patienten hinsichtlich des MCID für den ODI, eigene Darstellung

MCID für den ODI	Anteil der Patienten mit einer Verbesserung größer als der MCID
8,2 nach Parker et al. 2012	71,94%
10 nach Ostelo et al. 2008	68,96%
12,8 nach Copay et al. 2008	65,67%
11% nach Yoshida et al. 2019	76,12%
30% nach Ostelo et al. 2008	66,27%

Zwischen der präoperativen Befragung und dem ersten Follow-up sank der ODI des Patientenkollektivs um 17,92 Prozentpunkte (37,40%). Zwölf Monate nach dem Eingriff hatte sich der ODI gegenüber der präoperativen Befragung um insgesamt 20,97 Prozentpunkte (43,77%) verbessert. Abhängig vom gewählten Näherungs-MCID kann bei 65,67% bis 76,12% der Patienten von einer klinisch wichtigen Abnahme der Behinderung ausgegangen werden.

5.2.2. PCS des SF-12

Die Patienten zeigten ebenfalls eine deutliche Verbesserung hinsichtlich ihrer körperlichen Gesundheit (PCS präoperativ 29,18 zu zwölf Monate postoperativ 39,89), welche zudem statistisch signifikant war ($p = <0,001$). Für eine deutsche Normstichprobe wurde ein PCS von 49,03 ermittelt (Bullinger und Kirchberger 1998). Bei der präoperativen Befragung schnitten die Patienten somit deutlich schlechter als die Referenzgruppe ab. Bis zur abschließenden Follow-up-Befragung stieg der PCS sichtlich an, wenngleich er weiterhin unter dem Wert der Normstichprobe blieb. Auch in einer japanischen Studie zum Outcome von Patienten, die wegen degenerativer, lumbaler Spinalkanalstenose operiert wurden, zeigte sich eine signifikante Verbesserung des PCS, dieser blieb jedoch ebenfalls unter den Werten der dortigen Normstichprobe (Haro et al. 2008).

In einer Studie zu lumbalen Revisionseingriffen wurde ein MCID von 2,5 für den PCS ermittelt (Parker et al. 2012). Khan et al. verwendeten einen MCID von 2,52 für die Beurteilung des Outcomes von Patienten mit Bandscheibenherniationen (Khan et al. 2019). Díaz-Arribas et al. definierten einen MCID von 3,29 für Patienten mit akuten und chronischen Schmerzen des unteren Rückens (Díaz-Arribas et al. 2017). In einer Studie zur anterioren zervikalen Diskektomie und Fusion bei zervikaler Radikulopathie empfahlen Parker et al. einen MCID von 8,1 Punkten (Parker et al. 2013).

Tabelle 11: Verteilung der Patienten hinsichtlich des MCID für die PCS des SF-12, eigene Darstellung

MCID für den PCS des SF-12	Anteil der Patienten mit einer Verbesserung größer als der MCID
2,5 nach Parker et al. 2012	72,34%
2,52 nach Khan et al. 2019	72,34%
3,29 nach Díaz-Arribas et al. 2017	68,69%
8,1 nach Parker et al. 2013	55,93%

Die PCS erhöhte sich insgesamt um 10,71, was einer Zunahme von 26,68% zwischen der ersten und der abschließenden Befragung entspricht. Je nachdem welchen MCID man näherungsweise anlegt, kann eine klinisch wichtige Verbesserung bei 55,93% bis 72,34% der untersuchten Patienten angenommen werden.

5.2.3. MCS des SF-12

Auch hinsichtlich der mentalen Gesundheit ergab sich eine positive Entwicklung, welche zwischen dem präoperativen Zustand und den postoperativen Befragungen statistisch signifikant war. Die Verbesserung bezüglich der psychischen Gesundheit war weniger ausgeprägt als bei der PCS und beim ODI (MCS 46,44 präoperativ zu 49,88 12 Monate postoperativ). Die Patienten lagen im gesamten Verlauf unterhalb der MCS von 52,24 der deutschen Normstichprobe, wobei sie sich dieser im Verlauf annäherten (Bullinger und Kirchberger 1998).

Bei Patienten mit akuten und chronischen Schmerzen des unteren Rückens wurde ein Grenzwert von 3,77 für den MCID definiert (Díaz-Arribas et al. 2017). In einer Studie zur anterioren zervikalen Diskektomie und Fusion bei zervikaler Radikulopathie empfahlen Parker et al. einen MCID von 4,7 Punkten für die MCS (Parker et al. 2013). Parker et al. ermittelten einen MCID von 10,1 für die MCS bei Patienten mit lumbalen Revisionseingriffen (Parker et al. 2012).

Tabelle 12: Verteilung der Patienten hinsichtlich des MCID für die MCS des SF-12, eigene Darstellung

MCID für den MCS des SF-12	Anteil der Patienten mit einer Verbesserung größer als der MCID
3,77 nach Díaz-Arribas et al 2017	44,75%
4,7 nach Parker et al 2013	40,74%
10,1 nach Parker et al 2012	28,70%

Die MCS stieg insgesamt um 3,44 Punkte an. Damit ergab sich eine Zunahme um 7,40% im gesamten Verlauf. Zwischen 28,70% und 44,75% der Patienten überschritten den Mindestwert für eine klinisch wichtige Verbesserung abhängig vom aus der Literatur ausgewählten MCID-Wert.

5.2.4. Visuelle Analogskala für Rückenschmerzen

Auch für die Rückenschmerzen auf der visuellen Analogskala ergab sich eine positive Entwicklung (präoperativ 4,88 zu 3,48 zwölf Monate postoperativ), welche zudem auch statistisch signifikant war ($p = <0,001$).

In einer Studie zu lumbalen Wirbelsäuleneingriffen wurde der Minimum clinically important difference (MCID) auf 1,2 Punkte für Rückenschmerzen festgesetzt (Coplay et al. 2008). Für Patienten mit lumbalen Fusionseingriffen wurde in einer Studie von Adogwa et al. ein MCID zwischen 2,7 – 3,1 errechnet (Adogwa et al. 2016). In einer Studie von Ostelo et al. zum MCID bei Patienten mit Schmerzen des unteren Rückens wurde ein MCID von 2 auf der NRS (Spannweite 0 - 10), 15 auf der visuellen Analogskala

(Reichweite 0 – 100) oder eine Verbesserung um 30% gegenüber dem Ausgangswert empfohlen (Ostelo et al. 2008).

Tabelle 13: Verteilung der Patienten hinsichtlich der Rückenschmerzen auf der VAS, eigene Darstellung

MCID für Rückenschmerzen auf der VAS	Anteil der Patienten mit einer Verbesserung größer als der MCID
1,2 nach Copay et al. 2008	50,45%
2,7 nach Adogwa et al. 2016	42,94%
3,1 nach Adogwa et al. 2016	35,14%
30% nach Ostelo et al. 2008	47,75%

Zwischen der initialen Befragung und dem ersten Follow-up ergab sich eine Abnahme um 1,35 Punkte. Zwischen den Follow-ups sank der Mittelwert um weitere 0,05 Punkte. Zwölf Monate nach dem Eingriff hatten die Rückenschmerzen auf der visuellen Analogskala gegenüber dem präoperativen Zustand um 1,40 (28,65%) abgenommen. Je nach angelegtem MCID haben 35,14% bis 50,45% der Patienten den Grenzwert überschritten.

5.2.5. Visuelle Analogskala für Beinschmerzen

Lediglich für die subjektiv empfundenen Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala ergab sich durch eine Zunahme der Beschwerden eine negative Entwicklung (präoperativ 2,69 zu 3,03 zwölf Monate postoperativ). Diese war jedoch nicht statistisch signifikant ($p = 0,166$ zwischen der präoperativen und der abschließenden Befragung nach zwölf Monaten).

In einer Studie zu lumbalen Wirbelsäuleneingriffen von Copay et al. wurde ein MCID für die Beinschmerzen in Höhe von 1,6 ermittelt (Copay et al. 2008). Ein MCID von 1,71 wurde von Khan et al. bei Patienten mit Bandscheibenherniationen verwendet (Khan et al. 2019). In einer Untersuchung zu Patienten mit lumbalen Fusionseingriffen wurde ein MCID für die Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala von 2,9 – 3,0 ermittelt (Adogwa et al. 2016). Parker et al. arbeiteten mit einem MCID von 5,0 für die Beinschmerzen bei Patienten mit Revisionseingriffen (Parker et al. 2012)

Tabelle 14: Verteilung der Patienten hinsichtlich der Beinschmerzen auf der VAS, eigene Darstellung

MCID für Beinschmerzen auf der VAS	Anteil der Patienten mit einer Verbesserung größer als der MCID
1,6 nach Copay et al. 2008	27,63%
1,71 nach Khan et al. 2019	27,63%
2,9 nach Adogwa et al. 2016	25,23%
3,0 nach Adogwa et al. 2016	21,32%
5,0 nach Parker et al. 2012	8,41%

Je nach verwendetem MCID wurde dieser von 8,41% bis 27,63% der Patienten überschritten. An dieser Stelle sollte bedacht werden, dass der präoperative arithmetische Mittelwert bei 2,69 lag, sodass die meisten MCID-Werte aus der Literatur für viele Patienten nicht einmal bei vollständiger Remission der Beschwerden erreicht werden konnten.

Der Mittelwert der Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala nahm über den gesamten Zeitraum um 0,34 zu. Insgesamt handelt es sich um eine Verschlechterung um 12,81% gegenüber dem präoperativen Ausgangswert. Statistisch war die Verschlechterung nicht signifikant ($p = 0,166$). Die Datenlage ab wann eine Zunahme von Beschwerden klinisch relevant ist, ist gering. Im Vergleich zu den MCID-Werten der genannten Studien erscheint die Zunahme der Beschwerden um 0,34 Punkte kaum relevant.

5.2.6. Visuelle Analogskala für Lebensqualität

Bei der subjektiven Lebensqualität ließ sich im postoperativen Verlauf eine kleine, statistisch signifikante Verbesserung ($p = 0,033$) feststellen (arithmetisches Mittel nach drei Monaten 61,9% und 64,2% nach zwölf Monaten). Die Lebensqualität nahm damit zwischen den postoperativen Befragungen um 2,3 Punkte beziehungsweise 3,68% zu.

Die Verwendung einer visuellen Analogskala zur Bewertung der subjektiven Lebensqualität ist nicht in vergleichbarer Weise etabliert wie der Einsatz zur Einschätzung von Schmerzen. In der Regel wird sie in Kombination mit anderen Fragebögen, insbesondere dem EQ-5D eingesetzt. Der EQ-5D verwendet zur Bemessung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität ein deskriptives System mit fünf Dimensionen (Brooks 1996). Ein weiterer Bestandteil des EQ-5D ist eine visuelle Analogskala, die EQ-VAS (Herdman et al. 2011).

In einer repräsentativen Befragung der deutschen Bevölkerung wurde für die subjektive Lebensqualität auf der visuellen Analogskala ein Mittelwert von 79,2 ermittelt (Mielck et

al. 2010). Die Patienten dieser Studie schnitten dementsprechend hinsichtlich ihrer subjektiven Lebensqualität schlechter ab als die Referenzgruppe.

Die Datenlage bezüglich der visuellen Analogskala als alleiniges Messinstrument der Lebensqualität bei Patienten mit Wirbelsäuleneingriffen ist aktuell noch unzureichend, um weiterführende Einordnungen unserer Ergebnisse zu machen. Annäherungsweise kann erwähnt werden, dass Ostelo et al. auf ihrer visuellen Analogskala einen MCID von 15 für Schmerz und Funktion bei Patienten mit Schmerzen des unteren Rückens ermittelt haben (Ostelo et al. 2008). Bei Verwendung dieses Näherungswertes könnte für 23,86% der Patienten zwischen den beiden postoperativen Befragungen eine relevante Verbesserung der Lebensqualität vermutet werden.

5.2.7. Prädiktoren für den ODI

Der präoperative ODI zeigte sich als einziger Prädiktor für beide Befragungszeiträume statistisch signifikant ($p < 0,001$). Bezüglich des ersten Befragungszeitraumes waren zudem die präoperative PCS ($p = 0,015$) und eine negative Anamnese für vorangegangene Wirbelsäuleneingriffe am selben Level ($p = 0,028$) signifikant. Bezüglich des zweiten Befragungszeitraumes waren der postoperative PCS ($p = 0,041$), eine Verbesserung des klinischen Zustandes nach dem Eingriff ($p = 0,007$) und die präoperative modifizierte Rankin-Skala ($p = 0,009$) statistisch signifikante Prädiktoren.

Tabelle 15: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung des ODI zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 4, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
präoperativer ODI	-0,78	<0,001	-0,77	<0,001
präoperative PCS des SF-12	-0,22	0,015	-0,14	0,134
keine vorherige Operation gleiches Level	-0,19	0,028	-0,1	0,237
KPS postoperativ	-0,18	0,041	-0,04	0,672
perioperative Verbesserung des klinischen Zustandes	0,06	0,435	0,2	0,007
mRS präoperativ	0,08	0,431	0,27	0,009

Eine Verbesserung des klinischen Zustandes nach der Operation und die präoperative mRS erwiesen sich als mögliche Risikofaktoren für eine Zunahme der Behinderung. Den

größten Einfluss hatte hierbei die mRS. An günstigen Einflussfaktoren konnten der präoperative ODI, die präoperative PCS, keine Voroperation des gleichen Levels und der postoperative KPS gefunden werden. Den größten Einfluss hatte der präoperative ODI.

Sowohl die mRS als auch der ODI bemessen den Schweregrad einer Behinderung. Der negative Einfluss einer stärkeren präoperativen Behinderung auf das patientenbasierte Outcome konnte bereits in anderen Arbeiten nachgewiesen werden (Strömqvist et al. 2016). Entsprechend einleuchtend ist es, dass eine höhere mRS ein Risikofaktor für einen höheren ODI ist. Paradox hingegen erscheint es, dass eine perioperative Verbesserung des klinischen Zustandes ebenfalls als Risikofaktor identifiziert werden konnte.

Patienten ohne Voroperation im Operationsgebiet hatten dagegen eine günstigere Entwicklung mit Abnahme ihrer Behinderung. Für Revisionseingriffe konnte in der Literatur bereits ein negativer Einfluss auf die Schmerzen, Funktion und Lebensqualität, körperliche Gesundheit und Zufriedenheit von Patienten im Vergleich zu primären Eingriffen beobachtet werden (Gerling et al. 2017).

5.2.8. Prädiktoren für die PCS des SF-12

Als statistisch signifikante Prädiktoren für die PCS des SF-12 erwiesen sich die präoperative PCS des SF-12 ($p < 0,001$) und keine Erkrankung an einer Niereninsuffizienz ($p = 0,042$ beziehungsweise $p = 0,041$) für beide Befragungen. Nur für das erste Follow-up zeigte sich eine statistische Signifikanz für die unabhängigen Variablen präoperative MCS des SF-12 ($p = 0,015$) und Verbesserung auf der modifizierten Rankin-Skala ($p = 0,037$). Für den Verlauf zwischen der präoperativen Befragung und der Befragung nach zwölf Monaten ließen sich Reoperationen ($p = 0,011$), weibliches Geschlecht ($p = 0,041$) und der postoperative Karnofsky-Index ($p = 0,041$) als Prädiktoren ermitteln.

Tabelle 16: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der PCS des SF-12 zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 5, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
präoperative PCS des SF-12	-0,55	<0,001	-0,43	<0,001
keine ND Niereninsuffizienz	0,16	0,042	0,17	0,041
präoperative MCS des SF-12	0,23	0,015	0,18	0,062
perioperative Verbesserung der mRS	0,15	0,037	0,03	0,672

HD Reoperation	-0,11	0,216	-0,24	0,011
weibliches Geschlecht	-0,02	0,778	-0,17	0,041
KPS postoperativ	0,13	0,119	0,18	0,041

Als günstige Einflussfaktoren erwiesen sich keine Erkrankung an einer Niereninsuffizienz, eine gute präoperative mentale Gesundheit gemessen über die MCS des SF-12, eine perioperative Verbesserung auf der mRS und ein besserer Karnofsky-Index postoperativ. Den größten Einfluss hatte die präoperative mentale Gesundheit. Der Einfluss der übrigen günstigen Faktoren war beinahe gleich groß.

Der Ausgangswert der PCS des SF-12, Revisionseingriffe als Operationsanlass und weibliches Geschlecht ließen sich als Risikofaktoren für die Entwicklung der PCS identifizieren. Am schwerwiegendsten wirkte sich die präoperative PCS des SF-12 aus. Den geringsten Effekt hatte von diesen Faktoren das weibliche Geschlecht.

Die enge Verknüpfung zwischen der physischen Gesundheit gemessen an der PCS, dem geringeren Ausmaß der Behinderung gemessen an der mRS und der geringeren symptombezogenen Einschränkungen ausgedrückt über den KPS erscheint einleuchtend. Aber auch ein hohes Maß an mentaler Gesundheit beeinflusst die Entwicklung der physischen Gesundheit positiv. Der Zusammenhang zwischen psychischen Belastungen und Erkrankungen auf der einen Seite und einem schlechteren postoperativen Outcome ist weithin bekannt (Strøm et al. 2018). Dass das weibliche Geschlecht einen weiteren Risikofaktor darstellt, könnte auch daran liegen, dass Frauen ein im Vergleich zu Männern erhöhtes Risiko für die Erkrankung an einer Depression haben (Salk et al. 2017). Diese wiederum führt häufig zu einer schlechteren mentalen Gesundheit, was sich auch eine schlechtere MCS auswirken könnte.

5.2.9. Prädiktoren für die MCS des SF-12

Für die beiden Follow-up-Zeitpunkte ergaben sich bezüglich möglicher Prädiktoren für die Entwicklung der MCS des SF-12 unterschiedliche Ergebnisse. Beiden war lediglich gemeinsam, dass der Ausgangswert der MCS statistisch signifikant ($p < 0,001$) war.

Für die erste postoperative Befragung zeigten sich der präoperative ODI ($p = 0,001$), pathologische Frakturen als Operationsanlass ($p = 0,005$), die Operationsdauer ($p = 0,015$), der Verzicht auf eine Instrumentierung ($p = 0,021$), der ASA-Score ($p = 0,04$) und keine Nebendiagnose Alkoholabusus ($p = 0,041$) als statistisch signifikante Prädiktoren. Für die zweite postoperative Befragung zeigte sich eine statistische Signifikanz als Prädiktor für keine Erkrankung an einer Herzinsuffizienz ($p = 0,044$).

Tabelle 17: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der MCS des SF-12 zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 6, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
präoperative MCS des SF-12	-0,68	<0,001	-0,65	<0,001
präoperativer ODI	-0,29	0,001	-0,12	0,174
HD pathologische Fraktur	-0,25	0,005	-0,02	0,825
Operationsdauer	-0,21	0,015	-0,15	0,097
keine Instrumentierung	-0,17	0,021	-0,04	0,615
ASA-Klassifikation	-0,15	0,04	0	0,96
keine ND Alkoholabusus	0,15	0,041	-0,04	0,603
keine ND Herzinsuffizienz	0,03	0,637	0,15	0,044

Hierbei ergab sich für Operationen wegen pathologischer Frakturen, die Operationsdauer, den Verzicht auf eine Instrumentierung der Wirbelsäule, den ASA Score, die präoperative MCS des SF-12 und den ODI ein negativer Einfluss auf die Entwicklung der MCS des SF-12. Die schwerwiegendsten Risikofaktoren waren die präoperative MCS, der präoperative ODI und Operationen wegen pathologischer Frakturen. Patienten ohne einen Alkoholabusus oder eine Herzinsuffizienz hatten einen günstigeren Verlauf. Kein Alkoholabusus wirkte dabei stärker aus.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich ableiten, dass Patienten, die bereits vor der Operation eine gute mentale Gesundheit hatten, weniger stark in Bezug auf die MCS profitieren als Patienten mit einem geringeren Ausgangswert. In einer Studie von Strömqvist et al. konnte dazu passend bereits gezeigt werden, dass ein schlechter psychischer Gesundheitszustand sich negativ auf das Operationsergebnis auswirkt (Strömqvist et al. 2016). Ein höherer ODI geht mit einem höheren Ausmaß der Behinderung des Patienten einher. Patienten mit einer schweren präoperativen Behinderung schnitten postoperativ bezüglich ihrer mentalen Gesundheit schlechter ab als weniger stark betroffene.

Eine höherer ASA-Klassifikation geht mit einer erhöhten Krankheitslast einher. Es ist wenig verwunderlich, dass das Fehlen schwerwiegender Grunderkrankungen, und dabei insbesondere auch das Fehlen einer Herzinsuffizienz oder einer Alkoholabhängigkeit, ein besseres Outcome begünstigen. Gerade auch angesichts des dadurch reduzierten

perioperativen Risikos. Eine höhere Einordnung in der ASA-Klassifikation ist auch ein bekannter Risikofaktor für die Reoperationsrate und Morbidität nach Wirbelsäuleneingriffen (Bydon et al. 2015).

Länger dauernde Operationen waren ebenfalls mit einer schlechteren Entwicklung der mentalen Gesundheit assoziiert. Eine steigende Operationsdauer kann ein Hinweis auf die Komplexität und die Ausdehnung des operativen Eingriffs oder Folge intraoperativer Komplikationen sein.

5.2.10. Prädiktoren für die Rückenschmerzen auf der visuellen Analogskala

Als signifikante Vorhersagevariablen zeigten sich für beide postoperative Befragungen die präoperativen Rückenschmerzen ($p < 0,001$) auf der visuellen Analogskala und keine Erkrankung an einer COPD ($p = 0,004$ beziehungsweise $p = 0,034$). Nur für die erste postoperative Befragung waren die präoperative MCS des SF-12 ($p < 0,001$), keine Anwendung einer Zementierung ($p = 0,027$) und keine Erkrankung an einer arteriellen Hypertonie ($p = 0,043$) statistisch signifikant. Beim zweiten Follow-up konnten keine Erkrankung an einer KHK ($p = 0,009$) und die ASA-Klassifikation ($p = 0,032$) als statistisch signifikante Prädiktoren identifiziert werden.

Tabelle 18: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der Rückenschmerzen auf der VAS zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 7, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
präoperativer Rückenschmerz VAS	-0,73	<0,001	-0,7	<0,001
keine ND COPD	0,13	0,004	0,1	0,034
präoperativer MCS des SF-12	-0,21	<0,001	-0,07	0,24
keine Zementierung	-0,12	0,027	-0,07	0,17
keine ND arterielle Hypertonie	-0,11	0,043	-0,06	0,29
keine ND KHK	-0,05	0,341	-0,13	0,009
ASA-Klassifikation	0,02	0,732	0,11	0,032

Die ASA-Klassifikation und keine Erkrankung an einer COPD erwiesen sich hierbei als Risikofaktoren für eine Zunahme der Rückenschmerzen. Dagegen ließ sich bei Patienten mit Eingriffen ohne Zementierung, keiner Erkrankung an einer arteriellen Hypertonie oder KHK, stärkeren Rückenschmerzen und einer höheren präoperativen MCS des SF-

12 eine vorteilhafte Entwicklung feststellen. Als schwerwiegendste positive Einflussfaktoren erwiesen sich die präoperativen Rückenschmerzen und die präoperative mentale Gesundheit gemessen an der MCS des SF-12.

Wie auch bei der MCS des SF-12 stellt sich die ASA-Klassifikation als möglicher Risikofaktor für die Entwicklung der Rückenschmerzen auf der visuellen Analogskala dar. Dazu passend wirkt sich das Fehlen einer Erkrankung an einer arteriellen Hypertonie oder KHK günstig aus. Gerade der positive Effekt einer fehlenden Erkrankung an einer arteriellen Hypertonie ist in der Fachliteratur bekannt (Brêtas et al. 2016). Wenig in Einklang zu bringen mit den anderen Einflussfaktoren ist dagegen der negative Einfluss einer fehlenden Erkrankung an einer COPD auf die Entwicklung der Rückenschmerzen.

5.2.11. Prädiktoren für die Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala

Sowohl für die Entwicklung zwischen der präoperativen Befragung und dem ersten Follow-up als auch für die Entwicklung zwischen der präoperativen Befragung und dem zweiten Follow-up bezüglich der Beinschmerzen ließen sich die präoperativen Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala ($p < 0,001$) und eine negative Anamnese für vorangegangene Wirbelsäuleneingriffe ($p < 0,001$ beziehungsweise $p = 0,011$) als statistisch signifikante Prädiktoren ermitteln. Die anderen Prädiktoren waren nur für einen der beiden Zeiträume statistisch signifikant: Für das erste Follow-up waren es eine Verbesserung der modifizierte Rankin-Skala ($p = 0,018$) das Alter ($p = 0,025$) und offene Wirbelsäuleneingriffe ($p = 0,037$). Für das zweite Follow-up waren es der präoperative PCS des SF-12 ($p < 0,001$), eine negative Anamnese zu einer COPD-Erkrankung ($p = 0,002$), die Krankenhausaufenthaltsdauer ($p = 0,006$) und weibliches Geschlecht ($p = 0,022$).

Tabelle 19: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der Beinschmerzen auf der VAS zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 8, eigene Darstellung

Modell	Vergleich präoperativ zum 1. Follow-up		Vergleich präoperativ zum 2. Follow-up	
	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert	β	p-Wert
präoperative Beinschmerzen auf der VAS	-0,81	<0,001	-0,78	<0,001
keine vorherigen Wirbelsäuleneingriffe	-0,18	<0,001	-0,12	0,011
perioperative Verbesserung der mRS	-0,11	0,018	-0,05	0,215
Alter	0,12	0,025	0,09	0,092
offene Operation	-0,11	0,037	-0,08	0,089
präoperative PCS des SF-12	-0,05	0,323	-0,17	<0,001

keine ND COPD	0,08	0,059	0,13	0,002
Krankenhausaufenthaltsdauer	-0,03	0,589	-0,16	0,006
weibliches Geschlecht	-0	0,997	0,12	0,022

Davon hatten weibliches Geschlecht, das Alter und das Fehlen einer Erkrankung an einer COPD einen negativen Einfluss im Sinne einer Zunahme der Schmerzen. Der Einfluss an keiner COPD zu leiden war hierbei geringfügig größer als bei den anderen Faktoren. Als günstige Einflussfaktoren erwiesen sich die präoperativen Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala, keine vorherigen Wirbelsäuleneingriffe, eine perioperative Verbesserung auf der modifizierten Rankin-Skala, offen durchgeführte Eingriffe, die präoperative PCS des SF-12 und die Krankenhausaufenthaltsdauer. Den stärksten Einfluss hatten die präoperativen Beinschmerzen auf der visuellen Analogskala und keine vorangegangenen Wirbelsäuleneingriffe.

Hieraus lässt sich ableiten, dass Patienten mit starken Beinschmerzen besser auf den operativen Eingriff angesprochen haben. Gleichzeitig profitierten Patienten, die vor der Operation eine höhere physische Gesundheit gemessen an der PCS des SF-12 hatten, ebenfalls stärker von der Operation bezüglich ihrer Beinschmerzen. Dass Patienten nach Primäreingriffen mehr profitieren als Patienten mit Revisionseingriffen ist aus anderen Publikationen bereits bekannt (Fritzell et al. 2015). Auch die Patienten, die bereits perioperativ auf der modifizierten Rankin-Skala eingeordnet werden konnten, dementsprechend also auch eine Verbesserung ihrer Symptomatik hatten, zeigten im Verlauf eine stärkere Abnahme ihrer Beinschmerzen. Der Zusammenhang zwischen der Krankenhausaufenthaltsdauer und der Abnahme der Beinschmerzen dagegen erscheint auf den ersten Blick weniger einleuchtend, da eine längere Krankenhausaufenthaltsdauer ein Hinweis auf komplexere Eingriffe oder das Auftreten von intra- und postoperativen Komplikation sein kann (Sarkiss et al. 2018).

Mit zunehmendem Lebensalter steigt das Risiko für Morbidität und Mortalität während des Krankenhausaufenthaltes (Deyo et al. 1992). Zusätzlich ist seine negative Rolle für die gesundheitsbezogene Lebensqualität bereits bekannt (Bouyer et al. 2015). Dazu passend zeigte sich auch in der vorliegenden Untersuchung eine Assoziation mit einer Zunahme der Beinschmerzen. Dass hingegen das Fehlen einer Erkrankung an einer COPD als möglicher Risikofaktor für eine Zunahme der Beinschmerzen identifiziert wurde, erscheint wenig plausibel.

5.2.12. Prädiktoren für die Lebensqualität auf der visuellen Analogskala

Bezüglich der postoperativen Entwicklung der subjektiven Lebensqualität ergab sich eine statistische Signifikanz für Reoperationen an der Wirbelsäule ($p= 0,003$), keine präoperativen Paresen ($p= 0,009$), keine intraoperative Gabe von Katecholaminen ($p= 0,014$), die präoperative Einordnung auf der modifizierten Rankin-Skala ($p= 0,015$), eine Verbesserung dieser Einordnung ($p= 0,041$) und der postoperative Karnofsky-Index ($p= 0,048$) durch die Operation.

Tabelle 20: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der Lebensqualität auf der VAS zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 9, eigene Darstellung

Modell	Standardisierte Koeffizienten β	p-Wert
HD Reoperation	-0,37	0,003
keine Paresen präoperativ	0,26	0,009
keine intraoperative Gabe von Katecholaminen	-0,23	0,014
mRS präoperativ	0,28	0,015
perioperative Verbesserung auf der mRS	-0,19	0,041
KPS postoperativ	0,2	0,048

Hierbei zeigten sich Reoperationen als Operationsanlass, keine Notwendigkeit von intraoperativen Katecholamingaben und eine Verbesserung auf der modifizierten Rankin-Skala durch die Operation als mögliche Risikofaktoren für die Entwicklung der subjektiven Lebensqualität der Patienten. Das Fehlen präoperativer Paresen, die präoperative Einordnung auf der mRS und der postoperative KPS gingen dagegen mit einem Anstieg der Lebensqualität einher.

Mehrere der Faktoren (postoperativer KPS, keine präoperativen Paresen und präoperative gute mRS) weisen auf einen positiven Einfluss gering ausgeprägter perioperativer Einschränkungen und Behinderungen auf die postoperative Lebensqualität hin. Im Gegensatz dazu zeigte sich eine Verbesserung auf der mRS als möglicher negativer Prädiktor. Dies steht in einem Gegensatz zu den zuvor genannten Prädiktoren, sodass dieser Risikofaktor, gerade auch angesichts seiner schwachen statistischen Signifikanz, kritisch zu betrachten ist. Das schlechtere Abschneiden von Patienten mit Revisionseingriffen gegenüber primär operierten Patienten ist bereits bekannt (Fritzell et al. 2015).

5.2.13. Bekannte Einfluss- und Risikofaktoren

Grundsätzlich sind präoperative Ängstlichkeit und Depressionen wichtige bekannte Risikofaktoren für stärkere Schmerzen, körperliche Behinderungen und geringere

gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Patienten nach Wirbelsäuleneingriffen (Strøm et al. 2018). Dass eine präoperative Depression zu einer geringeren funktionellen Verbesserung nach Revisionseingriffen beitragen kann, führen Adogwa et al. auf den Einfluss der Depression darauf wie die Patienten über ihre Schmerzen und Behinderung berichten und eine Funktionsverbesserung wahrnehmen zurück (Adogwa et al. 2014). Insbesondere die Angst vor Bewegung aus Sorge vor erneuter Verletzung führt zu stärkeren Schmerzen, ausgeprägter Behinderung und einer schlechteren körperlichen Leistungsfähigkeit (Archer et al. 2014). In einer Studie von Coronado et al. konnte ein Zusammenhang zwischen einer gesteigerten postoperativen Schmerzempfindlichkeit und einer persistierenden Intensität der Rückenschmerzen gezeigt werden. Zusätzlich wiesen Patienten, die ihre Schmerzen übermäßig katastrophisierten, neben einer persistierenden Schmerzintensität gehäuft auch Schmerzstörungen und eine anhaltende Behinderung auf. (Coronado et al. 2015)

Neben Depressionen sind auch Drogenmissbrauch und Rechtsstreitigkeiten bekannte Risikofaktoren für ein unbefriedigendes Behandlungsergebnis. Eine Demoralisierung hat sich als weiterer wichtiger psychischer Risikofaktor erwiesen, der zu einer schlechteren Schmerzreduktion, schwächeren Verbesserung der Leistungsfähigkeit und geringen Zufriedenheit mit Wirbelsäulenoperationen führen kann. (Block 2016)

Negative psychische Faktoren, psychische Störungen und chronifizierte Schmerzen stellen besonders relevante Risikofaktoren für postoperative Komplikationen, insbesondere für ein unbefriedigendes Operationsergebnis dar. Auch Faktoren, die bei akuten Rückenschmerzen ein Chronifizierungsrisiko markieren – sogenannte yellow flags-, können das postoperative Ergebnis nachhaltig beeinträchtigen. Klinger et al. schätzen bei betroffenen Patienten die Erfolgchancen einer konservativen, multidisziplinären Therapie als möglicherweise höher ein als bei einer elektiven Operation. Viele Patienten haben zudem Schwierigkeiten die Risiken und Erfolgchancen von operativen und konservativen Therapieverfahren richtig einzuordnen, was zu einem schlechteren Outcome, einer geringeren Zufriedenheit mit dem behandelnden Arzt und dem Behandlungsergebnis führen kann (Franz et al. 2015). Ebenso sind die Erwartungen des Patienten von Bedeutung, da sich auch unrealistisch hohe Erwartungen oder eine pessimistische Einstellung gegenüber dem Eingriff negativ auf das Ergebnis auswirken können. (Klinger et al. 2008)

Zusätzlich zeigten Patienten mit einem schlechten psychischen Gesundheitszustand in einer Studie von Strömqvist et al. eine geringere subjektive Zufriedenheit. Auch starke präoperative Schmerzen und eine ausgeprägte Behinderung können einen negativen Einfluss auf das Operationsergebnis haben. (Strömqvist et al. 2016)

Fritzell et al. beobachteten bei Patienten mit einem Revisionseingriff eine geringfügig schlechtere Verbesserung hinsichtlich der Schmerzen, Funktion und Lebensqualität als nach einem Primäreingriff. Obwohl der Unterschied zu Patienten nach primären Operationen möglicherweise nicht einmal klinisch relevant war, gaben die Patienten eine geringere Zufriedenheit an, sodass Revisionseingriffe als Risikofaktor für eine verminderte Zufriedenheit und eine geringere Verbesserung von Beinschmerzen identifiziert wurden. Auch in einer Studie von Gerling et al. schnitten die Patienten ohne Revisionseingriff in den Fragebögen hinsichtlich ihrer körperlichen Gesundheit und Zufriedenheit signifikant besser ab (Gerling et al. 2017). (Fritzell et al. 2015)

Eine ausgeprägte Gebrechlichkeit des Patienten ist ebenfalls mit einem schlechteren Outcome assoziiert (Miller et al. 2017). Auch der Erhalt von Sozialversicherungsleistungen scheint sich ungünstig auf das Behandlungsergebnis auszuwirken. Zusätzlich ist eine anschließende Arbeitstätigkeit bei Empfängern von Sozialversicherungsleistungen deutlich seltener. (Brêtas et al. 2016)

Bei einer Studie zu Eingriffen wegen degenerativen Veränderungen der Lendenwirbelsäule konnte gezeigt werden, dass Raucher ein Jahr nach der Operation stärkere Rücken- und Beinschmerzen, eine schlechtere Lebensqualität im EQ-5D, einen höheren ODI und somit einen schwerwiegenderen Grad der Behinderung aufweisen als Nichtraucher. (Asher et al. 2017)

Auch die der Behandlung zugrundeliegende Erkrankung spielt eine Rolle für das Outcome. In einer Studie von Bouyer et al. zeigte sich eine Verbindung zwischen spinalen Traumata und einer erheblichen Morbidität sowie einer verminderten Lebensqualität. Schlechte Werte im SF-36 ein Jahr nach der Operation waren mit dem Patientenalter, einem persistierenden neurologischen Defizit und einer vorbestehenden spinalen Imbalance assoziiert. Nur 60% der zuvor berufstätigen Patienten konnten ein Jahr nach operativer Versorgung von Wirbelkörperfrakturen oder einer schwerwiegenden Distorsion wieder arbeiten. (Bouyer et al. 2015)

Das Lebensalter selbst ist ein weiterer wichtiger Einflussfaktor für das Outcome der Patienten. In einer Untersuchung von Strömqvist et al. normalisierten sich die SF-36-Werte und damit die gesundheitsbezogene Lebensqualität von jungen Patienten ein Jahr nach einem Eingriff wegen eines lumbalen Bandscheibenvorfalles wieder (Strömqvist et al. 2016). Besonders günstig auf die Kategorien psychische Gesundheit, Schmerz, soziale Aspekte und allgemeine Gesundheit des SF-36 wirken sich sportliche Aktivität, Verzicht auf Zigaretten und keine Erkrankung an Diabetes oder einer Hypertonie aus. Auch ein

gesundes Körpergewicht wirkt sich vorteilhaft auf das Behandlungsergebnis aus. (Brêtas et al. 2016)

5.2.14. Komplikationsrate

In beinahe jedem dritten Fall (32,9%) dieser Studie kam es während oder nach dem operativen Eingriff zu Komplikationen. Campbell et al. ermittelten bei Patienten mit Eingriffen an der thorakalen, lumbalen oder thorakolumbalen Wirbelsäule eine Komplikationsrate von insgesamt 59,4% innerhalb der ersten 30 Tage, wobei auch unerwünschte Ereignisse als Komplikationen gewertet wurden (Campbell et al. 2010). In einer allgemeinen Studie zu Wirbelsäuleneingriffen beobachteten Willhuber et al. innerhalb von 90 Tagen nach einem spinalen Eingriff eine Komplikationsrate von 28,8% (Willhuber et al. 2018). Das heterogene Patientenkollektiv hatte ebenfalls degenerative Erkrankungen als führende Diagnoseentität. Patienten mit akuten Traumata und Infektionen waren dagegen deutlich seltener als in unserer Untersuchung vertreten. Generell sollte berücksichtigt werden, dass unsere Untersuchung an einem Wirbelsäulenzentrum stattgefunden hat, sodass sich im Vergleich mit anderen wirbelsäulenchirurgisch tätigen Kliniken überdurchschnittlich viele Patienten mit schwerwiegenden Vorerkrankungen oder einem hohen Lebensalter behandelt wurden. Insgesamt handelt es sich bei der in dieser Studie beobachteten Komplikationsrate um einen für die Wirbelsäulenchirurgie üblichen Wert.

Bei Eingriffen wegen spinaler Metastasierung beobachteten Pereira et al. bereits innerhalb der ersten 30 Tage bei 32% der Patienten eine Komplikation (Paulino Pereira et al. 2019). Eine ähnliche Komplikationsrate beobachteten Sarkiss et al. in einer Studie zu Patienten nach Resektion extraduraler Tumoren (Sarkiss et al. 2018). Bei Untersuchungen an Patienten mit degenerativen Erkrankungen zeigen sich dagegen oft deutlich niedrigere Komplikationsraten. Chotai et al. beobachteten bei 13% der Patienten mit elektiven Eingriffen wegen degenerativen Erkrankungen der Lendenwirbelsäule innerhalb von 90 Tagen eine Komplikation (Chotai et al. 2015b). Bei Bandscheibenoperationen wurde eine Komplikationsrate von 6–9% bei zervikalen und 5,1–6,5% bei lumbalen Bandscheibeneingriffen beobachtet (Hölper und Behr 2012). Die zugrundeliegende Diagnoseentität scheint einen Einfluss auf die Höhe der Komplikationsrate zu haben.

Fineberg et al. beobachteten bei Eingriffen in Lehrkliniken eine höhere Komplikationsrate als in Kliniken ohne Lehrbetrieb. Die Autoren gaben als mögliche Erklärung an, dass komplexe Eingriffe eher an Lehrkliniken durchgeführt werden (Fineberg et al. 2013). Bei Eingriffen, die mindestens drei spinale Segmente oder kombinierte Zugangswege erfordern, zeigt sich ebenfalls eine erhöhte Komplikationsrate (Paulino Pereira et al. 2019). Auch die Durchführung einer instrumentierten Fusion begünstigt das Auftreten von

Komplikationen (Campbell et al. 2010). Darüber hinaus sind Patienten mit größeren, offenen Eingriffen häufiger von Komplikationen betroffen als Patienten mit kleineren, insbesondere minimalinvasiven Operationen. (Chotai et al. 2015b) Dazu passend identifizierten Willhuber et al. die Dauer und Komplexität des Eingriffs als wichtige Risikofaktoren für das Auftreten von Komplikationen (Willhuber et al. 2018). In einer Studie von Goz et al. konnte auch ein Zusammenhang zwischen der Komplikationsrate und dem operierten Wirbelsäulenabschnitt gezeigt werden: Thorakale Fusionseingriffe führten am häufigsten zu Komplikationen, während Patienten mit zervikalen Fusionseingriffen am häufigsten ein Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) entwickelten (Goz et al. 2013). Zusätzlich zeigte sich in einer Studie von Schimmel et al. ein erhöhtes Risiko für Wundinfektion bei Eingriffen an der lumbalen Wirbelsäule und bei voroperierten Patienten (Schimmel et al. 2010).

In einer Studie von Farshad et al. wurden männliches Geschlecht, ein hohes präoperatives Kreatinin, ein hoher Blutverlust und die systemische Gabe von Steroiden als Risikofaktoren für Komplikationen gefunden (Farshad et al. 2018). Bouyer et al. zeigten eine erhöhte Komplikationsrate für Parkinsonpatienten (Bouyer et al. 2017). Chotai et al. identifizierten auch Komorbiditäten wie Diabetes mellitus und arterielle Hypertonie als Risikofaktoren für schwerwiegende Komplikationen (Chotai et al. 2015b).

Auch ein niedriger Albuminwert und pathologische Frakturen begünstigen das Auftreten von Komplikationen (Paulino Pereira et al. 2019). Zusätzliche Risikofaktoren sind eine präoperative Anämie, die Notwendigkeit präoperativer Transfusionen und eine ASA-Klassifikation von drei oder vier (Sarkiss et al. 2018). Auch für das Rauchen zeigt sich eine Assoziation zu einer erhöhten Komplikationsrate (Schimmel et al. 2010). Adipositas und ein hohes Lebensalter sind weitere Einflussfaktoren (Herren et al. 2017). Eine ausgeprägte Gebrechlichkeit erhöht ebenfalls das Komplikationsrisiko (Miller et al. 2017). Als weitere Risikofaktoren gelten primäre Thrombophilien und das Vorliegen eines pathologischen Gewichtsverlustes. Patienten mit einer Herzinsuffizienz oder nach einem Myokardinfarkt sind besonders gefährdet für kardiale Komplikationen. (Goz et al. 2013)

Chotai et al. beschrieben bei Patienten mit einem komplizierten Verlauf Frustration, Unannehmlichkeiten und erhöhte Behandlungskosten. Auch die Behandlungsdauer verlängert sich bei betroffenen Patienten (Willhuber et al. 2018). Zusätzlich werden diese Patienten häufiger in eine stationäre Rehabilitationsmaßnahme verlegt oder in ein Pflegeheim entlassen. (Chotai et al. 2015b)

5.2.15. Revisionsrate

Eng verknüpft mit dem Auftreten von Komplikationen sind Revisionseingriffe. 14,4% der Patienten dieser Untersuchung mussten sich einem Revisionseingriff unterziehen. Besondere Bedeutung hat die Notwendigkeit einer operativen Revision nicht nur wegen der erhöhten Behandlungskosten, sondern auch durch ihren negativen Einfluss auf die Zufriedenheit und körperliche Gesundheit der Patienten (Gerling et al. 2017; Fritzell et al. 2015).

Eine Metaanalyse von Bernatz et al. ermittelte eine gepoolte Revisionsrate von 5,5% innerhalb der ersten 30 Tage nach einem Wirbelsäuleneingriff (Bernatz und Anderson 2015). In einer allgemeinen Studie zu Wirbelsäuleneingriffen waren 11% der Patienten von einer ungeplanten Reoperation betroffen (Willhuber et al. 2018).

Reoperationen betreffen nach einem Primäreingriff wegen lumbalem Diskusprolaps 0,5-24% der Patienten innerhalb von zwei Jahren (Fritzell et al. 2015). Abdu et al. ermittelten für Patienten nach operativer Versorgung eines Bandscheibenvorfalles eine Revisionsrate von 9,1% (Abdu et al. 2017). In einer Studie von Bydon et al. erfolgte bei 16,2% der Patienten nach einer lumbalen Laminektomie eine operative Revision (Bydon et al. 2015). In einer Studie zu Patienten mit spinaler Metastasierung zeigte sich eine Revisionsrate von 18% (Paulino Pereira et al. 2016). Die Rate an Revisionseingriffen nach operativer Behandlung von lumbaler degenerativer Spondylolisthesis lag in einer Studie von Gerling et al. bei 22% innerhalb von acht Jahren, wobei die Hälfte der Revisionseingriffe bereits in den ersten zwei Jahren durchgeführt wurde (Gerling et al. 2017).

Die Literatur zeigt eine große Spannweite bezüglich der Komplikationsraten. Im Vergleich zu den Studien aus der Literatur ist unsere Revisionsrate als eher hoch einzustufen. Ein Einflussfaktor könnte das heterogene Patientenkollektiv dieser Studie sein. So beschrieben Bernatz et al. beispielsweise, dass Studien, welche sich ausschließlich mit Eingriffen an der Lendenwirbelsäule beschäftigen, geringere Revisionsraten ausweisen als Studien mit allen Wirbelsäulenabschnitten (Bernatz und Anderson 2015).

Als Risikofaktoren ermittelten Bernatz et al. eine ASA-Klassifikation ab vier und die Operationsdauer (Bernatz und Anderson 2015). Paulino Pereira et al. identifizierten eine Vorbehandlung mittels Radiotherapie als einen weiteren Revisionseingriffe begünstigenden Faktor (Paulino Pereira et al. 2016). Auch bezüglich der Revisionsrate wurde ein negativer Einfluss bei Bestehen einer Parkinsonerkrankung beschrieben (Bouyer et al. 2017). Für Patienten mit Diabetes mellitus wurde ebenfalls eine erhöhte Reoperationsrate beobachtet (Epstein 2017). Das Rauchen stellt einen weiteren bekannten Einflussfaktor

dar (Bydon et al. 2015). Auch eine stärker ausgeprägte Gebrechlichkeit erhöht das Risiko (Miller et al. 2017).

Als weitere Risikofaktoren für einen erneuten Eingriff erwiesen sich die Einnahme von Antidepressiva, Rückenschmerzen als vorherrschendes Symptom und das Fehlen einer neurogenen Claudicatio bei der stationären Aufnahme (Gerling et al. 2017). In einer Studie zu Bandscheibenherniationen erwiesen sich junges Alter, das Fehlen eines sensorischen Defizits, das Fehlen eines motorischen Defizits und ein hohes Ergebnis im ODI, sprich eine stärker ausgeprägte Behinderung, vor der Operation als Risikofaktoren für eine Revisionsoperation. (Abdu et al. 2017)

5.2.16. Mortalitätsrate

Insgesamt verstarben 48 (9,1%) der Patienten innerhalb des Beobachtungszeitraums. In einer Studie von Goz et al. zu spinalen Fusionseingriffen betrug die Mortalitätsrate abhängig vom operierten Wirbelsäulenabschnitt zwischen 0,14 und 1,2% der Patienten (Goz et al. 2013). In einer Studie von Karstensen et al. starben 2,7% der an der Wirbelsäule operierten Patienten innerhalb von 30 Tagen (Karstensen et al. 2016). Sarkiss et al. beobachteten eine 30 Tage Mortalitätsrate von 5% bei Patienten nach Resektion eines extradural lokalisierten Tumors (Sarkiss et al. 2018). Die Mortalitätsrate in unserer Studie ist im Vergleich zur Literatur als erhöht einzustufen. Dabei sollte jedoch bedacht werden, dass in der vorliegenden Untersuchung die Todesfälle innerhalb von zwölf Monaten nach dem operativen Eingriff erfasst wurden, während sich die meisten Untersuchungen aus der Literatur auf die Mortalität während des Eingriffs und die darauffolgenden 30 Tage beschränken.

Fineberg et al. identifizierten ein Lebensalter oberhalb von 65 Jahren und das Vorliegen von mehreren Komorbiditäten als wichtige Risikofaktoren. Zusätzlich zeigte sich eine erhöhte Mortalität in Lehrkrankenhäusern, wobei die Autoren dies auf die erhöhte Komplexität der dort durchgeführten Eingriffe zurückführten (Fineberg et al. 2013). Paulino Pereira et al. beobachteten zudem, dass das Auftreten von Komplikationen bei Patienten nach Operationen wegen spinaler Metastasierung ebenfalls mit einer erhöhten Mortalität verbunden ist. Die Notwendigkeit eines Revisionseingriff hatte dagegen keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der betroffenen Patienten (Paulino Pereira et al. 2019). Auch das männliche Geschlecht kann sich negativ auf die Überlebensrate auswirken (Schoenfeld et al. 2015). Eine präoperative Anämie und eine Operationsdauer über vier Stunden sind ebenfalls Risikofaktoren (Sarkiss et al. 2018). Zusätzlich können metastasierte Krebserkrankungen, ein pathologischer Gewichtsverlust, eine kongestive Herzinsuffizienz, Lebererkrankungen, Nierenversagen, vorangegangene

Myokardinfarkte, Demenz, neurologische Erkrankungen, Lymphome primäre Thrombophilien, periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK), Diabetes mellitus, chronische Lungenerkrankungen und Herzklappenfehler die Mortalität erhöhen (Goz et al. 2013).

Dazu passend waren das Alter und der Anteil der über 65-Jährigen in der Gruppe unserer verstorbenen Patienten höher als im gesamten Patientenkollektiv. Die verstorbenen Patienten waren im Median 72 Jahre alt während der Median im gesamten Kollektiv bei 67 Jahren lag. Bei den verstorbenen Patienten waren 66,7% bereits über 65 Jahre alt während es im Gesamtkollektiv nur 54,0% waren. Auch der Anteil der männlichen Patienten war höher (70,8% im Vergleich zu 56%). Bei den verstorbenen Patienten war eine tumoröse Grunderkrankung zudem häufiger als in der Gesamtgruppe (47,9% im Vergleich zu 16,0%). Zusätzlich war der Anteil der Eingriffe wegen Metastasen bei den verstorbenen Tumorpatienten mit 82,6% deutlich höher als im gesamten Patientenkollektiv (51,8%). Die 2-Jahres-Überlebensrate nach Diagnosestellung von Wirbelsäulenmetastasen liegt bei 10 bis 20% der Patienten, wobei es abhängig vom Primärtumor große Schwankungen gibt (Delank et al. 2011). Bereits die durch die Grunderkrankung eingeschränkte Lebenserwartung könnte erheblich zur beobachteten Mortalitätsrate beigetragen haben. Insbesondere bei einer palliativen Patientensituation werden operative Eingriffe auch ohne kurative Intention zum Erhalt oder zur Wiederherstellung von Lebensqualität eingesetzt.

5.2.17. Fazit der Ergebnisdiskussion

Zusammenfassend ergab sich im Verlauf für das Patientenkollektiv in fast allen Fragebögen eine Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität beziehungsweise eine Abnahme der Beschwerden und Behinderung. Am stärksten profitierten die Patienten hinsichtlich ihrer körperlichen Gesundheit, dem Ausmaß ihrer Behinderung und der Intensität ihrer Rückenschmerzen.

Insgesamt konnten 29 verschiedene statistisch signifikante Einflussfaktoren identifiziert werden. Der präoperativen ODI, die präoperative PCS die präoperative MCS, die präoperative mRS und eine perioperative Verbesserung der mRS erwiesen sich zugleich als Risiko- als auch als positive Einflussfaktoren.

Als Risikofaktoren erwiesen sich der präoperative ODI (Entwicklung der MCS), die präoperative PCS des SF-12 (Entwicklung der PCS), die präoperative MCS des SF-12 (Entwicklung der MCS), die mRS präoperativ (ODI), eine perioperative Verbesserung der mRS (Lebensqualität) die ASA-Klassifikation (MCS und Rückenschmerz), eine perioperative Verbesserung des klinischen Zustandes (ODI), keine Anwendung einer

Instrumentierung (MCS), keine Katecholamingabe (Lebensqualität), Revisionseingriffe (PCS und Lebensqualität), Operationen wegen pathologischer Frakturen (MCS), die Operationsdauer (MCS), weibliches Geschlecht (PCS und Beinschmerzen), das Patientenalter (Beinschmerzen) und keine Erkrankung an einer COPD (Rückenschmerzen und Beinschmerzen).

Als positive Einflussfaktoren erwiesen sich der präoperative ODI (Entwicklung des ODI), präoperative PCS (Entwicklung des ODI und des Beinschmerzes), präoperative MCS (Entwicklung der PCS und des Rückenschmerzes), die präoperative Rückenschmerzen (Entwicklung der Rückenschmerzen), die präoperativen Beinschmerzen (Entwicklung der Beinschmerzen), die präoperative mRS (Entwicklung der Lebensqualität), eine perioperative Verbesserung der mRS (PCS, Beinschmerzen), der postoperative KPS (ODI, PCS und Lebensqualität), keine präoperativen Paresen (Lebensqualität), keine Zementierung (Rückenschmerz), offene Operationen (Beinschmerzen), keine vorherigen Wirbelsäuleneingriffe (Beinschmerzen), keine Voroperation des gleichen Levels (ODI), keine Niereninsuffizienz (PCS), kein Alkoholabusus (MCS), keine Herzinsuffizienz (MCS), keine arterielle Hypertonie (Rückenschmerzen), keine KHK (Rückenschmerzen) und die Krankenhausaufenthaltsdauer (Beinschmerzen).

Einige dieser Faktoren können bereits vor dem operativen Eingriff erhoben werden (Abfrage des ODI, des SF-12 und der visuellen Analogskalen, Einordnung in die ASA-Klassifikation, Befragung bezüglich Voroperationen, Vorerkrankungen, Alter und Geschlecht). Diese Faktoren könnten und sollten für die Indikationsstellung und Aufklärung der Patienten bezogen auf die Chancen und Risiken eines Wirbelsäuleneingriffs einbezogen werden. Besonders relevant in diesem Zusammenhang erscheinen hierbei der negative Effekt des weiblichen Geschlechtes und der positiven Anamnese für vorangegangene Wirbelsäuleneingriffe. Auch die Indikation für Revisionseingriffe sollten aufgrund der erhöhten Risiken noch besser abgewogen werden.

5.3. Ausblick

Ostelo et al. haben bezogen auf Schmerzen des unteren Rückens vier in ihren Augen wichtige Teilbereiche beschrieben: Die Schmerzintensität, die krankheitsspezifische Behinderung, die Patientenzufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis und eine darauf beruhende Arbeitsunfähigkeit (Ostelo und de Vet 2005). In der vorliegenden Untersuchung wurde auf die ersten beiden Bereiche eingegangen. Für die Zukunft wären Studien, die alle vier Bereiche beleuchten, wünschenswert.

Zusätzlich wäre die Entwicklung von MCID-Werten für das allgemeine Patientenkollektiv mit neurochirurgischen Wirbelsäuleneingriffen erfreulich. Für die vorliegende Arbeit konnte nur näherungsweise auf Werte aus der Literatur zu verschiedenen Erkrankungen und Operationsverfahren zurückgegriffen werden.

Für die Zukunft gilt es außerdem verstärkt Risiko- und Einflussfaktoren sowohl für intra- und postoperative Komplikationen als auch für das Outcome hinsichtlich der Beschwerden und Lebensqualität zu identifizieren, um ein besonderes Augenmerk auf gefährdete Patienten legen und für diese Patienten gegebenenfalls andere Therapieverfahren wählen zu können. Eine zusätzliche Herausforderung stellen dabei das steigende Patientenalter und die damit einhergehende Zunahme an Komorbiditäten dar (Goz et al. 2013).

6. Zusammenfassung

Die operative Therapie ist heutzutage für zahlreiche spinale Erkrankungen und Verletzungen etabliert. Vorangegangene Untersuchungen zur Lebensqualität vor und nach Wirbelsäuleneingriffen beschränken sich bisher oftmals auf bestimmte Patientengruppen, Diagnosen, Operationsverfahren, Wirbelsäulenabschnitte oder Komplikationen.

Das Ziel dieser Arbeit war es zu klären, ob das breite Patientenspektrum einer großen neurochirurgischen Klinik und Poliklinik eine relevante Verbesserung der Lebensqualität durch neurochirurgische Eingriffe erzielt. Die vorliegende Untersuchung soll daher folgende Frage beantworten: Haben Patienten im Verlauf nach einem neurochirurgischen Eingriff an der Wirbelsäule weniger Beschwerden, eine weniger stark ausgeprägte Behinderung und letztlich eine bessere Lebensqualität als vor dem Eingriff? Welche Einfluss- und Risikofaktoren hierfür gibt es?

Hierzu wurden in einer prospektiven Studie 526 Patienten rekrutiert, welche sich zwischen September 2017 und November 2018 einem operativen Eingriff in der Neurochirurgie des Klinikums rechts der Isar unterzogen haben. Diese wurden präoperativ sowie nach drei und zwölf Monaten mittels ODI, SF-12 und visueller Analogskalen befragt. 344 der Patienten nahmen auch an beiden Follow-up-Befragungen teil, sodass sie für die Bewertung des Outcomes herangezogen wurden.

Im ODI verbesserten sich die Patienten von einer schwerwiegenden Behinderung (47,91%) vor dem Eingriff zu einer mittelschwer ausgeprägten Behinderung (26,94%). Auch beim PCS des SF-12 ergab sich eine große, statistisch signifikante Verbesserung (präoperativ 29,18 und postoperativ 39,89). Im MCS des SF-12 zeigte sich ebenfalls ein leichter Anstieg (präoperativ 46,44 und 49,88). Auch auf der visuellen Analogskala zeigte sich eine Abnahme der Rückenschmerzen (präoperativ 4,88 und postoperativ 3,48). Bei den Beinschmerzen kam es zu einer geringfügigen Zunahme der Beschwerden auf der visuellen Analogskala (präoperativ 2,69 und 3,03 postoperativ). Im postoperativen Verlauf kam es zu einer Verbesserung der subjektiven Lebensqualität auf der visuellen Analogskala (61,9% drei Monate postoperativ und 64,2% zwölf Monate postoperativ).

Insgesamt konnten 29 verschiedene statistisch signifikante Einflussfaktoren identifiziert werden. Der präoperativen ODI, die präoperative PCS, die präoperative MCS, die präoperative MCS und eine perioperative Verbesserung der mRS erwiesen sich zugleich als Risiko- als auch als positive Einflussfaktoren.

Als Risikofaktoren erwiesen sich die ASA-Klassifikation, eine perioperative Verbesserung des klinischen Zustandes, keine Anwendung einer Instrumentierung, keine Katecholamingabe, Revisionseingriffe, Operationen wegen pathologischer Frakturen, die Operationsdauer, weibliches Geschlecht, das Patientenalter und keine Erkrankung an einer COPD.

Als positive Einflussfaktoren erwiesen sich die präoperativen Bein- und Rückenschmerzen, der postoperative KPS, keine präoperativen Paresen, keine Zementierung, offene Operationen, keine vorherigen Wirbelsäuleneingriffe, keine Voroperation des gleichen Levels, keine Niereninsuffizienz, kein Alkoholabusus, keine Herzinsuffizienz, keine arterielle Hypertonie, keine KHK und die Krankenhausaufenthaltsdauer.

Diejenigen Faktoren, die bereits vor der Operation erhoben werden können, sollten für die Indikationsstellung und Aufklärung stärker einbezogen werden. Als besonders schwerwiegende Faktoren hierfür konnten das weibliche Geschlecht, eine positive Anamnese für vorangegangene Wirbelsäuleneingriffe und Revisionseingriffe als Operationsanlass identifiziert werden.

7. Literaturverzeichnis

- Abdu, R.W., Abdu, W.A., Pearson, A.M., Zhao, W., Lurie, J.D., & Weinstein, J.N. (2017). Reoperation for Recurrent Intervertebral Disc Herniation in the Spine Patient Outcomes Research Trial: Analysis of Rate, Risk Factors, and Outcome. *Spine*, 42(14), 1106–1114.
- Adogwa, O., Elsamadicy, A.A., Han, J.L., Cheng, J., Karikari, I., & Bagley, C.A. (2016). Do measures of surgical effectiveness at 1 year after lumbar spine surgery accurately predict 2-year outcomes? *Journal of neurosurgery. Spine*, 25(6), 689–696.
- Adogwa, O., Verla, T., Thompson, P., Penumaka, A., Kudyba, K., Johnson, K., et al. (2014). Affective disorders influence clinical outcomes after revision lumbar surgery in elderly patients with symptomatic adjacent-segment disease, recurrent stenosis, or pseudarthrosis. *Journal of Neurosurgery: Spine SPI*, 21(2), 153–159.
- Almeida, A. (2005). Tuberculosis of the spine and spinal cord. *European journal of radiology*, 55(2), 193–201.
- Anderson, L.D., & D'Alonzo, R.T. (1974). Fractures of the odontoid process of the axis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 56(8), 1663–1674.
- Archer, K.R., Coronado, R.A., Haug, C.M., Vanston, S.W., Devin, C.J., Fannesbeck, C.J., et al. (2014). A comparative effectiveness trial of postoperative management for lumbar spine surgery: changing behavior through physical therapy (CBPT) study protocol. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15, 325.
- Asher, A.L., Devin, C.J., McCutcheon, B., Chotai, S., Archer, K.R., Nian, H., et al. (2017). Patient characteristics of smokers undergoing lumbar spine surgery: an analysis from the Quality Outcomes Database. *Journal of Neurosurgery: Spine SPI*, 27(6), 661–669.
- Bernatz, J.T., & Anderson, P.A. (2015). Thirty-day readmission rates in spine surgery: systematic review and meta-analysis. *Neurosurgical Focus FOC*, 39(4), E7.
- Block, A.R. (2016). Demoralization, Patient Activation, and the Outcome of Spine Surgery. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 4(1).
- Boden, S.H., Farley, K.X., Campbell, C., Boden, S.D., & Gottschalk, M.B. (2020). Rational Selection of Patient-Reported Outcomes Measures in Lumbar Spine Surgery Patients. *International journal of spine surgery*, 14(3), 347–354.
- Bolten, W., Kempel-Waibel, A., & Pförringer, W. (1998). Analyse der Krankheitskosten bei Rückenschmerzen. *Medizinische Klinik*, 93(6), 388–393.
- Bouyer, B., Scemama, C., Roussouly, P., Laouissat, F., Obeid, I., Boissière, L., et al. (2017). Evolution and complications after surgery for spine deformation in patients with Parkinson's disease. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 103(4), 517–522.
- Bouyer, B., Vassal, M., Zairi, F., Dhenin, A., Grelat, M., Dubory, A., et al. (2015). Surgery in vertebral fracture: Epidemiology and functional and radiological results in a prospective series of 518 patients at 1year's follow-up. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 101(1), 11–15.
- Brêtas, C.O., Valentim, Larissa Furbino de Pinho, Elias, N., Cardoso, I.M., Almeida, J.C. de, & Jacob, Charbel, Júnior (2016). Analysis of risk factors for success of lumbar spinal stenosis. *Acta ortopedica brasileira*, 24(6), 291–295.
- Brooks, R. (1996). EuroQol: the current state of play. *Health policy (Amsterdam, Netherlands)*, 37(1), 53–72.
- Bullinger, M., & Kirchberger, I. (1998). Der SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand – Handbuch für die deutschsprachige Fragebogen-Version. Göttingen: Hogrefe.
- Bydon, M., Macki, M., De la Garza-Ramos, R., Sciubba, D.M., Wolinsky, J.-P., Gokaslan, Z.L., et al. (2015). Smoking as an independent predictor of reoperation after

- lumbar laminectomy: a study of 500 cases. *Journal of Neurosurgery: Spine SPI*, 22(3), 288–293.
- Campbell, P.G., Malone, J., Yadla, S., Maltenfort, M.G., Harrop, J.S., Sharan, A.D., et al. (2010). Early complications related to approach in thoracic and lumbar spine surgery: a single center prospective study. *World Neurosurgery*, 73(4), 395–401.
- Chotai, S., Parker, S.L., Sivaganesan, A., Godil, S.S., McGirt, M.J., & Devin, C.J. (2015a). Quality of Life and General Health After Elective Surgery for Cervical Spine Pathologies: Determining a Valid and Responsive Metric of Health State Utility. *Neurosurgery*, 77(4), 553-60; discussion 560.
- Chotai, S., Parker, S.L., Sivaganesan, A., Sielatycki, J.A., Asher, A.L., McGirt, M.J., et al. (2015b). Effect of complications within 90 days on patient-reported outcomes 3 months and 12 months following elective surgery for lumbar degenerative disease. *Neurosurgical Focus FOC*, 39(6), E8.
- Clark, C.R., Benzel, E.C., & Currier, B.L. (2004). *Cervical Spine: The Cervical Spine Research Society Editorial Committee*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health.
- Colman, M.W., Karim, S.M., Lozano-Calderon, S.A., Pedlow, F.X., Raskin, K.A., Horniczek, F.J., et al. (2015). Quality of life after en bloc resection of tumors in the mobile spine. *The Spine Journal*, 15(8), 1728–1737.
- Copay, A.G., Glassman, S.D., Subach, B.R., Berven, S., Schuler, T.C., & Carreon, L.Y. (2008). Minimum clinically important difference in lumbar spine surgery patients: a choice of methods using the Oswestry Disability Index, Medical Outcomes Study questionnaire Short Form 36, and pain scales. *The Spine Journal*, 8(6), 968–974.
- Coronado, R.A., George, S.Z., Devin, C.J., Wegener, S.T., & Archer, K.R. (2015). Pain Sensitivity and Pain Catastrophizing Are Associated With Persistent Pain and Disability After Lumbar Spine Surgery. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(10), 1763–1770.
- Coste, J., Delecoeuillerie, G., Lara, A.C. de, LeParc, J.M., & Paolaggi, J.B. (1994). Clinical course and prognostic factors in acute low back pain: an inception cohort study in primary care practice. *BMJ*, 308(6928), 577.
- Couper, M.P., Tourangeau, R., Conrad, F.G., & Singer, E. (2006). Evaluating the Effectiveness of Visual Analog Scales: A Web Experiment. *Social Science Computer Review*, 24(2), 227–245.
- Cypress, B.K. (1983). Characteristics of physician visits for back symptoms: a national perspective. *American journal of public health*, 73(4), 389–395.
- Delank, K.-S., Wendtner, C., Eich, H.T., & Eysel, P. (2011). The treatment of spinal metastases. *Deutsches Arzteblatt international*, 108(5), 71-9; quiz 80.
- Denis, F. (1983). The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine*, 8(8), 817–831.
- DeVine, J., Norvell, D.C., Ecker, E., Fourney, D.R., Vaccaro, A., Wang, J., et al. (2011). Evaluating the correlation and responsiveness of patient-reported pain with function and quality-of-life outcomes after spine surgery. *Spine*, 36(21 Suppl), S69-74.
- Deyo, R.A. (1986). Early diagnostic evaluation of low back pain. *Journal of General Internal Medicine*, 1(5), 328–338.
- Deyo, R.A., Cherkin, D.C., Loeser, J.D., Bigos, S.J., & Ciol, M.A. (1992). Morbidity and mortality in association with operations on the lumbar spine. The influence of age, diagnosis, and procedure. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 74(4), 536–543.
- Deyo, R.A., & Weinstein, J.N. (2001). Low Back Pain. *New England Journal of Medicine*, 344(5), 363–370.
- Díaz-Arribas, M.J., Fernández-Serrano, M., Royuela, A., Kovacs, F.M., Gallego-Izquierdo, T., Ramos-Sánchez, M., et al. (2017). Minimal Clinically Important Difference in Quality of Life for Patients With Low Back Pain. *Spine*, 42(24), 1908–1916.
- Dützmänn, S. (2018). *BASICS Neurochirurgie*. Philadelphia: Urban & Fischer Verlag GmbH & Co. KG.

- Epstein, N.E. (2017). Predominantly negative impact of diabetes on spinal surgery: A review and recommendation for better preoperative screening. *Surgical neurology international*, 8, 107.
- Fairbank, J., Couper, J., Davies, J.B., & P O'Brien, J. (1980). The Oswestry Low Back Pain Questionnaire. *Physiotherapy*, 66.
- Fairbank, J.C.T., & Pynsent, P.B. (2000). The Oswestry Disability Index. *Spine*, 25(22), 2940–2953.
- Farshad, M., Bauer, D.E., Wechsler, C., Gerber, C., & Aichmair, A. (2018). Risk factors for perioperative morbidity in spine surgeries of different complexities: a multivariate analysis of 1,009 consecutive patients. *The Spine Journal*, 18(9), 1625–1631.
- Fehlings, M.G., Vaccaro, A., Wilson, J.R., Singh, A., W Cadotte, D., Harrop, J.S., et al. (2012). Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS). *PLoS one*, 7(2), e32037.
- Fineberg, S.J., Oglesby, M., Patel, A.A., Pelton, M.A., & Singh, K. (2013). Outcomes of cervical spine surgery in teaching and non-teaching hospitals. *Spine*, 38(13), 1089–1096.
- Finkelstein, J.A., & Schwartz, C.E. (2019). Patient-reported outcomes in spine surgery: past, current, and future directions. *Journal of Neurosurgery: Spine SPI*, 31(2), 155–164.
- Franz, E.W., Bentley, J.N., Yee, P.P.S., Chang, K.W.C., Kendall-Thomas, J., Park, P., et al. (2015). Patient misconceptions concerning lumbar spondylosis diagnosis and treatment. *Journal of Neurosurgery: Spine SPI*, 22(5), 496–502.
- Freytag, A., Thiede, M., Schiffhorst, G., Höer, A., Wobbe, S., Luley, C., et al. (2012). Versorgungskosten von Rückenschmerzen und die Bedeutung der Schmerzchronifizierung – Ergebnisse einer GKV-Routinedatenanalyse. *Gesundh ökon Qual manag*, 17(02), 79–87.
- Fritzell, P., Knutsson, B., Sanden, B., Strömquist, B., & Hägg, O. (2015). Recurrent Versus Primary Lumbar Disc Herniation Surgery: Patient-reported Outcomes in the Swedish Spine Register Swespine. *Clinical orthopaedics and related research*, 473(6), 1978–1984.
- Gandek, B., Ware, J.E., Aaronson, N.K., Apolone, G., Bjorner, J.B., Brazier, J.E., et al. (1998). Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment. Journal of clinical epidemiology*, 51(11), 1171–1178.
- Gerling, M.C., Leven, D., Passias, P.G., Lafage, V., Bianco, K., Lee, A., et al. (2017). Risk Factors for Reoperation in Patients Treated Surgically for Degenerative Spondylolisthesis: A Subanalysis of the 8-year Data From the SPORT Trial. *Spine*, 42(20), 1559–1569.
- Ghogawala, Z., Dziura, J., Butler, W.E., Dai, F., Terrin, N., Magge, S.N., et al. (2016). Laminectomy plus Fusion versus Laminectomy Alone for Lumbar Spondylolisthesis. *The New England journal of medicine*, 374(15), 1424–1434.
- Gillissen, A., Buhl, R., Kardos, P., Puhan, M., Rabe, K.F., Rothe, T., et al. (2008). Studienendpunkte bei der chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung (COPD): „Minimal Clinically Important Difference“. *Pneumologie*, 62(03), 149–155.
- Glocker F. et al (2018). Lumbale Radikulopathie. www.dgn.org/leitlinien. Zugegriffen: 26. April 2019.
- Goz, V., Weinreb, J.H., Lafage, V., & Errico, T.J. (2013). Perioperative Complications and Mortality After Spinal Fusions: Analysis of Trends and Risk Factors. *The Spine Journal*, 13(9), S105-S106.
- Haro, H., Maekawa, S., & Hamada, Y. (2008). Prospective analysis of clinical evaluation and self-assessment by patients after decompression surgery for degenerative lumbar canal stenosis. *The Spine Journal*, 8(2), 380–384.
- Herdman, M., Gudex, C., Lloyd, A., Janssen, M., Kind, P., Parkin, D., et al. (2011). Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-

- 5L). Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation, 20(10), 1727–1736.
- Herren, C., Sobottke, R., Mannion, A.F., Zweig, T., Munting, E., Otten, P., et al. (2017). Incidental durotomy in decompression for lumbar spinal stenosis: incidence, risk factors and effect on outcomes in the Spine Tango registry. *European Spine Journal*, 26(10), 2483–2495.
- Hölper, B.M., & Behr, R. (2012). *Kompodium Neuro- und Wirbelsäulen Chirurgie: 330 Tabellen*. Rosenheim: proINN-Verl.
- Iglesias, C., & Torgerson, D. (2000). Does Length of Questionnaire Matter? A Randomised Trial of Response Rates to a Mailed Questionnaire. *Journal of Health Services Research & Policy*, 5(4), 219–221.
- Jaeschke, R., Guyatt, G.H., & Sackett, D.L. (1994). Users' guides to the medical literature. III. How to use an article about a diagnostic test. B. What are the results and will they help me in caring for my patients? The Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA*, 271(9), 703–707.
- Jenkinson, C., Layte, R., Jenkinson, D., Lawrence, K., Petersen, S., Paice, C., et al. (1997). A shorter form health survey: can the SF-12 replicate results from the SF-36 in longitudinal studies? *Journal of Public Health*, 19(2), 179–186.
- Kagaya, H., Takahashi, H., Sugawara, K., Kuroda, T., & Takahama, M. (2005). Quality of life assessment before and after lumbar disc surgery. *Journal of Orthopaedic Science*, 10(5), 486–489.
- Karstensen, S., Bari, T., Gehrchen, M., Street, J., & Dahl, B. (2016). Morbidity and mortality of complex spine surgery: a prospective cohort study in 679 patients validating the Spine AdVerse Event Severity (SAVES) system in a European population. *The Spine Journal*, 16(2), 146–153.
- Khan, J.M., McKinney, D., Basques, B.A., Louie, P.K., Carroll, D., Paul, J., et al. (2019). Clinical Presentation and Outcomes of Patients With a Lumbar Far Lateral Herniated Nucleus Pulposus as Compared to Those With a Central or Paracentral Herniation. *Global spine journal*, 9(5), 480–486.
- Klinger, R., Geiger, F., & Schiltenswolf, M. (2008). Lässt sich eine „failed back surgery“ verhindern? *Der Orthopäde*, 37(10), 1000–1006.
- Klinikum rechts der Isar München (2019). NeuroKopfZentrum - Neurochirurgie - Internetseite. <http://www.neurokopfzentrum.med.tum.de/neurochirurgie/>. Zugegriffen: 24. März 2019.
- Lee, C.K., Hansen, H.T., & Weiss, A.B. (1978). Developmental lumbar spinal stenosis. Pathology and surgical treatment. *Spine*, 3(3), 246–255.
- Lee, C.-P., Fu, T.-S., Liu, C.-Y., & Hung, C.-I. (2017). Psychometric evaluation of the Oswestry Disability Index in patients with chronic low back pain: factor and Mokken analyses. *Health and quality of life outcomes*, 15(1), 192.
- Lee, J.Y., Vaccaro, A.R., Lim, M.R., Oner, F.C., Hulbert, R.J., Hedlund, R., et al. (2005). Thoracolumbar injury classification and severity score: a new paradigm for the treatment of thoracolumbar spine trauma. *Journal of Orthopaedic Science*, 10(6), 671–675.
- Lumenta, C.B., Di Rocco, C., Haase, J., & Mooij, J.J.A. (2010). *Neurosurgery*. Heidelberg: Springer.
- Macewen, W. (1894). Pyogenic Infective Diseases of the Brain and Spinal Cord: Meningitis, Abscess of Brain, Infective Sinus Thrombosis. *Glasgow Medical Journal*, 41(1), 57–63.
- Magerl, F., Aebi, M., Gertzbein, S.D., Harms, J., & Nazarian, S. (1994). A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 3(4), 184–201.
- Mannion, A.F., Junge, A., Fairbank, J.C.T., Dvorak, J., & Grob, D. (2006). Development of a German version of the Oswestry Disability Index. Part 1: cross-cultural adaptation, reliability, and validity. *European Spine Journal*, 15(1), 55–65.

- McCormick, J.D., Werner, B.C., & Shimer, A.L. (2013). Patient-reported Outcome Measures in Spine Surgery. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 21, 99–107.
- McGlothlin, A.E., & Lewis, R.J. (2014). Minimal Clinically Important Difference: Defining What Really Matters to Patients. *JAMA*, 312(13), 1342–1343.
- Mielck, A., Vogelmann, M., Schweikert, B., & Leidl, R. (2010). Gesundheitszustand bei Erwachsenen in Deutschland: Ergebnisse einer repräsentativen Befragung mit dem EuroQol 5D (EQ-5D). *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*, 72(8-9), 476–486.
- Miller, E.K., Neuman, B.J., Jain, A., Daniels, A.H., Ailon, T., Sciubba, D.M., et al. (2017). An assessment of frailty as a tool for risk stratification in adult spinal deformity surgery. *Neurosurgical Focus FOC*, 43(6), E3.
- Müller-Nordhorn, J., Roll, S., & Willich, S.N. (2004). Comparison of the short form (SF)-12 health status instrument with the SF-36 in patients with coronary heart disease. *Heart*, 90(5), 523.
- Neuhauser, H., Ellert, U., & Ziese, T. (2005). Chronische Rückenschmerzen in der Allgemeinbevölkerung in Deutschland 2002/2003: Prävalenz und besonders betroffene Bevölkerungsgruppen. *Gesundheitswesen*, 67(10), 685–693.
- Niskanen, R.O. (2002). The Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire a Two-Year Follow-Up of Spine Surgery Patients. *Scandinavian Journal of Surgery*, 91(2), 208–211.
- Nussbaum, E.S., Rockswold, G.L., Bergman, T.A., Erickson, D.L., & Seljeskog, E.L. (1995). Spinal tuberculosis: a diagnostic and management challenge. *Journal of neurosurgery*, 83(2), 243–247.
- Ostelo, R.W.J.G., & de Vet, H.C.W. (2005). Clinically important outcomes in low back pain. *Best practice & research. Clinical rheumatology*, 19(4), 593–607.
- Ostelo, R.W.J.G., Deyo, R.A., Stratford, P., Waddell, G., Croft, P., Korff, M. von, et al. (2008). Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: towards international consensus regarding minimal important change. *Spine*, 33(1), 90–94.
- Parai, C., Hägg, O., Lind, B., & Brisby, H. (2019). Follow-up of degenerative lumbar spine surgery—PROMs stabilize after 1 year: an equivalence study based on Swed spine data. *European Spine Journal*, 28(9), 2187–2197.
- Parker, S.L., Godil, S.S., Shau, D.N., Mendenhall, S.K., & McGirt, M.J. (2013). Assessment of the minimum clinically important difference in pain, disability, and quality of life after anterior cervical discectomy and fusion: clinical article. *Journal of neurosurgery. Spine*, 18(2), 154–160.
- Parker, S.L., Mendenhall, S.K., Shau, D.N., Adogwa, O., Anderson, W.N., Devin, C.J., et al. (2012). Minimum clinically important difference in pain, disability, and quality of life after neural decompression and fusion for same-level recurrent lumbar stenosis: understanding clinical versus statistical significance. *Journal of neurosurgery. Spine*, 16(5), 471–478.
- Paulino Pereira, N.R., Beks, R.B., Janssen, S.J., Harris, M.B., Hornicek, F.J., Ferrone, M.L., et al. (2016). Are allogeneic blood transfusions associated with decreased survival after surgical treatment for spinal metastases? *The Spine Journal*, 16(8), 951–961.
- Paulino Pereira, N.R., Ogink, P.T., Groot, O.Q., Ferrone, M.L., Hornicek, F.J., van Dijk, C.N., et al. (2019). Complications and reoperations after surgery for 647 patients with spine metastatic disease. *The Spine Journal*, 19(1), 144–156.
- Pengel, L.H.M., Herbert, R.D., Maher, C.G., & Refshauge, K.M. (2003). Acute low back pain: systematic review of its prognosis. *BMJ (Clinical research ed.)*, 327(7410), 323.
- Raspe, H., & Kohlmann, T. (1993). Kreuzschmerzen (3): Rückenschmerzen eine Epidemie unserer Tage? *Dtsch Arztebl International*, 90(44), A-2920-A-2925.

- Röhrig, B., Du Prel, J.-B., & Blettner, M. (2009). Study design in medical research: part 2 of a series on the evaluation of scientific publications. *Deutsches Arzteblatt international*, 106(11), 184–189.
- Roland, M., & Fairbank, J. (2000). The Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. *Spine*, 25(24), 3115–3124.
- Salk, R.H., Hyde, J.S., & Abramson, L.Y. (2017). Gender differences in depression in representative national samples: Meta-analyses of diagnoses and symptoms. *Psychological bulletin*, 143(8), 783–822.
- Sarkiss, C.A., Hersh, E.H., Ladner, T.R., Lee, N., Kothari, P., Lakomkin, N., et al. (2018). Risk Factors for Thirty-Day Morbidity and Mortality in Extradural Lumbar Spine Tumor Resection. *World Neurosurgery*, 114, e1101-e1106.
- Schimmel, J.J.P., Horsting, P.P., Kleuver, M. de, Wonders, G., & van Limbeek, J. (2010). Risk factors for deep surgical site infections after spinal fusion. *European Spine Journal*, 19(10), 1711–1719.
- Schmidt, C.O., & Kohlmann, T. (2007). Rückenschmerzen in Deutschland - ein epidemiologischer Überblick - 80-90 % der Deutschen sind im Laufe ihres Lebens betroffen. *Kliniker*, 36(12), 680–684.
- Schoenfeld, A.J., Reamer, E.N., Wynkoop, E.I., Choi, H., & Bono, C.M. (2015). Does Patient Sex Affect the Rate of Mortality and Complications After Spine Surgery? A Systematic Review. *Clinical orthopaedics and related research*, 473(8), 2479–2486.
- Schwill, C. (2021). Rückenschmerzen in der Hausarztpraxis : Der spezifische Rückenschmerz. *Der Internist*, 62(1), 34–46.
- Strøm, J., Bjerrum, M.B., Nielsen, C.V., Thisted, C.N., Nielsen, T.L., Laursen, M., et al. (2018). Anxiety and depression in spine surgery—a systematic integrative review. *The Spine Journal*, 18(7), 1272–1285.
- Strömqvist, F., Strömqvist, B., Jönsson, B., Gerdhem, P., & Karlsson, M.K. (2016). Predictive outcome factors in the young patient treated with lumbar disc herniation surgery. *Journal of Neurosurgery: Spine SPI*, 25(4), 448–455.
- Tan, T.-C., & Black, P.M. (2002). Sir Victor Horsley (1857-1916): pioneer of neurological surgery. *Neurosurgery*, 50(3), 607-11; discussion 611-2.
- Tarlov, A.R., Ware, John E., Jr, Greenfield, S., Nelson, E.C., Perrin, E., & Zubkoff, M. (1989). The Medical Outcomes Study: An Application of Methods for Monitoring the Results of Medical Care. *JAMA*, 262(7), 925–930.
- Walker, C.T., Kakarla, U.K., Chang, S.W., & Sonntag, V.K.H. (2019). History and advances in spinal neurosurgery. *Journal of Neurosurgery: Spine SPI*, 31(6), 775–785.
- Ware, J., Kosinski, M.M., & D. Keller, S. (1996). A 12-Item Short-Form Health Survey: Construction of Scales and Preliminary Tests of Reliability and Validity. *Medical care*, 34.
- Weinstein, J.N., Lurie, J.D., Tosteson, T.D., Skinner, J.S., Hanscom, B., Tosteson, A.N.A., et al. (2006). Surgical vs nonoperative treatment for lumbar disk herniation: the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) observational cohort. *JAMA*, 296(20), 2451–2459.
- Willhuber, G.C., Elizondo, C., & Slullitel, P. (2018). Analysis of Postoperative Complications in Spinal Surgery, Hospital Length of Stay, and Unplanned Readmission: Application of Dindo-Clavien Classification to Spine Surgery. *Global spine journal*.
- Witiw, C.D., Tetreault, L.A., Smieliauskas, F., Kopjar, B., Massicotte, E.M., & Fehlings, M.G. (2017). Surgery for degenerative cervical myelopathy: a patient-centered quality of life and health economic evaluation. *The Spine Journal*, 17(1), 15–25.
- Yoshida, G., Hasegawa, T., Yamato, Y., Kobayashi, S., Shin, O., Banno, T., et al. (2019). Minimum Clinically Important Differences in Oswestry Disability Index Domains and Their Impact on Adult Spinal Deformity Surgery. *Asian spine journal*, 13(1), 35–44.

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Patientengruppen im Zeitverlauf, eigene Darstellung	21
Abbildung 2: Altersverteilung der Patienten, eigene Darstellung	26
Abbildung 3: Hauptdiagnosen der Patienten, eigene Darstellung.....	26
Abbildung 4: Ergebnisse des ODI im Verlauf, eigene Darstellung	31
Abbildung 5: Ergebnisse der PCS des SF-12 im Verlauf, eigene Darstellung	32
Abbildung 6: Ergebnisse der MCS des SF-12 im Verlauf, eigene Darstellung.....	32
Abbildung 7: Rückenschmerzen auf der VAS im Verlauf, eigene Darstellung	33
Abbildung 8: Beinschmerzen auf der VAS im Verlauf, eigene Darstellung	33
Abbildung 9: Subjektive Lebensqualität auf der VAS im Verlauf, eigene Darstellung ..	34

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auswertungsschema des ODI nach Fairbank, et al., 1980, eigene Darstellung	24
Tabelle 2: Häufigkeit der Nebendiagnosen, eigene Darstellung	27
Tabelle 3: altersadjustierter Charlson-Komorbiditäts-Index, eigene Darstellung.....	28
Tabelle 4: multiple lineare Regression der Entwicklung des ODI zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung	36
Tabelle 5: multiple lineare Regression der Entwicklung der PCS des SF-12 zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem 2. Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung	38
Tabelle 6: multiple lineare Regression der Entwicklung der MCS des SF-12 zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem 2. Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung	41
Tabelle 7: multiple lineare Regression der Entwicklung des Rückenschmerzes auf der VAS zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem 2. Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung.....	43
Tabelle 8: multiple lineare Regression der Entwicklung des Beinschmerzes auf der VAS zwischen der präoperativen Befragung und dem 1. Follow-up bzw. der präoperativen Befragung und dem 2. Follow-up in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung.....	45
Tabelle 9: multiple lineare Regression der Entwicklung der subjektiven Lebensqualität auf der visuellen Analogskala zwischen den beiden Befragungen in Bezug auf verschiedene unabhängige Variablen, eigene Darstellung.....	47
Tabelle 10: Verteilung der Patienten hinsichtlich des MCID für den ODI, eigene Darstellung	53
Tabelle 11: Verteilung der Patienten hinsichtlich des MCID für die PCS des SF-12, eigene Darstellung.....	54

Tabelle 12: Verteilung der Patienten hinsichtlich des MCID für die MCS des SF-12, eigene Darstellung.....	55
Tabelle 13: Verteilung der Patienten hinsichtlich der Rückenschmerzen auf der VAS, eigene Darstellung.....	56
Tabelle 14: Verteilung der Patienten hinsichtlich der Beinschmerzen auf der VAS, eigene Darstellung.....	57
Tabelle 15: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung des ODI zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 4, eigene Darstellung	58
Tabelle 16: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der PCS des SF-12 zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 5, eigene Darstellung	59
Tabelle 17: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der MCS des SF-12 zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 6, eigene Darstellung	61
Tabelle 18: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der Rückenschmerzen auf der VAS zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 7, eigene Darstellung.....	62
Tabelle 19: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der Beinschmerzen auf der VAS zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 8, eigene Darstellung	63
Tabelle 20: statistisch signifikante Prädiktoren bezogen auf die Entwicklung der Lebensqualität auf der VAS zwischen den Befragungen, Auszug aus Tabelle 9, eigene Darstellung	65

10. Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen Menschen bedanken, die diese Arbeit möglich gemacht haben. Mein Dank gilt allen Patientinnen und Patienten, die sich zur Teilnahme an der Untersuchung bereit erklärt und an den Befragungen teilgenommen haben.

Namentlich bedanken möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. med. Jens Gempt für die Vergabe des Themas. Ein weiterer Dank geht an meine Betreuerin PD Dr. med. Nicole Lange, die insbesondere durch das Korrekturlesen geholfen hat. Ebenso gilt mein Dank meinem Mitdoktoranden Thomas für die gemeinsame Datenerhebung.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Eltern, die mir immer den Rücken gestärkt und an mich geglaubt haben. Mein besonderer Dank gilt Leander, der mich stets und in allen Lebenslagen unterstützt und diese Arbeit durch sein Feedback, seine fachkundige Unterstützung bei der Erstellung von Grafiken und seine Hilfe bei sämtlichen Softwareproblemen bereichert hat.