

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Fakultät für Medizin

**Risikofaktoren für Komplikationen bei Operationen an der Wirbelsäule**

Thomas Alois Peppino Stadtmüller

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktors der Zahnheilkunde**

genehmigten Dissertation.

Vorsitz:

Prof. Dr. Herbert Deppe

Prüfende/-r der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. Jens Gempt

2. Priv.-Doz. Dr. Florian Pohlig

Die Dissertation wurde am 02.09.2021 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 15.02.2022 angenommen.

***Mama Papa Caro  
gewidmet***

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Wirbelsäulenerkrankungen</i> .....	1
1.2 <i>Komplikationen</i> .....	2
1.2.1 Allgemein .....	2
1.2.2 Komplikationen bei Wirbelsäuleneingriffen .....	4
1.3 <i>Lebensqualität</i> .....	6
<b>2 Fragestellung .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Material und Methodik.....</b>	<b>9</b>
3.1 <i>Methodik</i> .....	9
3.2 <i>Patientenkollektiv</i> .....	11
3.2.1 Überblick.....	11
3.2.2 Einschlusskriterien .....	12
3.2.3 Ausschlusskriterien .....	12
3.3 <i>Erhobene Daten</i> .....	13
3.3.1 Patienten .....	13
3.3.2 Operation.....	15
3.3.3 Labordiagnostik .....	15
3.3.4 Anästhesie .....	17
3.3.5 Operatives neurologisches Ergebnis.....	17
3.3.6 Modifizierte Rankin-Skala .....	18
3.3.7 Karnofsky Performance Status .....	19
3.3.8 Aufenthalt und weiteren Behandlung .....	20
3.3.9 Komplikationen.....	20
3.3.10 Nebendiagnosen .....	21
3.3.11 Charlson-Komorbiditätsindex.....	22

3.4	<i>Fragebögen zur Lebensqualität</i> .....	24
3.4.1	Short Form - 12 Gesundheitsfragebogen (SF-12) .....	24
3.4.2	Oswestry Disability Index (ODI) .....	25
3.4.3	Visuelle Analogskala (VAS).....	26
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>27</b>
4.1	<i>Patientenpopulation</i> .....	27
4.2	<i>Chirurgische Maßnahmen</i> .....	31
4.3	<i>Komplikationen</i> .....	31
4.4	<i>Risikofaktoren</i> .....	33
4.4.1	Intraoperative Risikofaktoren.....	33
4.4.2	Postoperative Risikofaktoren .....	36
4.4.3	Risikofaktoren für Revisionsoperationen .....	43
4.4.4	Zusammenfassung der Risikofaktoren.....	46
4.5	<i>Lebensqualität</i> .....	47
4.5.1	SF-12-Auswertung .....	47
4.5.2	ODI-Auswertung .....	48
4.5.3	VAS-Auswertung.....	49
4.5.4	Mortalität.....	50
4.5.5	Lebensqualität einzelner Untergruppen.....	50
<b>5</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse</b> .....	<b>55</b>
5.1	<i>Patientenspezifische Risikofaktoren</i> .....	55
5.1.1	Alter .....	55
5.1.2	Karnofsky Performance Status .....	57
5.1.3	Blutparameter .....	58
5.2	<i>Nebendiagnosen</i> .....	60
5.2.1	Vorhofflimmern .....	60
5.2.2	Tumor .....	61
5.2.3	Body Mass Index.....	63
5.3	<i>Chirurgische Maßnahmen</i> .....	64
5.3.1	Operationsdauer.....	64
5.3.2	Blutverlust .....	65
5.3.3	Dauer des Krankenhausaufenthalts und Entlassungsziel .....	66
5.4	<i>Limitationen</i> .....	67
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>68</b>

<b>7</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>69</b>
<b>8</b>	<b>Veröffentlichung von Teilergebnissen dieser Arbeit.....</b>	<b>70</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>71</b>
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>83</b>
10.1	<i>Anhang 1: Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF-12 .....</i>	<i>83</i>
10.2	<i>Anhang 2: ODI-Fragebogen.....</i>	<i>85</i>
10.3	<i>Anhang 3: Visuelle Analogskala .....</i>	<i>87</i>
<b>11</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>88</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Visuelle Analogskala am Beispiel Schmerzen .....	26
Abbildung 2: Übersicht der Hauptdiagnosen unterteilt nach Geschlecht.....	28
Abbildung 3: Odds Ratios für intraoperative Komplikationen mit Interquartilsabständen .....	35
Abbildung 4: Odds Ratio für postoperative Komplikationen mit Interquartilsabständen	38
Abbildung 5: Odds Ratio für Revisionseingriffe mit Interquartilsabständen .....	45
Abbildung 6: Zusammenfassung signifikanter Risikofaktoren .....	46
Abbildung 7: SF-12 Entwicklung: präoperativ, 3 Monate postoperativ, 12 Monate postoperativ, Median und Interquartilenabstand angegeben.....	47
Abbildung 8: ODI Entwicklung: präoperativ, 3 Monate postoperativ, 12 Monate postoperativ, Median und Interquartilenabstand angegeben.....	48
Abbildung 9: VAS in Bezug auf Rückenschmerzen .....	49
Abbildung 10: VAS in Bezug auf Lebensqualität .....	49
Abbildung 11: Todesursachen .....	50

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Softwares zur Datenerhebung und –verarbeitung .....	10
Tabelle 2: Patientenkollektiv .....	12
Tabelle 3: Blutnormwerte des MRI.....	16
Tabelle 4: Modifizierte Rankin-Skala (nach van Swieten, Koudstaal et al. 1988, Broderick, Adeoye et al. 2017) .....	18
Tabelle 5: Karnofsky Performance Status (nach Karnofsky and Burchenal 1949).....	19
Tabelle 6: Charlson-Komorbiditätsindex (nach Charlson, Pompei et al. 1987) .....	23
Tabelle 7: Interpretation des Oswestry Disability Score (nach Fairbank and Pynsent 2000) .....	25
Tabelle 8: Demografische und klinische Merkmale der Patienten .....	28
Tabelle 9: Hauptdiagnose Tumor nach ausgewählten Gruppen.....	29
Tabelle 10: Nebendiagnose Tumor nach ausgewählten Gruppen.....	30
Tabelle 11: Komplikationsraten nach Häufigkeit.....	32
Tabelle 12: Odds Ratio, Interquartilsabstände und p-Werte für Patienten Merkmale, Patienten Faktoren, Labordiagnostik und stationärer Behandlung bei intraoperativer Komplikation .....	34
Tabelle 13: Odds Ratio, Interquartilsabstände und p-Werte für Patienten Merkmale, Patienten Faktoren, Labordiagnostik und stationärer Behandlung bei postoperativer Komplikation .....	37
Tabelle 14: Alter nach ausgewählten Gruppen.....	39
Tabelle 15: postoperative Hämoglobin-Werte, Operationsdauer und Komplikationsraten .....	40
Tabelle 16: Dauer des Krankenhausaufenthalts verschiedener Gruppen .....	41
Tabelle 17: Komplikationsraten für Entlassungsziel .....	41
Tabelle 18: Komplikationsraten für Region und Navigation .....	42
Tabelle 19: Odds Ratio, Interquartilsabstände und p-Werte für Patienten Merkmale, Patienten Faktoren, Labordiagnostik und stationärer Behandlung bei Revisionsoperationen.....	44
Tabelle 20: Lebensqualität nach Grunderkrankungen .....	51
Tabelle 21: Lebensqualität nach weiteren Untergruppen .....	52
Tabelle 22: Lebensqualität nach Risikofaktoren Teil 1 .....	53
Tabelle 23: Lebensqualität nach Risikofaktoren Teil 2 .....	54

# Abkürzungsverzeichnis

<b>A</b>	AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
	ASA	American Society of Anesthesiologists
<b>B</b>	BMI	Body-Mass-Index
	BWS	Brustwirbelsäule
	bzw.	Beziehungsweise
<b>C</b>	CACI	Charlson-Age-Comorbidity-Index
	CCI	Charlson-Komorbiditätsindex
	CRP	C-reaktives Protein
	CT	Computertomografie
<b>D</b>	DC	Diagnosis Count
	dl	Deziliter
	DWG	Deutsche Wirbelsäulengesellschaft
<b>E</b>	EK	Erythrozytenkonzentrat
	ESA	European Society of Anesthesiology
<b>F</b>	FFP	Fresh Frozen Plasma
<b>G</b>	g	Gramm
	G	Giga
	GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
	Hb	Hämoglobin
<b>H</b>	HIM	Health Information Management
	HRST	Herzrhythmusstörung
	HWS	Halswirbelsäule
	IQR	Interquartile Range (englisch für Interquartilsabstand)
<b>K</b>	KHK	Koronare Herzkrankheit
	KPS	Karnofsky Performance Status
<b>L</b>	l	Liter
	LWS	Lendenwirbelsäule
<b>M</b>	MCS	Mental health component summary score
	mg	Milligramm
	min	Minuten
	ml	Milliliter
	mmol	Millimol
	MRI	Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München
	mRS	modifizierte Rankin-Skala
<b>N</b>	NYHA	New York Heart Association
<b>O</b>	ODI	Oswestry Disability Index
	OP	Operation
<b>P</b>	PCS	Physical health component summary score
	PPSB	Prothrombinkonzentrat
	PTT	Partielle Thromboplastinzeit
<b>R</b>	RR	Relativen Risiko
<b>S</b>	SD	Standardabweichung
	sec	Sekunde
	SF-12	Short Form-12 Gesundheitsfragebogen
	SSI	Surgical site infection (englisch für Infektionen der Operationsstelle)
<b>T</b>	T	Tera
	TK	Thrombozytenkonzentrat



<b>V</b>	VAS	Visuelle Analogskala
	VHF	Vorhofflimmern
<b>W</b>	WHO	World Health Organisation

Vorbemerkung zum Sprachgebrauch: Nach Artikel 3 Absatz 2 des Grundgesetzes sind Frauen und Männer gleichberechtigt. Um das Verständnis zu erleichtern, wird in der gesamten Arbeit für alle Personen- und Funktionsbezeichnungen die maskuline Form verwendet, wenngleich stets beide Geschlechter gemeint sind.

# 1 Einleitung

## 1.1 Wirbelsäulenerkrankungen

Die Wirbelsäule besteht aus 24 präsakralen Wirbeln, sieben Halswirbel, zwölf Brustwirbel und fünf Lendenwirbel, sowie zwei verknöcherten Abschnitten, dem Kreuzbein und dem Steißbein. Prinzipiell können in jedem dieser Abschnitte Wirbelsäulenerkrankungen auftreten. Die Deutsche Wirbelsäulengesellschaft (DWG) unterscheidet die folgenden fünf Hauptpathologien bzw. Entitäten (DWG 2017):

- Degenerative Erkrankungen
- Tumorerkrankungen
- Verletzungen
- Entzündliche und metabolische Erkrankungen
- Deformitäten

Degenerative Erkrankungen der Wirbelsäule sind eine der Hauptursachen für Rückenschmerzen und Radikulopathie. Zu ihnen zählen beispielsweise Bandscheibendegeneration, Bandscheibenvorfall oder -hernie, Spinalkanalstenose und Facettengelenkarthrose (Clarençon, Law-Ye et al. 2016).

Den Indikationen der meist degenerativ bedingten traditionell orthopädisch und neurochirurgisch geprägten elektiven Eingriffen stehen Frakturen und Instabilitäten der Wirbelsäule nach Trauma gegenüber. Verletzungen der Wirbelsäule kann man grob nach deren Ursache einteilen, zum Beispiel durch Krafteinwirkung infolge eines Traumas, singuläre Überbeanspruchung oder andauernde Überlastung. Eine Überlastung kann entweder über lange Zeiträume oder durch stark reduzierte Knochenqualität zu Schädigungen führen. Hier sind auch degenerative Veränderungen hinzu zu nehmen, welche pathologisch oder altersbedingt hervorgerufen werden können. (Bühren and Josten 2013)

Nicht nur degenerative Erkrankungen und Traumen können Schmerzen, radikuläre Symptome, neurologische Störungen, Instabilität der Wirbelsäule und Deformitäten verursachen, sondern auch Tumore (Thakur, Daniels et al. 2012). Neben wirbelsäuleneigenen Tumoren schätzen einige Studien, dass zwischen 20 bis 40% aller Krebspatienten im Verlauf ihrer Krankheit an Wirbelsäulenmetastasen leiden (Ortiz Gómez 1995, Walsh, Gokaslan et al. 1997). Laghari, Siddiqui et al. (2019) gehen davon aus, dass bei etwa 10% aller Patienten Wirbelsäulenmetastasen auftreten und dass Wirbelsäulenmetastasen zwei Drittel aller Fälle von Knochenmetastasen ausmachen. In den letzten Jahren ist zudem eine starke Zunahme bei der Versorgung älterer und geriatrischer Patienten zu erkennen. (Bühren and Josten 2013)

Es gibt verschiedene Schweregrade der Diagnose, die zu unterschiedlichen Einschränkungen der Bewegungsfreiheit, Paresen, Plegie oder Schmerzen führen und somit die Lebensqualität einschränken.

Diese lassen sich dreistufig in leichtere Monoverletzungen, komplexere Verletzungsformen und in der höchsten Stufe als schwerwiegende Traumen auch im Rahmen von Mehrfachverletzungen einteilen. (Bühren and Josten 2013)

## 1.2 Komplikationen

### 1.2.1 Allgemein

Jeder medizinische Eingriff birgt das Risiko einer Komplikation. Unter Risiko versteht man das Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schaden (Japp 2000).

Komplikationen sind die unerwünschte Folge eines ärztlichen Eingriffs (Staufer and Staufer 2015) und können intraoperativ, unmittelbar nach der Operation oder verzögert nach der Entlassung der Patienten auftreten. Sie können zu schwerer oder dauerhafter Morbidität führen, wenn sie nicht erkannt werden und unbehandelt bleiben (Guerin, El Fegoun et al. 2012, Lee, Konodi et al. 2012, Akins, Harris et al. 2015, Swann, Hoes et al. 2016, Hemmer 2018).

Man unterscheidet bei Komplikationen zwischen allgemeinen Risiken, die bei verschiedenen Eingriffen möglich sind wie zum Beispiel Wundheilungsstörungen oder Nachblutungen und eingriffsspezifischen Risiken (Schwenzer-Zimmerer, Schwenzer et al. 2008). Dabei verursachen Komplikationen meist eine Therapie oder machen eine Änderung der Therapie erforderlich.

Seit Beginn der Chirurgie gehört das Versterben des Patienten zu den negativsten Ausgängen, welche um jeden Fall verhindert werden sollen. Jedoch liegen zwischen dem komplikationsfreien perioperativen Verlauf und einem tödlichen Ausgang einer Operation eine Vielzahl von Möglichkeiten.

Die Europäische Gesellschaft für Anästhesiologie (englisch: European Society of Anesthesiology = ESA) beschreibt vier Säulen zur Beurteilung und Definition von unerwünschten Ereignissen bei Operationen. Hierzu zählen die individuellen unerwünschten Zwischenfälle (englisch: individual adverse event), kombinierte Maßzahlen (englisch: composite outcome measures), Gesundheitsmittelverwendung (englisch: healthcare resource use) und Lebensqualität (englisch: quality of life).

Individuelle unerwünschte Zwischenfälle treten meist als Folge einer Gewebeverletzung aufgrund einer Operation oder Anästhesie in Kombination mit dem Alter des Patienten, einer Gebrechlichkeit und einer komorbiden Erkrankung auf und nicht als Folge eines technischen Versagens oder eines medizinischen Fehlers. Beispiele hierfür sind Harnwegsinfekt, Pneumonie oder Wundinfektion. Unter kombinierten Maßzahlen werden bestimmte Kategorien, die eine Korrelation aufweisen, zusammengefasst, zum Beispiel der Zusammenhang zwischen leichter postoperativer Morbidität durch Immobilität oder Schmerzen. In der klinischen Wirksamkeitsforschung wird die Nutzung von Ressourcen im Gesundheitswesen zum Beispiel die Dauer des Krankenhausaufenthalts oder der Aufenthalt auf der Intensivstation verwendet.

Des Weiteren kann es nach einer Operation häufig zu einer Verschlechterung der Lebensqualität kommen, die für die Patienten und deren Heilung wichtig ist. Daten zur Lebensqualität stellen den Wert der Operation und jede perioperative Intervention in einen Kontext. (Jammer, Wickboldt et al. 2015)

Rampersaud et al. (2006) präsentierten ein Komplikationsbewertungssystem, das auf den klinischen Auswirkungen eines jeden Ereignisses und dem Einfluss dieser Auswirkungen auf die Dauer des Krankenhausaufenthalts basiert. Eine Komplikation wurde definiert als ein Zustand, der direkt oder indirekt aus einer chirurgischen Operation resultiert und die erwartete Genesung des Patienten verändert. Darüber hinaus stufen sie diese in geringfügig, moderat oder schwerwiegend ein. Kleinere Komplikationen erforderten wenig (1 Tag) oder keine Verlängerung der Aufenthaltsdauer bei minimaler oder keiner zusätzlichen Behandlung. Moderate Komplikationen erforderten eine Behandlung, verlängerten die Aufenthaltsdauer um 2 – 7 Tage und oder verursachten keine Langzeitfolgen ( $\leq 6$  Monate). Schwerwiegende Komplikationen erforderten erheblichen Behandlungsaufwand, verlängerten die Aufenthaltsdauer um mehr als 7 Tage und/oder verursachten Langzeitfolgen ( $\geq 6$  Monate).

In der medizinischen Praxis liegt es in der Verantwortung des Klinikers, das Risiko eines Verfahrens oder einer Medikation zu bewerten und mit dem potenziellen Nutzen zu vergleichen.

## 1.2.2 Komplikationen bei Wirbelsäuleneingriffen

Das Verständnis für Komplikationen ist ein wesentlicher Aspekt bei der Verbesserung der Resultate für den Patienten (Hacquebord, Cizik et al. 2013).

Zusätzlich zu seiner Bedeutung für die Patientensicherheit werden Risikofaktorinformationen wichtig, wenn Entscheidungsträger im Gesundheitswesen Qualitätsmaßstäbe implementieren und durchsetzen (Lee, Konodi et al. 2013).

Effektive Vergleiche zwischen verschiedenen Zentren und verschiedenen Verfahren sowie innerhalb eines bestimmten Zentrums zu verschiedenen Zeitpunkten erfordern eine standardisierte Methode zur Erfassung von Komplikationen (Patel, Bagan et al. 2007).

Nasser et al. (2010) haben versucht, innerhalb der veröffentlichten Literatur Komplikationsraten in der Wirbelsäulen Chirurgie zu identifizieren. Sie sammelten 105 relevante Artikel mit detaillierten Angaben zu 80 thorakolumbalen und 25 zervikalen Studien. In den Artikeln bestand kein Konsens hinsichtlich der Definition einer operativen Komplikation in der Wirbelsäulen Chirurgie. In ähnlicher Weise bestand zwischen den Artikeln wenig Übereinstimmung hinsichtlich der Relevanz medizinischer Komplikationen. Das grundlegendste Bewertungsschema unterteilt Komplikationen in Haupt- (englisch major) und Nebenkomplikationen (englisch minor) oder ob eine Komplikation vorhanden oder nichtvorhanden ist. In den überprüften Artikeln gab es keine allgemeine Übereinstimmung hinsichtlich der Definition des Schweregrads der Komplikation.

Einige Studien beziehen sich bei der Einteilung der Komplikationen auf verschiedene Organsysteme und teilen die Risikofaktoren in einzelne Kategorien wie kardial, pulmonal, gastrointestinal, neurologisch, hämatologisch oder urologisch ein (Lee, Konodi et al. 2012, Lee, Konodi et al. 2013). Andere wenden das Komorbiditätsprofil des Patienten und die Invasivität der Operation an (Lee, Cizik et al. 2014). Wieder andere untersuchen verschiedene Wirbelsäulenoperationen und stellen eine Korrelation zwischen verschiedenen Risikofaktoren und Komplikationen dar, um Prädiktoren herauszustellen. So identifizierten Schienfeld et al. (2011) ein erhöhtes Patientenalter und kontaminierte oder infizierte Wunden als unabhängige Prädiktoren für die Mortalität sowie erhöhtes Patientenalter, Herzerkrankungen, präoperative neurologische Anomalien, frühere Wundinfektionen, Kortikosteroidkonsum, Sepsis in der Anamnese, ein American Society of Anaesthesiologists Score (ASA) von größer 2 und verlängerte Operationszeiten als unabhängige Prädiktoren für die Entwicklung einer oder mehrerer Komplikationen.

Darüber hinaus werden für einzelne Verfahren Komplikationen und deren Risikofaktoren aufgezeigt, um diese mit Hilfe der präoperativen Bewertung und Eigenschaften von Patienten für eine Operation voraussagen zu können oder gegebenenfalls eine andere Therapieoption anzubieten oder Gewohnheiten des Patienten, die mit einem negativen Ausgang in Verbindung gebracht werden, vor Eingriffen zu ändern.

So konnte gezeigt werden, dass sich das Risiko für postoperative Komplikationen bei degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen und einer elektiven Fusion mit steigendem Body Mass Index (BMI) erhöht (Patel, Bagan et al. 2007).

Die lumbale Spinalstenose (LSS), eine häufige degenerative Erkrankung, die die Funktion der Lendenwirbelsäule und die Lebensqualität beeinträchtigt, kann sowohl chirurgisch als auch konservativ behandelt werden. Hier wurde eine Studie durchgeführt, um die Wirksamkeit der Operation mit der konservativen Behandlung zu vergleichen. Die Operationsgruppen zeigten nach einem Jahr bessere klinische Ergebnisse, obwohl sie in den ersten sechs Monaten nach der Behandlung keine signifikanten Unterschiede zu den konservativen Gruppen aufwiesen (Ma, Zhao et al. 2017). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Weinstein, Lurie et al. (2009) bei einem Vergleich zwischen chirurgischer und nichtoperativer Behandlung der lumbalen degenerativen Spondylolisthesis. Die operativ behandelte Kohorte zeigte nach vier Jahren eine wesentlich größere Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung. Eine weitere Studie, die sich mit Chirurgie versus verlängerter konservativer Behandlung von Ischias befasste, ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen nach 1, 2 und 5 Jahren (Lequin, Verbaan et al. 2013).

Bei Dekompression der Lendenwirbelsäule werden Duraverletzung, Wundinfektion, neues neurologisches Defizit, Hämatom, Lungenembolie, tiefe Venenthrombose oder Tod als häufige Komplikationen genannt, und es wurde berichtet, dass die Patienten, bei denen minimalinvasive Eingriffe durchgeführt wurden, niedrigere Komplikationsraten aufwiesen. Diese Informationen können bei der Aufklärung der Patienten und bei fundierten Entscheidungen hilfreich sein (Fu, Smith et al. 2010).

Bei lumbaler Dekompression und Arthrodesen bei älteren Patienten war die Hauptkomplikation eine Wundinfektion und die häufigste Nebenkomplikation eine Harnwegsinfektion. Die Komplikationsrate stieg mit zunehmendem Alter, erhöhtem Blutverlust, längerer Operationszeit und der Anzahl der operierten Höhen (Carreon, Puno et al. 2003).

Auf der anderen Seite gibt es einige Studien über die Auswirkung von Komplikationen auf die Kosten der Gesundheitsversorgung. Bei einer prospektiven Beurteilung von Komplikationen bei Wirbelsäulenchirurgie wurde festgestellt, dass sowohl kleinere als auch größere Komplikationen die Behandlungskosten erhöhen. Spezifische Komorbiditäten und perioperative Komplikationen bei Patienten sind mit einem signifikanten Anstieg der Gesamtkosten für die Versorgung der Gesellschaft verbunden (Whitmore, Stephen et al. 2012).

### 1.3 Lebensqualität

Wie im vorigen Kapitel beschrieben kann eine Komplikation zu einer Verschlechterung der Lebensqualität führen.

Der Begriff Lebensqualität wurde zunächst in den frühen 1930 Jahre durch Arthur Pigou in „*The Economics of Welfare*“ unter materiellen Gesichtspunkten geprägt (Pigou 1932). Somit ließ sich Lebensqualität damals in der sozialwissenschaftlichen Wohlfahrtsforschung durch die Bedingung zwischen einem bestimmten objektiven Lebensstandard und der subjektiven Bewertung der Zufriedenheit einer Bevölkerungsgruppe ableiten (Renneberg and Lippke 2006).

Eine weit komplexere Definition von Lebensqualität hat die World Health Organisation (WHO) dargestellt. Aus dem Englischen übersetzt ist sie eine *„subjektive Wahrnehmung einer Person über ihre Stellung im Leben in Relation zur Kultur und den Wertesystemen, in denen sie lebt und in Bezug auf ihre Ziele, Erwartungen, Maßstäbe und Anliegen. Es handelt sich um ein breites Konzept, das in komplexer Weise beeinflusst wird durch die körperliche Gesundheit einer Person, den psychischen Zustand, die sozialen Beziehungen, die persönlichen Überzeugungen und ihre Stellung zu den hervorstechenden Eigenschaften der Umwelt“* (WHO 1997).

Lebensqualität sind hier zusammengefasst physische, psychische und soziale sowie ökologische Aspekte unter subjektivem Wohlbefinden und Funktionsfähigkeiten.

Daraus folgt, dass es ein subjektiver Parameter ist, der sich aus der Selbstbeurteilung des Einzelnen ergibt (Bullinger 1995).

In der Forschung spricht man von „Gesundheitsbezogener Lebensqualität“, wenn dieses subjektive Wohlbefinden vermehrt in Situationen Beachtung findet, in denen man unter gesundheitlichen Einschränkungen leidet oder chronisch krank ist (Bullinger, Ravens-Sieberer et al. 2000).

Gesundheitsbezogene Lebensqualität beinhaltet vier bestimmende Bereiche (Schumacher, Klaiberg et al. 2003):

- erkrankungsbedingte physische Beschwerden
- psychische Verfassung im Sinne von emotionaler Befindlichkeit, allgemeines Wohlbefinden und Lebenszufriedenheit
- krankheitsbedingte funktionelle Einschränkungen in alltäglichen Lebensbereichen wie Beruf, Haushalt, und Freizeit
- Ausgestaltung zwischenmenschlicher Beziehungen und sozialer Interaktionen sowie krankheitsbedingte Einschränkungen in diesem Bereich.

Da es sich bei der Aussage um die subjektive Sicht des Individuums handelt, kann sie sich im Verlauf des Lebens und der Erkrankung ändern und sollte daher mit änderungssensitiven Parametern erfasst werden. Grundsätzlich soll sich die gesundheitsbezogene Lebensqualität im Wesentlichen auf die subjektive Sicht beziehen. Dennoch besteht die Möglichkeit über Fremdratingskalen die Lebensqualität durch Behandelnde oder Angehörige zu schätzen, falls sie als einzige Quelle zur Einschätzung dienen, zum Beispiel bei Kleinkindern oder dementen Patienten. (Renneberg and Lippke 2006)

Um den Gesamtzustand eines Patienten zu verstehen ist die gesundheitsbezogene Lebensqualität unerlässlich, da objektivierbare Parameter wie beispielsweise Labordiagnostik keinen ganzheitlichen Eindruck über die gesundheitliche Verfassung liefern. Zusammengefasst zeigt die gesundheitsbezogene Lebensqualität den Unterschied zwischen zwei Patienten mit derselben klinischen Problematik, aber unterschiedlichen Empfindungen ihrer Krankheit.



## 2 Fragestellung

Für die Behandlung von Wirbelsäulenerkrankungen stehen verschiedene chirurgische Ansätze zur Verfügung. Komplikationen können intraoperativ, unmittelbar nach der Operation oder postoperativ auftreten. Diese Komplikationen können zu schwerer oder sogar dauerhafter Morbidität führen, wenn sie unerkannt und unbehandelt bleiben (Guerin, El Fegoun et al. 2012, Lee, Konodi et al. 2012, Akins, Harris et al. 2015, Swann, Hoes et al. 2016, Hemmer 2018).

In der Literatur gibt es Studien, die den Zusammenhang zwischen verschiedenen Erkrankungen der Wirbelsäule und deren Komplikationen bzw. Operationsverfahren untersuchten wie zum Beispiel bei Tumoren und Metastasen an der Wirbelsäule (Clarke and Vrionis 2014, Igoumenou, Mavrogenis et al. 2020, Thomas, Hollstein et al. 2020) oder bei der lumbalen Fusion von Wirbelkörpern (Hijji, Narain et al. 2017, Li, Phan et al. 2017, Makanji, Schoenfeld et al. 2018).

Die Gesamtinzidenz von Komplikationen oder unerwünschten Ereignissen in der Wirbelsäulen Chirurgie ist jedoch unbekannt. Verfahren für verschiedene Regionen der Wirbelsäule (zervikal, thorakal und lumbal) und die Häufigkeit von Komplikationen für jede Region wurden berichtet, aber nicht verglichen.

Ziel in dieser Studie war es, die Relevanz an Risikofaktoren in Zusammenhang mit Komplikationen herauszustellen und die Komplikationshäufigkeit aus Sicht des Patienten zu bewerten und dessen Lebensqualität im Verlauf zu untersuchen. Dies soll etwaige Verbesserungen erleichtern und eine besser auf den individuellen Patienten und dessen Risikoprofil zugeschnittene Beratung ermöglichen.

Darüber hinaus sollte anhand dreier Fragebögen die Lebensqualität im Verlauf gezeigt werden.

## 3 Material und Methodik

### 3.1 Methodik

Dem Forschungsvorhaben wurde zu Beginn der Studie durch die zuständige Ethikkommission der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München (Vorsitzender Prof. Dr. Georg Schmidt) die Zustimmung erteilt (Ref: 205/18S). Sie entsprach somit den ethischen Standards der Deklaration von Helsinki (World Medical Association 2013).

Die Patienten wurden prospektiv anhand des Operationsplans und der klinikinternen SAP-Datenbank (SAP: Version 74) ausgewählt. Die relevanten Patienten wurden aufgesucht, ihre Zustimmung eingeholt und der erste Fragebogen persönlich durchgeführt. Diese Befragung fand während des stationären Aufenthaltes zur geplanten Operation statt. Nach 3 und 12 Monaten wurden die Follow-Up Fragebögen an die Patienten versendet. Diese wurden von den Patienten selbst ausgefüllt und zurückgeschickt. Falls nach einem Monat keine Antwort eintraf, wurden die Patienten telefonisch kontaktiert.

Nachfolgend wurden zu den ausgewählten Patienten die in Kapitel 3.3 beschriebenen Daten anhand der klinikinternen SAP-Datenbank (SAP: Version 74) erhoben. Diese wurden pseudonymisiert und in Microsoft Excel 2013 Version 15.0 gespeichert.

Statistische Analysen, einschließlich deskriptiver Datenanalysen, wurden mit R (Version 3.6.2 von R Core Team, [www.r-project.org](http://www.r-project.org)) durchgeführt. Assoziationen zwischen allen bewerteten binären Variablen wurden unter Verwendung von zweiseitig Chi-Quadrat- oder T-Tests für kategoriale bzw. kontinuierliche Variablen analysiert. Um mögliche Risikofaktoren für Ergebnisänderungen zu identifizieren wurde eine multivariaten logistische Regressionsanalyse durchgeführt. Für alle Analysen wurde ein Unterschied mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von weniger als 0,05 als statistisch signifikant angesehen. Odds ratio mit 95% Konfidenzintervall wurden berechnet. Deskriptive Statistiken für demografische Variablen wurden mit Mittelwerten und Standardabweichungen (SD) oder Medianen mit Interquartilsabstand erstellt.

Nachfolgend sind in Tabelle 1 die verwendete Software zur Datenerhebung und Weiterverarbeitung zusammengefasst.

Tabelle 1: Softwares zur Datenerhebung und –verarbeitung

<b>Beschreibung</b>	<b>Software</b>
Datenerfassung und Organisation	Microsoft® Excel für Mac, Version 16.36, 2020 (Excel, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA)
Klinik-Interne EDV von patientenbezogenen Daten	SAP Klinischer Arbeitsplatz MRI ® (SAP Hallbergmoos, Deutschland)
Programm zur Erfassung des Anästhesieprotokolles	QCare (Health Information Management GmbH, Bad Homburg, Germany)
Statistische Auswertung der Datensätze	R, Version 3.6.2 (A Language and Environment for Statistical Computing, R Core Team, R Foundation for Statistical Computing, www.r-project.org, Wien, Österreich)
Graphische Darstellung der Daten	R, Version 3.6.2 (A Language and Environment for Statistical Computing, R Core Team, R Foundation for Statistical Computing, www.r-project.org, Wien, Österreich)
	Microsoft® Excel für Mac Version 16.36, 2020 (Excel, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA)

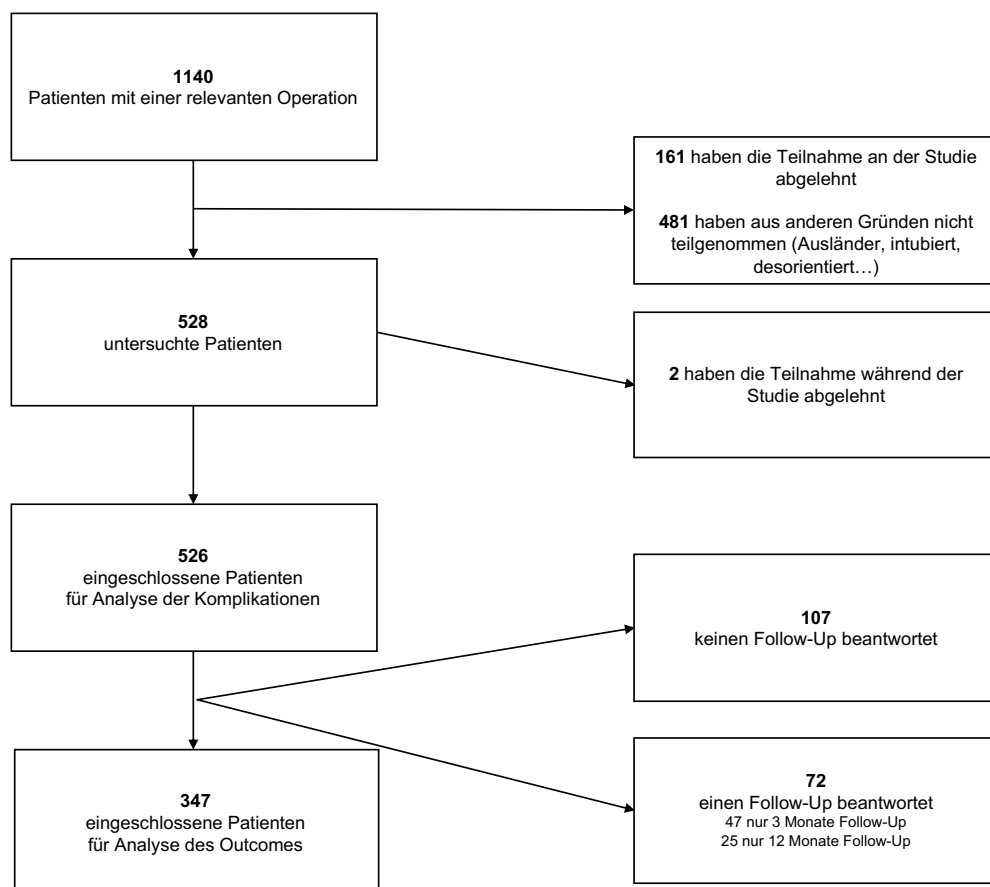
## 3.2 Patientenkollektiv

### 3.2.1 Überblick

In der zugrunde liegenden Studie wurden 526 Patienten, die sich von November 2017 bis November 2018 in der „Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik“ des „Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München“ (MRI) einer Operation an der Wirbelsäule unterzogen haben, erfasst.

Tabelle 2 zeigt, wie viele Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten an der Studie teilgenommen haben. Von den 1140 Patienten, die in dem Beobachtungszeitraum in der Neurochirurgie an der Wirbelsäule operiert wurden, füllten 528 den ersten Fragebogen aus. Die anderen Patienten haben die Teilnahme an der Studie abgelehnt (161) oder waren nicht in der Lage, zum Beispiel wegen Sprachbarriere, Desorientierung oder Intubation (481) nicht mitwirken. Von 528 erfüllten 526 Patienten das Kriterium einer Operation mit stationärem Aufenthalt und wurden zur Analyse der Komplikationen herangezogen. 347 füllten die Fragebögen zu allen drei Zeitpunkten aus (während des Aufenthalts, nach 3- bzw. 12 Monaten) und wurden zur Erhebung des Outcomes berücksichtigt. 47 Patienten vervollständigten die Fragebögen während des Aufenthalts und nach 3 Monaten. 25 nur die Fragebögen während des Aufenthalts und nach 12 Monaten.

Tabelle 2: Patientenkollektiv



### 3.2.2 Einschlusskriterien

In die Studie eingeschlossen wurden Patienten mit einer stationären Operation an der Wirbelsäule. Weiterhin erforderlich war die Einwilligungserklärung des Patienten zur Teilnahme an der Studie. Diese wurde in einem Aufklärungsgespräch eingeholt, indem der Patient die Zusage zur Studie auf einer Einverständniserklärung unterzeichnete.

### 3.2.3 Ausschlusskriterien

Patienten, bei denen sich eine Besserung einstellte und somit eine konservative Behandlung anschloss, die einer ambulanten Operation oder keiner Operation bedurften, konnten nicht in die Studie integriert werden. Eine fehlende Zustimmung der Patienten zur Teilnahme an der Studie führte selbstverständlich auch zum Ausschluss. Ausgeschlossen wurden ferner Desorientierte oder Patienten mit gestörter Vigilanz, sowie einer Sprachbarriere oder Patienten, die im nicht deutschsprachigen Ausland wohnten. Darüber hinaus Schwangere, da sie nicht operiert werden können und Kinder bis 12 Jahren.

### 3.3 Erhobene Daten

In die Datenerhebung gingen die Patientenakte, Anamnesebögen, Operationsberichte, Arztbriefe, sowie Laborwerte, Narkoseprotokolle und histologische Befunde ein.

#### 3.3.1 Patienten

Die Patienten wurden anhand der Anamnese nach Geschlecht (männlich, weiblich) eingeteilt, und das Alter zum Operationstermin wurde erfasst. Um den Body-Mass-Index (BMI) zu errechnen, wurde die Größe in Meter und das Gewicht in Kilogramm notiert (BMI = Gewicht in Kilogramm geteilt durch die Größe in Meter quadriert).

Darüber hinaus wurden die Grunderkrankungen der Patienten in der zugrundeliegenden Studie an die Einteilung der DWG, wie in Kapitel 1.1 erläutert, angelehnt wie folgt eingeteilt:

- Degenerative Erkrankung
  - Bandscheibenvorfall
  - Spinalkanalstenose
  - Facettengelenkszyste
  - Spondylolisthese degenerativ
  - Anschlussdegeneration nach einer bereits erfolgten Operation
  - Neuroforamenstenose
- Tumorerkrankungen
  - Primär gutartig
  - Primär bösartig
  - Andere
  - Metastase
- Deformität
  - Skoliose
  - Kyphose

- Verletzungen (Fraktur /Trauma/Pathologische Genese)
  - C0 (Condylär)
  - C0/C1 Instabilität
  - C1
  - C1/C2 Instabilität
  - C2 Densfraktur Typ I
  - C2 Densfraktur Typ II
  - C2 Densfraktur Typ III
  - Fraktur C3-C7
  - Fraktur Th1-L5/S1
  - Sakrumfraktur
  - Andere / diskoligamentäre Verletzung
- Entzündliche und metabolische Erkrankungen
  - Spondylodiszitis
- Reoperation
  - Wundinfektion
  - Komplikation

### 3.3.2 Operation

An Hand der OP-Berichte wurde erfasst, ob ein Eingriff oder mehrere geplant wurden. Darüber hinaus wurden der Operationsbeginn und die Operationsdauer, ob es eine elektive Behandlung oder ein Notfall (operative Versorgung innerhalb von 24 Stunden) gewesen ist, operierte Höhen und Lokalisation des Eingriffs (LWS, BWS, HWS), Instrumentierung, Zementierung, Anzahl der Operateure und Navigation (O-Arm, Arcadis, freehand, region matching, intra-OP Computertomographie) berücksichtigt. Unter der Navigation mittels O-Arm versteht man eine mobile Computertomographie (CT), ein Intra-OP CT ist ein in den Operationssaal fest integriertes CT und Arcadis ist ein mobiler C-Bogen. Mittels Region matching werden bestimmter Referenzpunkte am Knochen in die Software übertragen und mit präoperativer Bildgebung abgeglichen. Bei Freehand wurde keine Navigation verwendet.

Aus der Anamnese wurde abgeleitet, ob bereits eine vorherige Wirbelsäulen-OP stattgefunden hatte und ob dieselben Höhen operiert wurden, die Anzahl der Höhen, Lokalisation und die Zeit in Monaten zu bereits stattgefundenen Operationen.

Falls sich der Patient in dem Untersuchungszeitraum nochmals einem Eingriff an der Wirbelsäule mit einem anderen oder neuen Beschwerdebild unterziehen musste, wurde dies ebenfalls vermerkt.

### 3.3.3 Labordiagnostik

Durch die Labordiagnostik wurden aus den Blutuntersuchungen der Patienten vor der Operation Elektrolytstörungen (keine, Hyponatriämie, Hypernatriämie, Hypokaliämie, Hyperkaliämie) und die Werte für Kreatinin, glomeruläre Filtrationsrate (GFR), C-reaktives Protein (CRP), Quick-Wert, partielle Thromboplastinzeit (PTT) und Thrombozyten-Anzahl erfasst.

Tabelle 3 gibt einen Überblick der Normwerte für die einzelnen Blutbestandteile.

Die Werte für Hämoglobin (Hb) wurden vor und nach der OP aus dem jeweiligen Blutbild entnommen und der niedrigste Hb-Wert während der OP aus dem Narkoseprotokoll, welches in Kapitel 3.3.4 näher beschrieben wird.



## Hämoglobin

Als Hämoglobin bezeichnet man den eisenhaltigen roten Blutfarbstoff in den Erythrozyten. Es ermöglicht im Blutkreislauf den Sauerstoff-Transport im Körper (Huehns and Shooter 1965). In der Labordiagnostik dient er zum Aufspüren von Anämien und Polyglobulien.

Im MRI liegt der Normwert für den Hämoglobinspiegel für beide Geschlechter bei 14 - 18 g/dl.

Tabelle 3: Blutnormwerte des MRI

Blutbestandteil	Einheit	Normbereich
<b>Serumchemie</b>		
Natrium	mmol/l	135 - 145
Kalium	mmol/l	3,5 - 5,0
Kreatinin	mg/dl	0,7 - 1,3
GFR	ml/min	> 90
CRP	mg/dl	< 0,5
<b>Gerinnung</b>		
QUICK-Wert	%	70 - 120
PTT	sec	26 - 37
<b>Hämatologie</b>		
Leukozyten	G/l	4,0 - 9,0
Erythrozyten	T/l	4,5 - 6,0
Hämoglobin	g/dl	14-18
Hämatokrit	%	40 - 48
Thrombozyten	G/l	150 - 450
GFR: glomeruläre Filtrationsrate		l: Liter
CRP: C-reaktives Protein		ml: Milliliter
PTT: partielle Thromboplastinzeit		min: Minute
mg: Milligramm		sec: Sekunde
dl: Deziliter		T: Tera
g: Gramm		G: Giga
mmol: Millimol		

### 3.3.4 Anästhesie

Das Narkoseprotokoll, welches mit dem Programm QCare ANÄSTHESIE der Firma Health Information Management (HIM, Bad Homburg, Germany) erstellt wurde, dokumentiert den Narkoseverlauf vor, während und nach der Narkose. Zusätzlich gibt es Auskunft über Prämedikation, Einleitung und Aufrechterhaltung der Narkose sowie anästhesie- und operationsspezifische Daten und Vitalwerte. Ebenfalls zeigt es anästhesierelevante Maßnahmen und Materialien.

Aus den Anästhesieprotokollen wurden, wie in Kapitel 3.3.3 beschrieben, der niedrigste Hb-Wert während der OP festgehalten. Außerdem wurde der American Society of Anesthesiologists Score (ASA Score), Blutverlust in Milliliter, die Anzahl der Gabe von Erythrozytenkonzentraten (EK), gefrorenen Frischplasma (englisch: Fresh Frozen Plasma = FFP), Thrombozytenkonzentraten (TK), Fibrinogen, Prothrombinkonzentraten (PPSB), Tranexamsäure und Albumin abgelesen und dokumentiert. Ebenfalls wurde erfasst, ob eine Hypotonie während der OP (<70 mmHg systolischer Blutdruck) oder ein Kardiologisches Konsil vor der OP stattgefunden hatte.

### 3.3.5 Operatives neurologisches Ergebnis

Zur Einschätzung des neurologischen Outcomes der Operation an der Wirbelsäule wurde bei Patienten erfragt, ob sich eine Verbesserung durch die OP eingestellt hat und ob Paresen vor und/oder nach der OP vorhanden waren.

Darüber hinaus wurden die Bein- und Rückenschmerzen anhand einer visuellen Analogskala (VAS), siehe Kapitel 3.4.3, erfasst, um diese auch in den Nachuntersuchungsfragebögen, siehe Kapitel 3.4, in einen zeitlichen Verlauf setzen zu können. Des Weiteren wurden die modifizierte Rankin-Skala (mRS) und der Karnofsky Performance Status (KPS), wie in den folgenden Kapiteln beschrieben, erhoben.

### 3.3.6 Modifizierte Rankin-Skala

Die Rankin-Skala ist eine Skala, die das Ausmaß der Behinderung nach einem Schlaganfall beschreibt (Rankin 1957). Sie kann aber auch im Rahmen der medizinischen Qualitätssicherung und zur Beschreibung neurologischer Beeinträchtigung herangezogen werden (Broderick, Adeoye et al. 2017).

Tabelle 4 zeigt die mRS Skala von 0 (Keine Symptome) bis 6 (Tod).

Die mRS wurde sowohl präoperativ als auch postoperativ während des stationären Aufenthaltes erhoben, um das Operationsergebnis zu validieren.

*Tabelle 4: Modifizierte Rankin-Skala (nach van Swieten, Koudstaal et al. 1988, Broderick, Adeoye et al. 2017)*

modifizierte Rankin-Skala	
0	Keine Symptome
1	Kann trotz gewisser Symptome Alltagsaktivitäten verrichten Keine relevante Beeinträchtigung
2	Kann sich ohne Hilfe versorgen, ist aber im Alltag eingeschränkt Leichte Beeinträchtigung
3	Benötigt Hilfe im Alltag, kann aber ohne Hilfe gehen Mittelschwere Beeinträchtigung
4	Benötigt Hilfe bei der Körperpflege, kann nicht ohne Hilfe gehen Höhergradige Beeinträchtigung
5	Bettlägerig, inkontinent, benötigt ständige pflegerische Hilfe Schwere Behinderung
6	Tod

### 3.3.7 Karnofsky Performance Status

Der Karnofsky Performance Status (KPS) ist eine weit verbreitete Methode zur Beurteilung des Funktionsstatus eines Patienten. Er wird durch eine elfstufige Skala von 100% (keine Beschwerden, keine Symptome) bis 0% (Tod) beschrieben und die Einteilung erfolgt in Intervallen von je 10 Punkten, welche in Tabelle 5 aufgezeigt werden. (Karnofsky and Burchenal 1949)

Der KPS wurde sowohl präoperativ als auch postoperativ während des stationären Aufenthaltes erhoben, um das Operationsergebnis zu validieren.

Tabelle 5: Karnofsky Performance Status (nach Karnofsky and Burchenal 1949)

Karnofsky Performance Status Skala	
100%	Normalzustand, keine Beschwerden, keine Symptome
90%	Normale Leistungsfähigkeit, kaum oder geringe Symptome
80%	Normale Leistungsfähigkeit mit Anstrengung möglich, deutliche Symptome
70%	Eingeschränkte Leistungsfähigkeit, arbeitsunfähig, kann sich selbst versorgen
60%	Einige Hilfestellung nötig, selbständig in den meisten Bereichen
50%	Hilfe und medizinische Versorgung wird oft in Anspruch genommen
40%	Behindert, qualifizierte Hilfe benötigt
30%	Schwerbehindert, Hospitalisation erforderlich
20%	Schwerkranke, intensive medizinische Maßnahmen erforderlich
10%	Moribund, unaufhaltsamer körperlicher Verfall
0%	Tod

### 3.3.8 Aufenthalt und weiteren Behandlung

Aus den Arztbriefen wurde die stationäre Aufenthaltsdauer in Tagen und gegebenenfalls die Tage auf der Intensivstation und das Entlassungsziel (nach Hause, Rehabilitation, externes Krankenhaus, verstorben) abgelesen und dokumentiert. Falls im Untersuchungszeitraum der Patient verstorben ist oder palliativ verlegt wurde, wurde dies ebenfalls erfasst.

### 3.3.9 Komplikationen

Die Komplikationen wurden in intra- und postoperative eingeteilt und entweder aus dem OP-Bericht oder dem Arztbrief erlesen. Neben der Komplikationsart wurden noch der Zeitpunkt der postoperativen Komplikation (während des stationären Aufenthalts oder nach der Entlassung) erfasst. Falls es zu einer operativen Revision kam, wurden die Tage bis zur Revision und eventuell die Tage nach Entlassung berechnet.

Die einzelnen Kategorien wurden im Nachgang bestimmt, damit alle Komplikationen, die in der Neurologie des MRI auftraten, abgebildet werden konnten.

Die intraoperativen Komplikationen wurden in folgende Kategorien eingeteilt:

- Verletzung der Arteria Vertebralis
- Duraläsion
- OP Abbruch aufgrund von kardiopulmonaler Instabilität des Patienten
- Nervenwurzelläsion (Rhizotomie)
- Zementaustritt

Die postoperativen Komplikationen wurden in folgende Kategorien eingeteilt:

- Chirurgischer Art
  - Nachblutung
  - Wundheilungsstörung
  - Liquorleck
  - Motorisches Defizit
  - Schraubenfehlposition
  - Abzess / Spondylodiszitis
  - Neue Dysästhesie
  - Neue Rückenschmerzen
  - Materialfehler
  - Neue Beinschmerzen
  - Persistente Stenose

- Systemischer Art
  - Harnwegsinfekt
  - Blutstrominfekt
  - Pneumonie
  - Lungenarterienembolie
  - Niereninsuffizienz
  - Kardiale Komplikation
  - Dysphagie
  - Psychiatrische Störung
  - Andere, wie zum Beispiel Durchgangssyndrom, Ileus oder Gerinnungsstörungen

### 3.3.10 Nebendiagnosen

Die Nebendiagnosen wurden in Anlehnung an den Begriff Komorbidität eingeteilt. Dabei gibt es zusätzliche Begleiterkrankungen zu einer dominanten Hauptdiagnose, die den therapeutischen Schwerpunkt bildet (Feinstein 1970).

Zu den Begleiterkrankungen, die für die Berechnung des Charlson-Komorbiditätsindex, wie in Kapitel 3.3.11 beschrieben, verwendet wurden, kam noch ein ungewichteter Summenindex, der Diagnosis Count (DC) hinzu (Martínez-Velilla, Cambra-Contin et al. 2014). Er summiert die Nebendiagnosen auf, um eine Risikoeinschätzung der Mortalität zu erhalten (Melfi, Holleman et al. 1995). In der vorliegenden Studie wurden folgende Erkrankungen, die bei einem Patienten zum Aufnahmezeitpunkt vorlagen, für die Berechnung des DC gewertet: Parkinson, Depression, arterielle Hypertonie, Koronare Herzkrankheit (KHK), Vorhofflimmern (VHF), Herzrhythmusstörung (HRST), New York Heart Association (NYHA) Grad III-IV, Nikotinabusus, Alkoholabusus, Hypercholesterinämie, Hypothyreose, Hyperthyreose, ob der Patient einen Herzschrittmacher besitzt und ob er unter Antikoagulation ist (keine, Thrombozytenaggregationshemmer (z.B. Acetylsalicylsäure, Clopidogrel), Vitamin-K-Antagonisten (z.B. Marcumar), NOAKS (z.B. Xarelto, Eliquis)). Aus dem OP-Bericht wurde erlesen, ob die OP unter Antikoagulation stattgefunden hat.

### 3.3.11 Charlson-Komorbiditätsindex

Der Charlson-Komorbiditätsindex (CCI) ist ein gewichteter Summenscore, der zur Beurteilung der Mortalität von Patienten mit bestimmten Grunderkrankungen dient. Hierbei werden insgesamt 19 Erkrankungen bewertet, wobei eine Gewichtung sowohl die Schwere als auch die Anzahl der Begleiterkrankungen einschließt. Diese Punktwerte werden nach dem relativen Risiko (RR), an der Komorbidität innerhalb eines Jahres zu versterben, eingeteilt (Charlson, Pompei et al. 1987).

Tabelle 6 zeigt die Krankheiten, die zur Berechnung des CCI mit unterschiedlicher Gewichtung und des dazugehörigen RR beitragen.

Indem man den CCI um den Faktor „Alter“ modifiziert, erhält man den Charlson Age Comorbidity Index (CACI). Hierbei wird ab dem 50. Lebensjahr pro Dekade des Lebensalters ein Punkt addiert, zum Beispiel 50 Jahre 1 Punkt, und 60 Jahre 2 Punkte (Charlson, Szatrowski et al. 1994).

Der CCI wurde zum Zeitpunkt der zugrundeliegende OP basierend auf der Krankengeschichte berechnet.

Tabelle 6: Charlson-Komorbiditätsindex (nach Charlson, Pompei et al. 1987)

Charlson-Komorbiditätsindex		
Punkte	Relatives Risiko	Krankheit
1	$\geq 1,2 - \leq 1,5$	Herzinfarkt
		Systolische Herzinsuffizienz
		Periphere arterielle Verschlusskrankheit
		Zerebrovaskuläre Erkrankung
		Demenz
		Chronische Lungenerkrankung
		Kollagenose
		Gastroduodenale Ulkuskrankheit
		Leichte Lebererkrankung (chronische Hepatitis oder Leberzirrhose ohne portale Hypertonie)
		Diabetes mellitus ohne Endorganschäden
2	$\geq 1,5 - \leq 2,5$	Hemiplegie
		Moderate bis schwerer Nierenerkrankung (Dialysepflichtigkeit, Z.n. Nierentransplantation, Urämie oder Kreatinin > 3 mg/dl)
		Diabetes mellitus mit Endorganschaden
		Tumorerkrankung
		Leukämie
		Lymphom
3	$\geq 2,5 - \leq 3,5$	Moderate bis schwere Lebererkrankung (Leberzirrhose mit portaler Hypertonie bzw. Varizenblutung in der Anamnese)
6	$\geq 6$	Metastasierender solider Tumor
		AIDS (Acquired Immunodeficiency Syndrome)



### 3.4 Fragebögen zur Lebensqualität

Zur Einschätzung der Lebensqualität der Patienten und dem Vergleich zwischen prä- und postoperativer Situation wurden Short Form-12 Gesundheitsfragebögen, Oswestry Disability Index und Visuelle Analogskalen zur Messung von Schmerzen und der Lebensqualität ausgewertet.

#### 3.4.1 Short Form - 12 Gesundheitsfragebogen (SF-12)

Der Short Form (SF)-12 ist ein Gesundheitsfragebogen der allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Ware, Kosinski et al. 1996). Er ist die Kurzform des SF-36, wobei die ursprünglichen 36 Fragen des SF-36 auf 12 des SF-12 reduziert wurden. Dieser besitzt eine ausreichende Reliabilität und Validität und beinhaltet jeweils mindestens eine Frage zu den folgenden Themen des SF-36 (Bullinger and Kirchberger 1998):

- Allgemeine Gesundheitswahrnehmung – 1 Frage
- Physische Gesundheit – 2 Fragen
- Eingeschränkte physisch-bedingte Rollenfunktion – 2 Fragen
- Körperliche Schmerzen – 1 Frage
- Vitalität – 1 Frage
- Mentale Gesundheit – 2 Fragen
- Eingeschränkte emotional-bedingte Rollenfunktion – 2 Fragen
- Soziale Funktionsfähigkeit – 1 Frage

Die Ergebnisse der 12 Fragen werden jeweils für eine körperliche (englisch: physical health component summary score = PCS) und eine psychische (englisch: mental health component summary score = MCS) Summenskala zusammengefasst und mit Punkten zwischen 0 und 100 bewertet. Dabei bedeutet ein hoher Punktwert eine hohe Lebensqualität, ein niedriger entsprechend eine geringe Lebensqualität. Mit Hilfe der gewonnenen Vergleichswerte lassen sich die beiden Summenskalen zum Beispiel nach Krankheitsbildern oder Altersgruppen evaluieren. (Ware, Kosinski et al. 1998)

Der SF-12 wurde sowohl präoperativ als auch postoperativ nach drei und zwölf Monaten erfragt und ist im Anhang 1 zu finden.

### 3.4.2 Oswestry Disability Index (ODI)

Der Oswestry Disability Index (ODI) beurteilt den funktionellen Status sowie die Lebensqualitätseinschränkung von Patienten mit Rückenschmerzen. Der Index fragt dabei Funktionseinschränkungen bei verschiedenen Tätigkeiten des täglichen Lebens ab, welche in die Kategorien „Schmerzintensität“, „Körperpflege“, „Heben“, „Gehen“, „Sitzen“, „Stehen“, „Schlafen“, „Sexualleben“, „Sozialleben“ und „Reisen“ aufgeteilt sind. Es werden dem Patienten sechs Aussagen vorgegeben, die verschiedene mögliche Szenarien beschreiben. Der Patient wählt die Aussage, die seine heutige Situation am besten beschreibt. Jede Frage wird auf einer Skala von 0 bis 5 bewertet, wobei die erste Aussage 0 ist und die geringste Behinderung angibt, und die letzte Aussage 5, welche die schwerste Behinderung anzeigt. Aus den angegebenen Punkten wird die Summe gebildet, die dann durch den Maximalwert (50 Punkte) geteilt wird und mit 100 multipliziert, um ein Ergebnis in Prozentpunkten zu erhalten. Falls eine Frage unbeantwortet bleibt, sinkt der Maximalwert entsprechend um 5 Punkte (auf dann 45) und der Score kann normal ausgewertet werden. (Fairbank, Couper et al. 1980)

In Tabelle 7 ist die Interpretation des ODI-Scores aufgelistet.

Die von Mannion et al. entwickelte deutsche Version kennzeichnet eine hohe Validität und Reliabilität (Mannion, Junge et al. 2006, Mannion, Junge et al. 2006).

Der ODI wurde sowohl präoperativ als auch postoperativ nach drei und zwölf Monaten erfragt und ist im Anhang 2 zu finden.

*Tabelle 7: Interpretation des Oswestry Disability Score (nach Fairbank and Pynsent 2000)*

Interpretation des ODI-Scores	
0 – 20%	Leichtgradige Behinderung
20 – 40%	Mittelgradige Behinderung
40 – 60%	Starke Behinderung
60 – 80%	Invalidisierend
80 – 100%	Bettlägerig oder funktionelle Störung

### 3.4.3 Visuelle Analogskala (VAS)

Die Visuelle Analogskala (VAS) ist eine Skala zur Messung vor allem subjektiver Zustände.

Meistens handelt es sich um eine Linie, deren Endpunkte extreme Zustände darstellen, wie am Beispiel Schmerzen mit „Kein Schmerz“ und „Stärkste vorstellbare Schmerzen“. Der Patient markiert seine subjektive Empfindung durch eine Kennzeichnung auf der Linie. Der angegebene Wert wird dann bei der Auswertung als Prozentzahl oder mittels einer definierten Skala quantifiziert. In den verwendeten Fragebögen wurde eine kombinierte visuelle – Smiley – Schmerzskala angewandt, siehe Abbildung 1. Diese reicht vom lachenden Smiley bzw. „Keine Schmerzen“ bis zum traurigen Smiley bzw. „Stärkste vorstellbare Schmerzen“. Hiermit wurden die Schmerzen für „Rücken“, „Bein links“ und „Bein rechts“ erfasst.

Die VAS zur Erfassung des Schweregrads von Schmerzen zeigt eine hohe Sensitivität (Breivik, Bjornsson et al. 2000).

Darüber hinaus wurde die VAS auch für die Erfragung der Lebensqualität verwendet mit den Endpunkten „Maximale Lebensqualität“ und „Keine Lebensqualität“.

Die VAS-Skala wurde sowohl präoperativ als auch postoperativ nach drei und zwölf Monaten erfragt und ist im Anhang 3 zu finden.

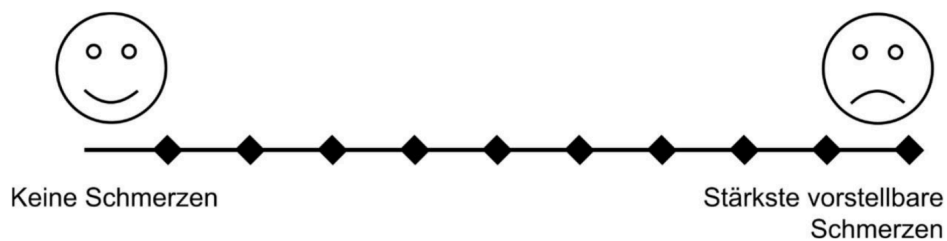


Abbildung 1: Visuelle Analogskala am Beispiel Schmerzen

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Patientenpopulation

Zwischen November 2017 und November 2018 haben sich in der „Neurochirurgische Klinik und Poliklinik“ des MRI 1140 Patienten wegen verschiedenen Pathologien einer Wirbelsäulenoperation unterzogen. Davon wurden 526 Patienten (292 Männer, 234 Frauen) in diese Studie aufgenommen, um mögliche Komplikationen zu analysieren. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 67 Jahre (Bereich 13 bis 96 Jahre).

In Bezug auf die allgemeine Konstitution zeigte sich, dass das Patientenkollektiv um einen mittleren BMI von 27 (Bereich 12 bis 52) leicht übergewichtig war. Der mittlere ASA-Wert betrug 2, was eine moderate, aber eindeutige systemische Störung widerspiegelt. Die mittlere Nebendiagnosenanzahl des Diagnosis Count betrug 2 (Bereich 0 bis 12) und der mittlere CCI 2 (Bereich 0 bis 17). Dies weist auf eine 10-Jahres-Mortalität von 48% hin. Der CACI betrug im Median 4,0 (IQR = 3 - 6).

16% waren Raucher, 15% gaben Alkoholabusus (täglich) an. In Bezug auf Co-Medikamente erhielten 30% Antikoagulanzen, die bei 9% perioperativ fortgesetzt wurden.

Die demografischen und klinischen Merkmale sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Demografische und klinische Merkmale der Patienten

<b>Alter in Jahre (Median, Bereich)</b>	67	13-96
<b>Geschlecht (Anzahl, Prozent)</b>		
Weiblich	234	44%
Männlich	292	56%
<b>Hauptdiagnose (Anzahl, Prozent)</b>		
Degenerative Erkrankung	258	49%
Tumorerkrankung	84	16%
Fraktur / Trauma	70	13%
Infektion	48	9%
Pathologische Fraktur	39	7%
Reoperation	14	3%
Andere	13	2%
Deformität	0	0
Chiari	0	0
<b>Komorbiditäten (Anzahl, Prozent)</b>		
Hypertonus	227	43%
Diabetes	80	15%
Raucher	83	16%
Alkoholabusus	78	15%
Metastasenbildender Tumor	87	17%
Antikoagulante Medikation	160	30%
<b>Region</b>		
LWS		51,7%
BWS		11,4%
HWS		22,1%
LWS; BWS		9,3%
BWS; HWS		4,9%
LWS; BWS; HWS		0,2%
LWS: Lendenwirbelsäule		
BWS: Brustwirbelsäule		
HWS: Halswirbelsäule		

Die Hauptdiagnosen, die zu einer Operation führten, waren mit 49% degenerative Erkrankungen, 16% Tumore, 13% Frakturen oder Traumen, 9% Infektionen, 7% pathologische Frakturen, bei 3% Reoperationen und bei 2% andere.

In Abbildung 2 sind diese nach Geschlecht unterteilt.

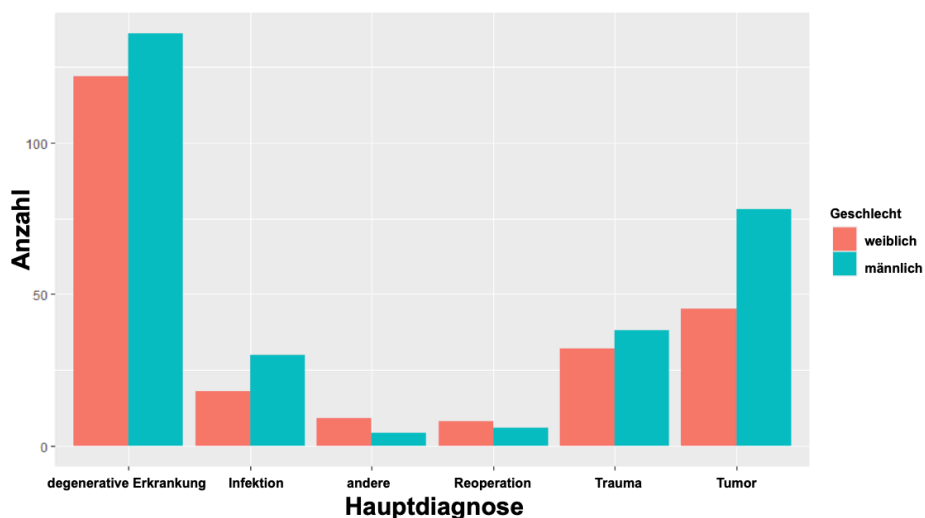


Abbildung 2: Übersicht der Hauptdiagnosen unterteilt nach Geschlecht

Tabelle 9 gibt zur Hauptdiagnose „Tumor“ eine Übersicht ausgewählter Gruppen in Hinblick auf Geschlecht, Art des Tumors, ob der Patient verstorben ist oder eine Komplikation erlitten hat und die Region des Tumors.

Tabelle 9: Hauptdiagnose Tumor nach ausgewählten Gruppen

	Anzahl	Prozent
<b>Hauptdiagnose Tumor</b>	84	16%
<b>Geschlecht</b>		
Weiblich	26	31%
Männlich	58	69%
<b>Art des Tumors</b>		
Primär gutartig	26	31%
Primär bösartig	13	15%
Andere	3	4%
Metastase	42	50%
<b>Verstorben</b>	23	27%
<b>Region</b>		
LWS	26	31%
BWS	25	30%
HWS	13	15%
LWS; BWS	8	10%
BWS; HWS	12	14%
<b>Komplikation</b>		
intraoperativ	7	8%
postoperativ	33	39%
beides	3	4%
<b>Revision notwendig</b>	14	17%
<b><u>Verstorben ja:</u></b>		
Primär bösartig	4	17%
Metastase	19	83%
LWS: Lendenwirbelsäule		
BWS: Brustwirbelsäule		
HWS: Halswirbelsäule		

Tabelle 10 gibt zur Nebendiagnose „Tumor“ eine Übersicht ausgewählter Gruppen in Hinblick auf die stattgehabte Operation, ob der Patient verstorben ist oder er eine Komplikation erlitten hat.

*Tabelle 10: Nebendiagnose Tumor nach ausgewählten Gruppen*

	Anzahl	Prozent
<b><u>Tumor mit Metastasen</u></b>	87	16,5%
<b>Operationen</b>		
Wegen Tumor	47	54%
Degenerative Erkrankung	7	8%
Pathologische Fraktur	24	28%
Infektion	7	8%
Reoperation	1	1%
Andere	1	1%
<b>Region</b>		
LWS	26	30%
BWS	25	29%
HWS	8	9%
LWS; BWS	15	17%
BWS; HWS	13	15%
<b>Verstorben</b>	36	41%
<b>Komplikation</b>	29	33%
<b>Verstorben und Komplikation</b>	14 von 29	48%
LWS: Lendenwirbelsäule		
BWS: Brustwirbelsäule		
HWS: Halswirbelsäule		

## 4.2 Chirurgische Maßnahmen

12% der Operationen waren Notfallmaßnahmen (innerhalb von 24 Stunden). Die mittlere Dauer betrug 142 Minuten (IQR 11 - 440 Minuten). Die Operationen umfassten durchschnittlich drei Wirbelsegmente, und in 59% der Fälle wurde instrumentiert (13% perkutane gegen 87% offene Instrumentierung).

In Bezug auf die Lokalisation der Operation wurden 51,7% an der Lendenwirbelsäule, 22,1% an der Halswirbelsäule und 11,4% an der Brustwirbelsäule durchgeführt. Darüber hinaus 9,3% regionsübergreifend an LWS und BWS und 4,9% regionsübergreifend an BWS und HWS.

Der mittlere Blutverlust betrug 638 Milliliter (ml) (Bereich 0 bis 8000 ml). Dabei korrelierte die Hauptdiagnose Tumor mit einem höheren Blutverlust (Mittelwert 1149 ml innerhalb dieser Untergruppe).

## 4.3 Komplikationen

Innerhalb des Studienkollektivs traten in 26 Fällen (5%) intraoperative Komplikationen auf. Diese waren versehentliche Duraverletzungen (19 Patienten), Verletzungen der Arteria Vertebralis (3 Patienten), vorzeitiger Abbruch der Operation wegen unerwartet hohem Blutverlust oder kardio-pulmonaler Instabilität (2 Patienten), versehentliche Nervenverletzungen (1 Patient) und Zementaustritt (1 Patient).

135 Patienten (25,7%) erlitten innerhalb einer Nachbeobachtungszeit von 30 Tagen postoperativ Komplikationen. Von diesen waren 83 chirurgischer Art und 52 systemisch. Als häufigste postoperative chirurgische Komplikation trat bei 16 Patienten die Nachblutung auf, gefolgt von 11 Wundheilungsstörungen und als häufigste systemische Komplikation bei 13 Patienten der Harnwegsinfekt, gefolgt von 7 Patienten mit Pneumonie.

Bei 19% der Patienten trat die Komplikation auf, nachdem sie entlassen wurden (mittlere Entlassungszeit bis zur Komplikation: 0,5 Tage (IQR 0 - 8,5 Tage)).

Darüber hinaus mussten sich 61 Patienten (12%) einer operativen Revision innerhalb von 30 Tagen nach ihrer Erstoperation unterziehen (mittlere Zeit bis zur Revision: 11 Tage (IQR 5 - 15 Tage)).

Tabelle 11 zeigt die Komplikationsraten in den Subgruppen intra- und postoperative Komplikationen nach Häufigkeit sortiert.



Tabelle 11: Komplikationsraten nach Häufigkeit

	Anzahl	Anteil aller Patienten
<b>intraoperative Komplikationen</b>		
Duraläsion	19	3,6%
Verletzung der Arteria Vertebralis	3	0,6%
Vorzeitiger Abbruch	2	0,4%
Nervenverletzungen	1	0,2%
Zementaustritt	1	0,2%
	<b>26</b>	<b>4,9%</b>
<b>postoperative Komplikationen innerhalb von 30 Tagen</b>		
<b>chirurgisch</b>		
Nachblutung	16	3,0%
Wundheilungsstörung	11	2,1%
Liquorleck	10	1,9%
Motorisches Defizit	10	1,9%
Schraubenfehllage	7	1,3%
Abzess / Spondylodiszitis	6	1,1%
Neue Dysästhesie	6	1,1%
Neue Rückenschmerzen	5	1,0%
Materialfehler	4	0,8%
Neue Beinschmerzen	4	0,8%
Persistente Stenose	4	0,8%
	<b>83</b>	<b>15,8%</b>
<b>systemisch</b>		
Harnwegsinfekt	13	2,5%
Pneumonie	7	1,3%
Kardiale Komplikation	6	1,1%
Lungenarterienembolie	6	1,1%
Niereninsuffizienz	3	0,6%
Blut-Strom-Infekt	3	0,6%
Dysphagie	3	0,6%
Psychiatrische Störung	3	0,6%
andere	8	1,5%
	<b>52</b>	<b>9,9%</b>

## 4.4 Risikofaktoren

### 4.4.1 Intraoperative Risikofaktoren

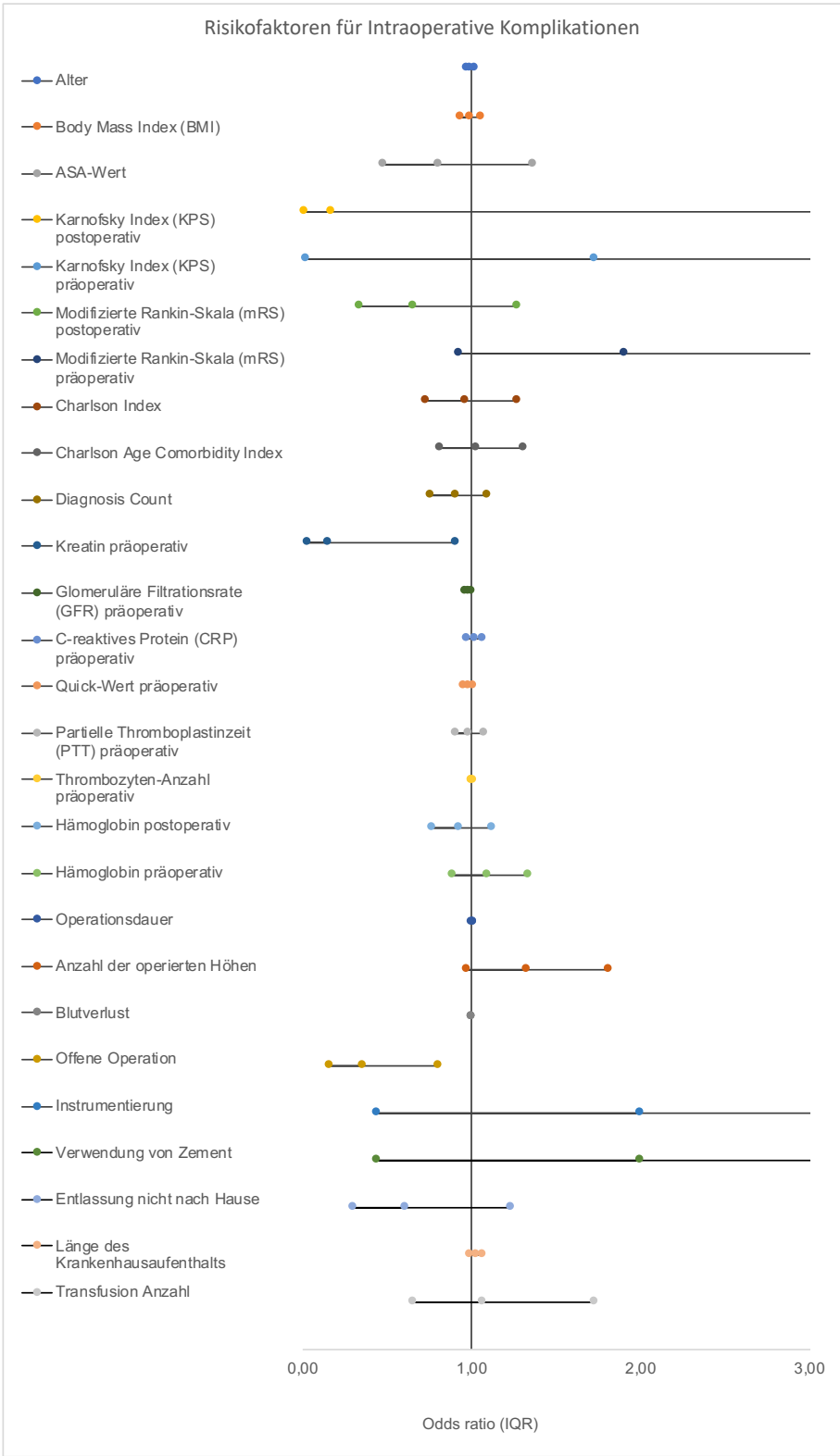
Eine multivariate logistische Regressionsanalyse ergab Blutverlust ( $p = 0,0068$ ,  $OR = 1,0$ ) und Operationsdauer ( $p = 0,033$ ,  $OR = 1,0$ ) als unabhängige Risikofaktoren für intraoperative Komplikationen.

Andere Patientenmerkmale, Nebendiagnosen oder Laborwerte hatten keinen Einfluss auf die Rate intraoperativer Komplikationen.

Tabelle 12 gibt einen Überblick der Odds Ratio für ausgewählte Patienten Merkmale, Patienten Faktoren und zur stationären Behandlung im Hinblick darauf, eine intraoperative Komplikation zu erleiden, sowie Interquartilsabstände und p-Werte. Die Abbildung 3 verdeutlicht dies graphisch.

Tabelle 12: Odds Ratio, Interquartilsabstände und p-Werte für Patienten Merkmale, Patienten Faktoren, Labordiagnostik und stationärer Behandlung bei intraoperativer Komplikation

	Intraoperative Komplikationen					
	Odds Ratio	IQR		p	sig	
<b>Patienten Merkmale</b>						
Alter	0,99	0,97	-	1,01	0,4110	ns
Body Mass Index (BMI)	0,99	0,93	-	1,05	0,7659	ns
ASA-Wert	0,80	0,47	-	1,36	0,4147	ns
Kamofsky Index (KPS) postoperativ	0,17	0,01	-	4,60	0,2933	ns
Kamofsky Index (KPS) präoperativ	1,73	0,02	-	161,64	0,8133	ns
Modifizierte Rankin-Skala (mRS) postoperativ	0,66	0,34	-	1,27	0,2088	ns
Modifizierte Rankin-Skala (mRS) präoperativ	1,90	0,92	-	3,93	0,0822	ns
<b>Nebendiagnosen</b>						
Charlson Index	0,96	0,73	-	1,27	0,7940	ns
Charlson Age Comorbidity Index	1,03	0,81	-	1,30	0,8220	ns
Diagnosis Count	0,91	0,75	-	1,09	0,3030	ns
Depression		X <sup>2</sup>	=	1,71	0,1909	ns
Tumor mit Metastasen		X <sup>2</sup>	=	0,05	0,8192	ns
Vorhofflimmern		X <sup>2</sup>	=	0,44	0,5090	ns
<b>Labordiagnostik</b>						
Kreatin präoperativ	0,15	0,02	-	0,90	<b>0,0383</b>	*
Glomeruläre Filtrationsrate (GFR) präoperativ	0,98	0,96	-	1,00	0,0781	ns
C-reaktives Protein (CRP) präoperativ	1,02	0,97	-	1,06	0,4935	ns
Quick-Wert präoperativ	0,98	0,96	-	1,01	0,1216	ns
Partielle Thromboplastinzeit (PTT) präoperativ	0,98	0,90	-	1,07	0,6980	ns
Thrombozyten-Anzahl präoperativ	1,00	1,00	-	1,00	0,6412	ns
Hämoglobin postoperativ	0,92	0,76	-	1,12	0,4295	ns
Hämoglobin präoperativ	1,09	0,89	-	1,33	0,4188	ns
<b>Daten zur stationären Behandlung</b>						
Operationsdauer	1,00	1,00	-	1,01	<b>0,0333</b>	*
Anzahl der operierten Höhen	1,32	0,97	-	1,81	0,0804	ns
Blutverlust	1,00	1,00	-	1,00	<b>0,0068</b>	**
Offene Operation	0,35	0,16	-	0,80	<b>0,0124</b>	*
Instrumentierung	2,00	0,44	-	9,15	0,3737	ns
Verwendung von Zement	0,70	0,16	-	3,06	0,6353	ns
<b>Stationäre Faktoren</b>						
Entlassung nicht nach Hause	0,60	0,30	-	1,23	0,1646	ns
Länge des Krankenhausaufenthalts	1,03	0,99	-	1,07	0,1746	ns
Transfusion Anzahl	1,06	0,65	-	1,73	0,8152	ns
ASA: American Society of Anesthesiologists						
IQR: Interquartile Range						
ns: nicht signifikant						



ASA: American Society of Anesthesiologists

IQR: Interquartile Range

Abbildung 3: Odds Ratios für intraoperative Komplikationen mit Interquartilsabständen

## 4.4.2 Postoperative Risikofaktoren

### 4.4.2.1 Patientenspezifische Parameter als Risikofaktor

In Bezug auf Komplikationen innerhalb von 30 Tagen postoperativ konnten die folgenden patientenspezifischen Risikofaktoren identifiziert werden: postoperatives KPS ( $p = 0,0368$ , OR = 0,17) und altersadjustierter CCI, der CACI ( $p = 0,008$ , OR = 1,03). Das Patientenalter zeigte eine grenzwertige Signifikanz ( $p = 0,0687$ , OR = 0,99).

Relevante Blutparameter waren die postoperative Hämoglobinkonzentration ( $p = 0,0010$ , OR = 0,92) und die präoperative Hämoglobinkonzentration ( $p = 0,0073$ , OR = 1,09).

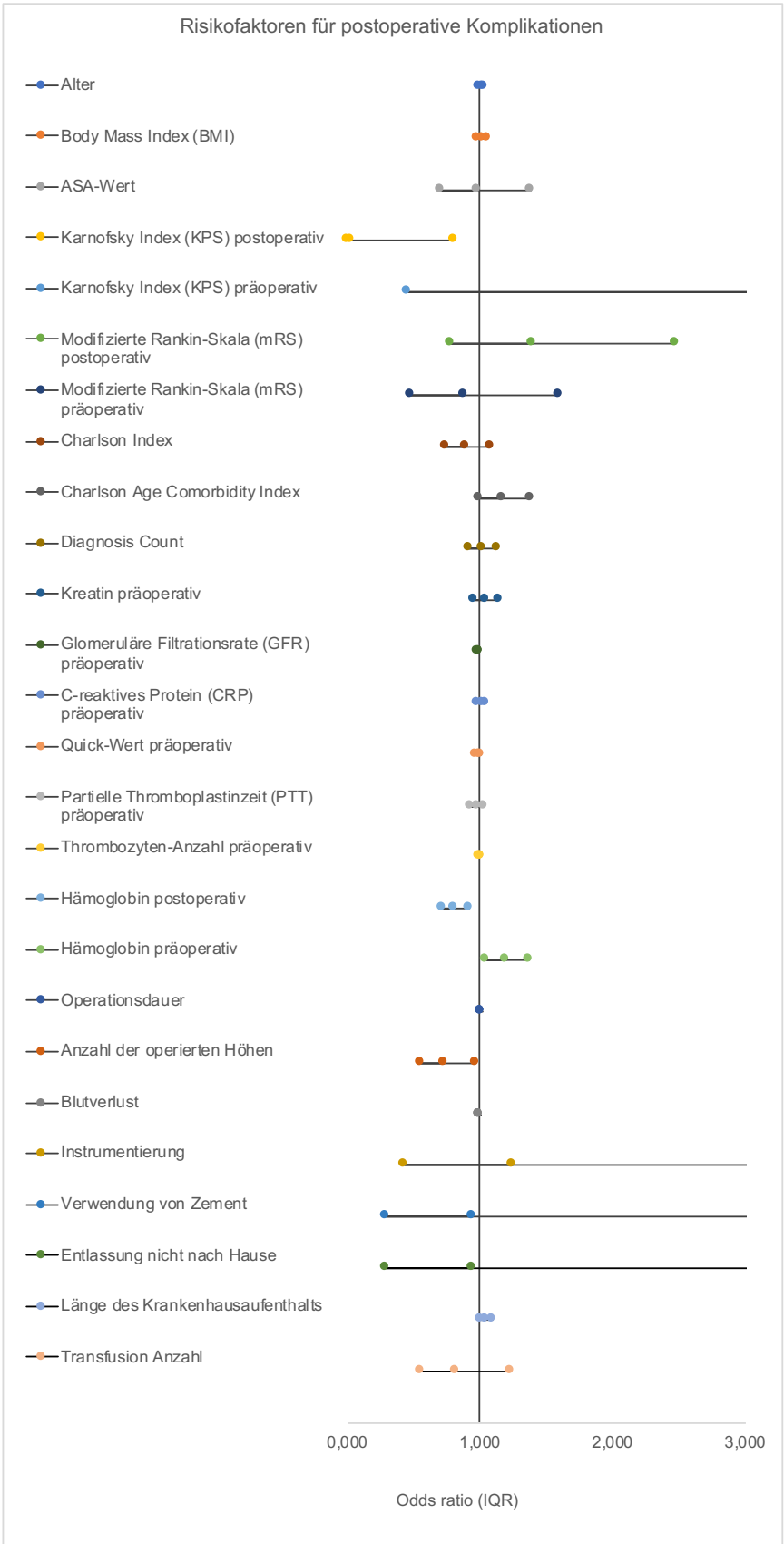
Patienten mit diagnostiziertem metastasiertem Tumor ( $p = 0,0127$ ,  $X^2 = 6,21$ ) oder Vorhofflimmern ( $p = 0,0173$ ,  $X^2 = 5,67$ ) entwickelten signifikant mehr postoperative Komplikationen.

Ebenfalls zeigte eine erhöhte Operationsdauer ( $p = 0,002$ , OR = 1,0) und die Anzahl der operierten Höhen ( $p = 0,028$ , OR = 1,32) einen Einfluss.

Tabelle 13 gibt einen Überblick der Odds Ratio für Patienten Merkmale, Patienten Faktoren und zur stationären Behandlung im Hinblick darauf, eine postoperative Komplikation zu erleiden, sowie Interquartilsabstände und p-Werte. Die Abbildung 4 verdeutlicht dies graphisch.

Tabelle 13: Odds Ratio, Interquartilsabstände und p-Werte für Patienten Merkmale, Patienten Faktoren, Labordiagnostik und stationärer Behandlung bei postoperativer Komplikation

	postoperative Komplikationen					
	Odds Ratio	IQR			p	sig
<b>Patienten Merkmale</b>						
Alter	0,99	0,97	-	1,01	0,0687	ns
Body Mass Index (BMI)	0,99	0,93	-	1,05	0,4301	ns
ASA-Wert	0,80	0,47	-	1,36	0,9306	ns
Kamofsky Index (KPS) postoperativ	0,17	0,01	-	4,60	<b>0,0368</b>	*
Kamofsky Index (KPS) präoperativ	1,73	0,02	-	161,64	0,1196	ns
Modifizierte Rankin-Skala (mRS) postoperativ	0,66	0,34	-	1,27	0,2649	ns
Modifizierte Rankin-Skala (mRS) präoperativ	1,90	0,92	-	3,93	0,6698	ns
<b>Nebendiagnosen</b>						
Charlson Index	0,96	0,73	-	1,27	0,2659	ns
Charlson Age Comorbidity Index	1,03	0,81	-	1,30	<b>0,0080</b>	*
Diagnosis Count	0,91	0,75	-	1,09	0,7533	ns
Depression		X <sup>2</sup>	=	0,15	0,7033	ns
Tumor mit Metastasen		X <sup>2</sup>	=	6,21	<b>0,0127</b>	*
Vorhofflimmern		X <sup>2</sup>	=	5,67	<b>0,0173</b>	*
<b>Labordiagnostik</b>						
Kreatin präoperativ	0,15	0,02	-	0,90	0,3607	ns
Glomeruläre Filtrationsrate (GFR) präoperativ	0,98	0,96	-	1,00	0,0589	ns
C-reaktives Protein (CRP) präoperativ	1,02	0,97	-	1,06	0,2990	ns
Quick-Wert präoperativ	0,98	0,96	-	1,01	0,3016	ns
Partielle Thromboplastinzeit (PTT) präoperativ	0,98	0,90	-	1,07	0,5137	ns
Thrombozyten-Anzahl präoperativ	1,00	1,00	-	1,00	0,1888	ns
Hämoglobin postoperativ	0,92	0,76	-	1,12	<b>0,0010</b>	***
Hämoglobin präoperativ	1,09	0,89	-	1,33	<b>0,0073</b>	**
<b>Daten zur stationären Behandlung</b>						
Operationsdauer	1,00	1,00	-	1,01	<b>0,0022</b>	**
Anzahl der operierten Höhen	1,32	0,97	-	1,81	<b>0,0275</b>	*
Blutverlust	1,00	1,00	-	1,00	0,8091	ns
Instrumentierung	0,35	0,16	-	0,80	0,6846	ns
Verwendung von Zement	2,00	0,44	-	9,15	0,9336	ns
<b>Stationäre Faktoren</b>						
Entlassung nicht nach Hause	0,60	0,30	-	1,23	0,5037	ns
Länge des Krankenhausaufenthalts	1,03	0,99	-	1,07	<b>0,0212</b>	*
Transfusion Anzahl	1,06	0,65	-	1,73	0,3488	ns
ASA: American Society of Anesthesiologists						
IQR: Interquartile Range						
ns: nicht signifikant						



ASA: American Society of Anesthesiologists

IQR: Interquartile Range

Abbildung 4: Odds Ratio für postoperative Komplikationen mit Interquartilsabständen

## Alter

Tabelle 14 gibt das Alter für ausgewählte Risikogruppen wieder.

*Tabelle 14: Alter nach ausgewählten Gruppen*

Alter	Jahre (Median)	IQR
Im Median	67	55 - 76
Intraoperative Komplikationen	68	53,8 - 75
Postoperative Komplikation	70	59,5 - 77,5
Revisionseingriff	68	60 - 77
Hauptdiagnose Tumor	62	52 - 70
Hauptdiagnose Degenerative Erkrankung	68	56 - 76
IQR: Interquartile Range		

## Vorhofflimmern

Durchschnittsalter der Patienten mit Vorhofflimmern und einer Komplikation lag im Median bei 78 Jahren (IQR 75,5 - 82) und einen Mittelwert des BMI von 28,2.

Die postoperative Komplikationsrate lag bei 42,5% (17 von 40) und am häufigsten waren hierbei Nachblutungen (4). Fünf Patienten mit Vorhofflimmern sind im Laufe eines Jahres verstorben, dies entspricht 12,5% (5 von 40).

## Postoperativen Hämoglobin-Werte

Aus Tabelle 15 gehen die postoperativen Hämoglobin-Werte für Komplikationsraten, Operationsdauer, Verstorbenen im Beobachtungszeitraum und ausgewählte Ereignisse hervor.

Im Median betrug der Hämoglobin-Wert postoperativ 10,8 g/dl (IQR 9,5 – 12,7 g/dl), und nur 47 waren in der Norm.



Tabelle 15: postoperative Hämoglobin-Werte, Operationsdauer und Komplikationsraten

<b>Komplikationen intraoperativ</b>			
Hämoglobin-Werten < 14 g/dl	(Anzahl, Anteil)	46 von 466	9,87%
Hämoglobin-Werten 14 - 18 g/dl	(Anzahl, Anteil)	0 von 47	0,00%
<b>Komplikationen postoperativ</b>			
Hämoglobin-Werten < 14 g/dl	(Anzahl, Anteil)	125 von 466	26,82%
Hämoglobin-Werten 14 - 18 g/dl	(Anzahl, Anteil)	9 von 45	20,00%
<b>OP-Dauer bei</b>			
Hämoglobin-Werten < 14 g/dl	(Minuten; Median, IQR)	136	(82 - 202)
Hämoglobin-Werten 14 - 18 g/dl	(Minuten; Median, IQR)	77	(55,75 - 102)
<b>Verstorbene im Beobachtungszeitraum</b>			
Hämoglobin-Werten < 14 g/dl	(Anzahl, Anteil)	47 von 466	10,1%
Hämoglobin-Werten 14 - 18 g/dl	(Anzahl, Anteil)	1 von 47	2,13%
<b>Hämoglobin bei</b>			
Komplikationen postoperativ	(g/dl; Median, IQR)	10,35	(9,2 - 11,98)
Komplikationen intraoperativ	(g/dl; Median, IQR)	10,45	(9,55 - 11,98)
g: Gramm			
dl: Deziliter			
OP: Operation			
IQR: interquartile range			

#### 4.4.2.2 Chirurgische Parameter als Risikofaktor

In Bezug auf die Analyse der Operation selbst führte ein erhöhter Blutverlust ( $p = 0,054$ ,  $OR = 1$ ) zu mehr postoperativen Komplikationen. Des Weiteren hatte die Operationsdauer eine starke Korrelation zu postoperativen Komplikationen ( $p = 0,0022$ ,  $OR = 1,01$ ).

Ebenfalls war die Krankenhausaufenthaltsdauer ( $p = 0,021$ ,  $OR = 1,03$ ) stark mit höheren Komplikationsraten assoziiert. Die mediane Verweildauer im Krankenhaus war bei Komplikationen mehr als doppelt so hoch: 15 Tage (IQR 6,5 – 23,5) mit Komplikationen gegenüber 7 Tage (IQR 3 - 12) ohne Komplikationen.

Die Dauer des Krankenhausaufenthalts für die Gruppen im Median, mit Komplikationen, ohne Komplikationen, Alter größer und kleiner als 67 und Hämoglobin in oder außerhalb der Norm spiegelt Tabelle 16 wider.

*Tabelle 16: Dauer des Krankenhausaufenthalts verschiedener Gruppen*

Dauer des Krankenhausaufenthalts	Tage (Median)	IQR
Im Median	8	4 - 16
Mit postoperativen Komplikationen	15	6,5 - 23,5
Ohne postoperativen Komplikationen	7	3 - 12
Alter <67	6	3 -11
Alter $\geq$ 67 Jahre	10	5 - 20
Hämoglobin-Werten < 14 g/dl	9	4 - 17
Hämoglobin-Werten 14 - 18 g/dl	2	1- 7
IQR: Interquartile Range		

Die postoperativen Komplikationsraten nach Entlassungsort waren: verstorben innerhalb 30 Tage postoperativ (100%), anderes Krankenhaus (37,5%), Rehabilitation (35,0% Komplikationen), zu Hause (20,9%) und andere Abteilung im selben Krankenhaus (20,0%).

Tabelle 17 gibt die postoperativen Komplikationsraten nach Entlassungsziel an.

*Tabelle 17: Komplikationsraten für Entlassungsziel*

Komplikationen postoperativ bei Entlassungsziel	Anzahl	Anteil
Nach Hause	75 von 359	20,9%
Rehabilitation	35 von 100	35,0%
Externes Krankenhaus	18 von 48	37,5%
Verstorben	4 von 4	100,0%
Intern verlegt	3 von 15	20,0%

Operationen, die an der Hals- und Brustwirbelsäule oder an der Brust- und Lendenwirbelsäule kombiniert wurden, zeigten signifikant mehr postoperative Komplikationen als alleinige Eingriffe an der Hals-, Brust- oder Lendenwirbelsäule.

Die Verwendung des Navigationsgeräts zeigte keinen signifikanten Einfluss auf postoperative Komplikationen.

Die Anteile der postoperativen Komplikationen für die einzelnen Regionen der Wirbelsäule sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

*Tabelle 18: Komplikationsraten für Region und Navigation*

<b>Komplikationen postoperativ nach Regio</b>	Anzahl	Anteil
LWS	65 von 272	23,9%
BWS	14 von 60	23,3%
HWS	30 von 116	25,9%
LWS; BWS	17 von 51	33,3%
BWS; HWS	9 von 26	34,6%
<b>Komplikationen postoperativ bei Navigation</b>		
Keine	16 von 51	31,4%
O-Arm	11 von 73	15,1%
Arcadis	64 von 245	26,1%
Regio Matching	4 von 15	26,7%
Intraoperation CT	29 von 90	32,2%
keine Angaben	16 von 52	30,8%
LWS: Lendenwirbelsäule		
BWS: Brustwirbelsäule		
HWS: Halswirbelsäule		
CT: Computertomografie		

#### 4.4.3 Risikofaktoren für Revisionsoperationen

In Bezug auf Revisionsoperationen mussten sich Patienten mit höherem BMI häufiger solchen unterziehen ( $p = 0,0039$ ,  $OR = 0,99$ ). Andere patientenspezifische Risikofaktoren waren für Revisionsoperationen nicht prädiktiv.

Je mehr Blutverlust auftrat ( $p = 0,0476$ ,  $OR = 1,0$ ), desto mehr Revisionsoperationen fanden statt. Ebenso hatte der präoperative Quick-Wert ( $p = 0,044$ ,  $OR = 0,98$ ) einen signifikanten Einfluss.

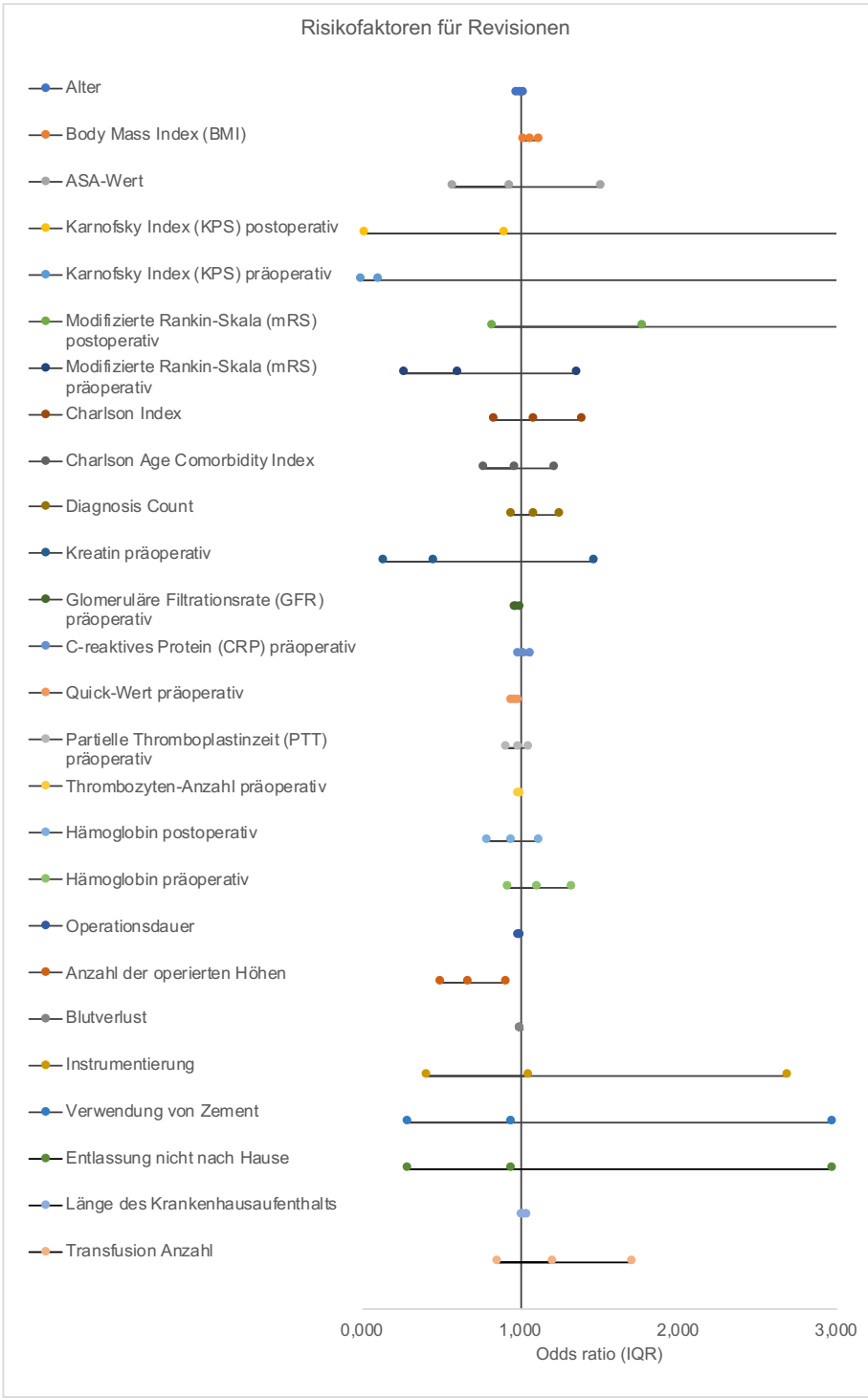
Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes korrelierte ebenfalls mit der Anzahl der Revisionsoperationen ( $p = 0,0006$ ,  $OR = 1,03$ ).

Darüber hinaus wurden Patienten mit metastasiertem Tumor häufiger revidiert ( $p = 0,0293$ ,  $X^2 = 4,75$ ).

Tabelle 19 gibt einen Überblick der Odds Ratio für Patienten Merkmale, Patienten Faktoren und zur stationären Behandlung im Hinblick darauf, sich einer Revisionsoperation unterziehen zu müssen, sowie Interquartilsabstände und p-Werte. Die Abbildung 5 verdeutlicht dies graphisch.

Tabelle 19: Odds Ratio, Interquartilsabstände und p-Werte für Patienten Merkmale, Patienten Faktoren, Labordiagnostik und stationärer Behandlung bei Revisionsoperationen

	Revisionen					
	Odds Ratio	IQR		p	sig	
<b>Patienten Merkmale</b>						
Alter	0,99	0,97	-	1,01	0,9098	ns
Body Mass Index (BMI)	0,99	0,93	-	1,05	<b>0,0039</b>	**
ASA-Wert	0,80	0,47	-	1,36	0,7970	ns
Kamofsky Index (KPS) postoperativ	0,17	0,01	-	4,60	0,9599	ns
Kamofsky Index (KPS) präoperativ	1,73	0,02	-	161,64	0,3631	ns
Modifizierte Rankin-Skala (mRS) postoperativ	0,66	0,34	-	1,27	0,1392	ns
Modifizierte Rankin-Skala (mRS) präoperativ	1,90	0,92	-	3,93	0,2320	ns
<b>Nebendiagnosen</b>						
Charlson Index	0,96	0,73	-	1,27	0,5060	ns
Charlson Age Comorbidity Index	1,03	0,81	-	1,30	0,8290	ns
Diagnosis Count	0,91	0,75	-	1,09	0,1980	ns
Depression		X <sup>2</sup>	=	0,87	0,3509	ns
Tumor mit Metastasen		X <sup>2</sup>	=	4,75	<b>0,0293</b>	*
Vorhofflimmern		X <sup>2</sup>	=	2,14	0,1431	ns
<b>Labordiagnostik</b>						
Kreatin präoperativ	0,15	0,02	-	0,90	0,1923	ns
Glomeruläre Filtrationsrate (GFR) präoperativ	0,98	0,96	-	1,00	0,1028	ns
C-reaktives Protein (CRP) präoperativ	1,02	0,97	-	1,06	0,1035	ns
Quick-Wert präoperativ	0,98	0,96	-	1,01	<b>0,0436</b>	*
Partielle Thromboplastinzeit (PTT) präoperativ	0,98	0,90	-	1,07	0,8084	ns
Thrombozyten-Anzahl präoperativ	1,00	1,00	-	1,00	0,4907	ns
Hämoglobin postoperativ	0,92	0,76	-	1,12	0,5472	ns
Hämoglobin präoperativ	1,09	0,89	-	1,33	0,2336	ns
<b>Daten zur stationären Behandlung</b>						
Operationsdauer	1,00	1,00	-	1,01	0,2040	ns
Anzahl der operierten Höhen	1,32	0,97	-	1,81	<b>0,0115</b>	*
Blutverlust	1,00	1,00	-	1,00	<b>0,0476</b>	*
Instrumentierung	0,35	0,16	-	0,80	0,8997	ns
Verwendung von Zement	2,00	0,44	-	9,15	0,9234	ns
<b>Stationäre Faktoren</b>						
Entlassung nicht nach Hause	0,60	0,30	-	1,23	0,8625	ns
Länge des Krankenhausaufenthalts	1,03	0,99	-	1,07	<b>0,0006</b>	***
Transfusion Anzahl	1,06	0,65	-	1,73	0,2683	ns
ASA: American Society of Anesthesiologists						
IQR: Interquartile Range						
ns: nicht signifikant						



ASA: American Society of Anesthesiologists

IQR: Interquartile Range

Abbildung 5: Odds Ratio für Revisionseingriffe mit Interquartilsabständen

#### 4.4.4 Zusammenfassung der Risikofaktoren

In der vorliegenden Studie wurden zu jedem Patienten 125 spezifische Daten erhoben exklusive der Befragungen zur Lebensqualität. Diese wurden wie oben beschrieben verwendet, um entweder alleine oder in einem Index bzw. Score dessen Einfluss auf Komplikationen zu prüfen. Signifikante Risikofaktoren für Komplikationen während einer Operation, 30-Tage nach einem Eingriff oder für einen Revisionseingriff sind in Abbildung 6 graphisch dargestellt.

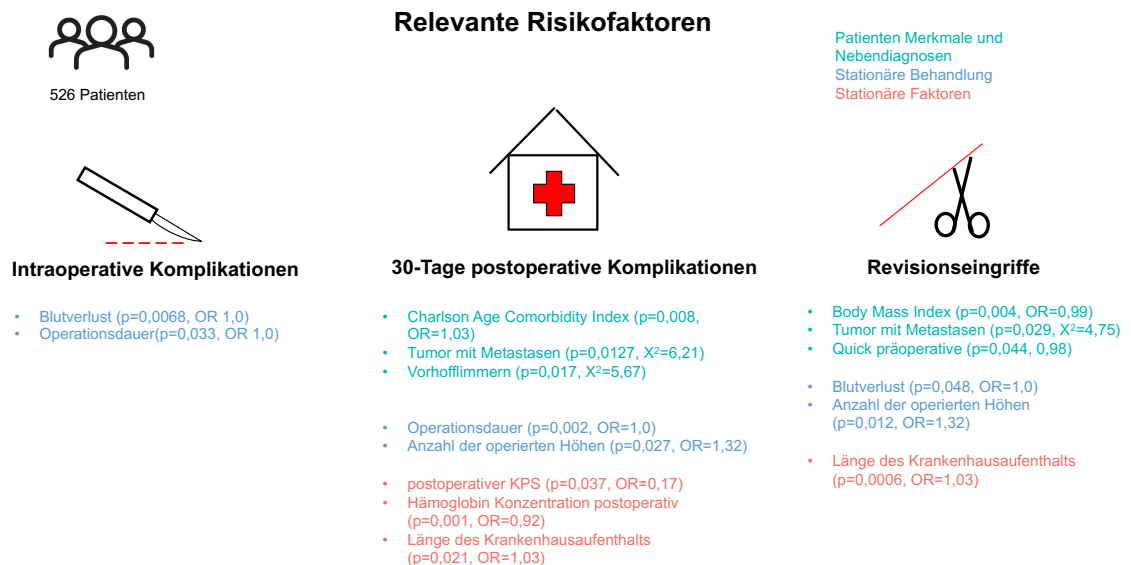


Abbildung 6: Zusammenfassung signifikanter Risikofaktoren

## 4.5 Lebensqualität

Das Outcome der Operationen wurde mithilfe von SF-12, ODI und VAS analysiert. 347 Patienten füllten alle Fragebögen aus und wurden daher in die folgende Bewertung einbezogen.

Für die Auswertung der Mortalität wurden alle 526 Teilnehmer der Studie herangezogen.

### 4.5.1 SF-12-Auswertung

Die Ergebnisse der SF-12-Auswertung ist in physische (PCS) und mentale Komponenten (MCS) aufgeteilt und in Abbildung 7 zusammengefasst.

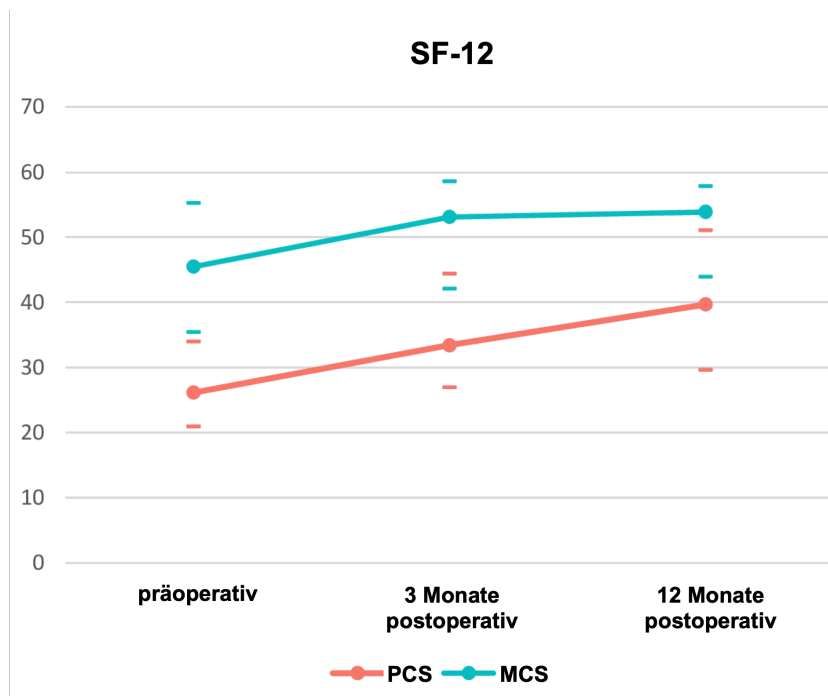
Die Werte für SF-12-PCS waren:

- präoperativer Median: 26,15 (IQR 20,92-34,01)
- 3 Monate postoperativer Median: 33,42 (IQR 26,93-44,35)
- 12 Monate postoperativer Median: 39,67 (IQR 29,58-51,06)

Die Werte für SF-12-MCS waren:

- präoperativer Median: 45,48 (IQR 35,38-55,28)
- 3 Monate postoperativer Median: 53,14 (IQR 42,12-58,56)
- 12 Monate postoperativer Median: 53,86 (IQR 43,88-57,83)

Die Ergebnisse spiegeln somit eine Verbesserung durch die Operation wider, mit konstanten bis noch etwas besseren Ergebnissen 3 bis 12 Monate nach der Operation.



SF-12: Short Form-12 Gesundheitsfragebogen

PCS: physical health component summary score

MCS: mental health component summary score

Abbildung 7: SF-12 Entwicklung: präoperativ, 3 Monate postoperativ, 12 Monate postoperativ, Median und Interquartilenabstand angegeben



#### 4.5.2 ODI-Auswertung

Die ODI-Auswertung zeigt eine Verbesserung nach 3 Monaten im Vergleich zur präoperativen Ausgangslage und ebenfalls von 3 auf 12 Monate, diese Entwicklung ist in Abbildung 8 zu erkennen.

Die Werte für den ODI waren:

- präoperative ODI Median: 53,3% (IQR 34,0-70,0)
- 3 Monate postoperativer Median: 30,5% (IQR 13,0-48,0)
- 12 Monate postoperativer Median: 22,5% (IQR 8,0-44,0)

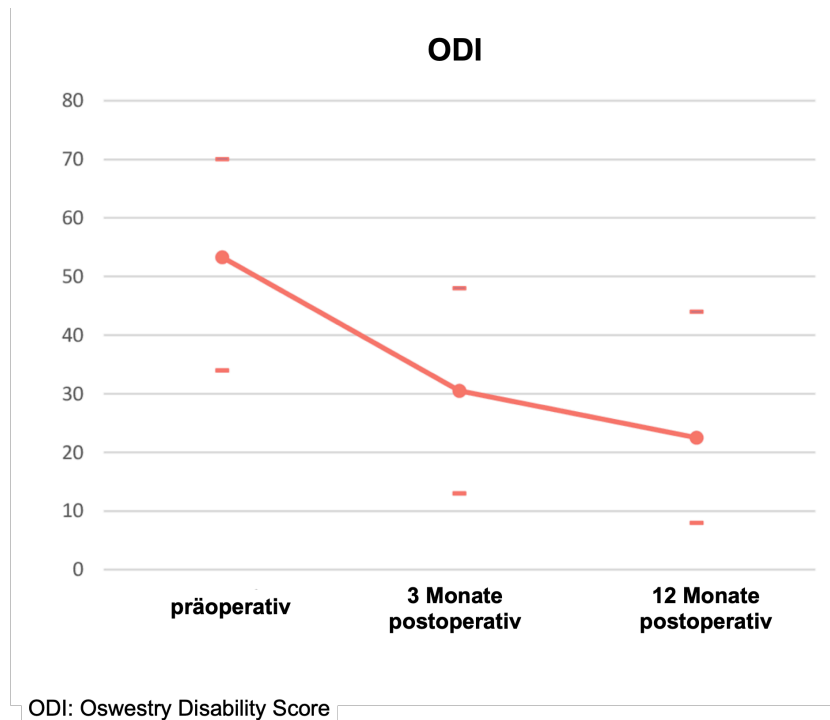


Abbildung 8: ODI Entwicklung: präoperativ, 3 Monate postoperativ, 12 Monate postoperativ, Median und Interquartilenabstand angegeben

### 4.5.3 VAS-Auswertung

In Bezug auf Schmerzen auf der visuellen Analogskala (VAS) verbesserten sich die Rückenschmerzen auf einer Skala von 0 („Keine Schmerzen“) bis 10 („Stärkste vorstellbare Schmerzen“) leicht von einem Mittelwert von 4,7 auf 3,6 bzw. 3,4 (3 bzw. 12 Monate nach der Operation). Dies wurde in Abbildung 9 veranschaulicht.



Abbildung 9: VAS in Bezug auf Rückenschmerzen

Die subjektive Lebensqualität in einem Bereich von 0 („Keine Lebensqualität“) bis 100 („Maximale Lebensqualität“) verbesserte sich nach 3 Monaten auf 60,3 und nach 12 Monaten auf 64,0 und ist in Abbildung 10 dargestellt.

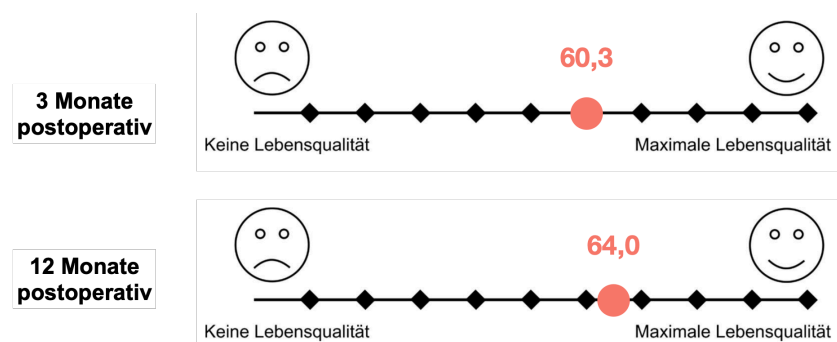


Abbildung 10: VAS in Bezug auf Lebensqualität

#### 4.5.4 Mortalität

Die Gesamtmortalität nach einem Jahr betrug 9,1% (48 Patienten). Fast alle Todesfälle waren auf den zugrunde liegenden Tumor zurückzuführen (34 Patienten, 70,8%). Sechs Patienten starben an einer Sepsis nach einer septischen Spondylodiszitis, vier infolge eines Traumas und vier ohne erkennbaren Zusammenhang mit der Operation an der Wirbelsäule. In Abbildung 11 werden die verschiedenen Todesursachen graphisch dargestellt.

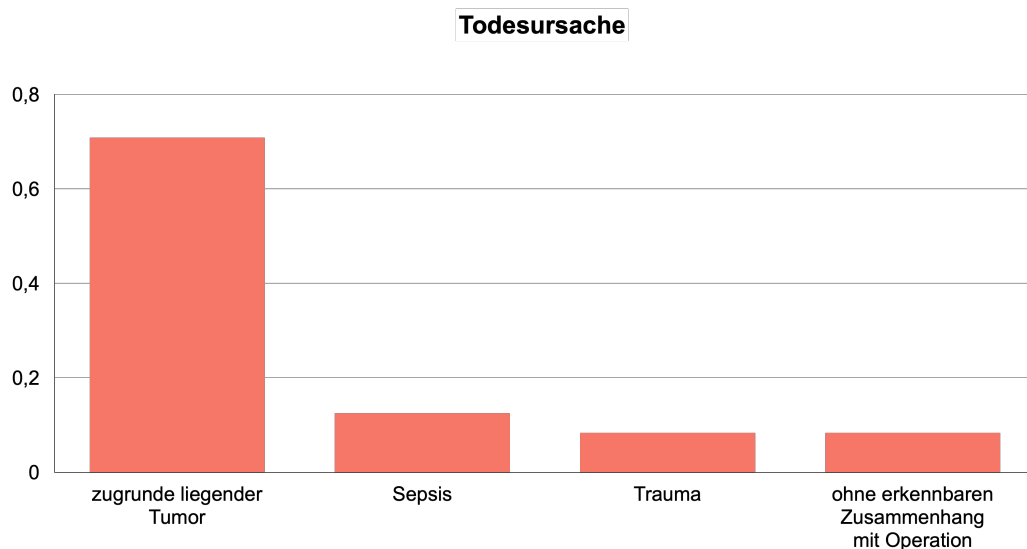


Abbildung 11: Todesursachen

#### 4.5.5 Lebensqualität einzelner Untergruppen

Die vorherigen Auswertungen haben alle Patienten untereinander korreliert. Die folgenden Tabellen zeigen verschiedene Vergleichswerte, um einzelne Untergruppen gegeneinander zu evaluieren. Hier wurden SF-12-, ODI- und VAS-Auswertungen zum Beispiel nach der Grunderkrankung, wie in Tabelle 20, oder die Werte für Altersgruppe (einschließlich 67 Jahre und ab 68 Jahre), Geschlecht (Mann und Frau) und Komplikation (intra OP, post OP), wie in Tabelle 21, dargestellt. Ferner wurde nach der Auswertung der Risikoanalyse auch nach den signifikanten Faktoren untergliedert. So sind Werte der Lebensqualität für Depression (Ja oder Nein) und Vorhofflimmern (Ja oder Nein) in Tabelle 22 zu entnehmen und für präoperativen Hämoglobin-Wert (14 – 18 g/dl oder <14 g/dl), postoperativen Hämoglobin (14 – 18 g/dl oder <14 g/dl) und metastasierenden Tumor (Ja oder Nein) aus Tabelle 23.

Tabelle 20: Lebensqualität nach Grunderkrankungen

		Degenerative Erkrankung	Tumor	Fraktur Trauma	Infektion	Pathologische Fraktur	Reoperation	andere
<b>SF-12-PCS präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>26,3</b>	<b>29,6</b>	<b>24,5</b>	<b>24,0</b>	<b>24,7</b>	<b>21,0</b>	<b>27,1</b>
	25% Quartil	21,7	22,8	19,1	18,9	19,3	19,2	21,9
	75% Quartil	33,6	42,5	33,3	29,0	39,7	22,5	31,5
<b>SF-12-PCS 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>33,9</b>	<b>35,5</b>	<b>32,2</b>	<b>32,2</b>	<b>32,9</b>	<b>25,8</b>	<b>39,8</b>
	25% Quartil	27,8	29,1	26,7	24,1	28,6	24,0	29,4
	75% Quartil	46,2	47,1	44,0	40,8	39,5	28,0	44,2
<b>SF-12-PCS 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>41,5</b>	<b>45,9</b>	<b>35,5</b>	<b>38,4</b>	<b>37,3</b>	<b>31,3</b>	<b>37,6</b>
	25% Quartil	29,5	34,5	26,6	31,5	29,8	27,6	28,5
	75% Quartil	51,1	54,3	53,1	45,7	47,1	34,9	43,9
<b>SF-12-MCS präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>47,1</b>	<b>44,7</b>	<b>47,0</b>	<b>40,3</b>	<b>44,1</b>	<b>41,0</b>	<b>50,0</b>
	25% Quartil	35,6	35,8	37,7	29,4	32,9	29,8	43,7
	75% Quartil	57,0	55,2	55,5	49,1	54,2	51,2	59,6
<b>SF-12-MCS 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>54,2</b>	<b>48,4</b>	<b>53,0</b>	<b>48,8</b>	<b>43,3</b>	<b>56,7</b>	<b>53,0</b>
	25% Quartil	44,1	40,1	44,7	36,5	31,2	31,3	46,0
	75% Quartil	58,8	57,4	58,6	57,2	55,9	58,7	60,2
<b>SF-12-MCS 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>54,4</b>	<b>52,9</b>	<b>54,1</b>	<b>47,7</b>	<b>53,5</b>	<b>49,9</b>	<b>55,2</b>
	25% Quartil	47,3	35,8	37,7	37,3	42,4	37,8	51,5
	75% Quartil	57,8	56,2	57,9	56,4	57,9	56,6	58,5
<b>ODI präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>24,0%</b>	<b>18,0%</b>	<b>30,0%</b>	<b>31,0%</b>	<b>27,0%</b>	<b>31,0%</b>	<b>23,0%</b>
	25% Quartil	17,0%	6,0%	20,0%	23,5%	17,0%	25,5%	16,5%
	75% Quartil	31,0%	34,0%	37,0%	36,3%	30,0%	38,5%	24,5%
<b>ODI 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>13,0%</b>	<b>10,0%</b>	<b>17,0%</b>	<b>19,0%</b>	<b>18,5%</b>	<b>21,0%</b>	<b>12,0%</b>
	25% Quartil	5,0%	5,5%	6,0%	12,0%	13,3%	15,5%	2,0%
	75% Quartil	21,0%	21,5%	23,0%	27,0%	29,5%	28,5%	20,0%
<b>ODI 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>10,0%</b>	<b>7,0%</b>	<b>12,0%</b>	<b>12,5%</b>	<b>16,0%</b>	<b>16,0%</b>	<b>6,0%</b>
	25% Quartil	3,0%	3,0%	4,5%	7,8%	6,3%	14,0%	1,0%
	75% Quartil	20,5%	21,0%	23,5%	18,0%	26,8%	29,0%	18,0%
<b>Subjektive Lebensqualität 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>63,0</b>	<b>60,3</b>	<b>57,7</b>	<b>57,6</b>	<b>48,1</b>	<b>52,7</b>	<b>77,1</b>
<b>Subjektive Lebensqualität 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>65,7</b>	<b>64,1</b>	<b>61,9</b>	<b>66,7</b>	<b>58,5</b>	<b>52,0</b>	<b>55,7</b>
<b>VAS Bein präoperativ</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,6</b>	<b>1,7</b>	<b>0,7</b>	<b>2,4</b>	<b>1,2</b>	<b>2,9</b>	<b>2,0</b>
<b>VAS Bein 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,3</b>	<b>2,5</b>	<b>2,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>4,5</b>	<b>3,0</b>
<b>VAS Bein 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,2</b>	<b>2,1</b>	<b>2,4</b>	<b>3,3</b>	<b>2,2</b>	<b>4,8</b>	<b>4,3</b>
<b>VAS Rücken präoperativ</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>4,6</b>	<b>3,9</b>	<b>5,1</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,1</b>	<b>4,4</b>
<b>VAS Rücken 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,5</b>	<b>3,1</b>	<b>3,7</b>	<b>4,6</b>	<b>4,3</b>	<b>5,2</b>	<b>3,3</b>
<b>VAS Rücken 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,4</b>	<b>2,6</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>	<b>5,0</b>	<b>2,6</b>
ODI: Oswestry Disability Score								
SF-12: Short Form-12 Gesundheitsfragebogen								
PCS: physical health component summary score								
MCS: mental health component summary score								
VAS: Visuelle Analogskala								

Tabelle 21: Lebensqualität nach weiteren Untergruppen

		Mann	Frau	Intra OP	Post OP	Alter bis einschließlich 67 Jahre	Alter ab 68 Jahre
<b>SF-12-PCS präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>26,2</b>	<b>25,9</b>	<b>24,8</b>	<b>25,9</b>	<b>29,2</b>	<b>24,0</b>
	25% Quartil	21,0	20,5	20,2	19,9	22,7	19,0
	75% Quartil	35,0	33,2	32,7	35,0	38,2	30,5
<b>SF-12-PCS 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>34,7</b>	<b>32,0</b>	<b>34,7</b>	<b>33,0</b>	<b>36,4</b>	<b>30,9</b>
	25% Quartil	27,2	26,7	27,4	26,5	30,8	24,8
	75% Quartil	47,9	39,9	46,7	39,9	47,3	39,2
<b>SF-12-PCS 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>43,6</b>	<b>36,8</b>	<b>38,5</b>	<b>37,0</b>	<b>43,3</b>	<b>35,5</b>
	25% Quartil	31,3	28,1	29,5	27,5	33,2	27,2
	75% Quartil	53,6	44,9	52,9	50,1	52,3	48,6
<b>SF-12-MCS präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>47,7</b>	<b>43,3</b>	<b>45,2</b>	<b>44,9</b>	<b>43,6</b>	<b>47,1</b>
	25% Quartil	35,6	35,2	37,6	35,4	33,2	37,7
	75% Quartil	57,2	52,9	53,6	54,7	54,2	56,5
<b>SF-12-MCS 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>55,2</b>	<b>50,5</b>	<b>53,1</b>	<b>52,2</b>	<b>53,5</b>	<b>52,0</b>
	25% Quartil	43,3	39,9	45,7	42,1	41,0	42,4
	75% Quartil	59,3	57,1	59,6	59,5	58,0	58,8
<b>SF-12-MCS 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>55,1</b>	<b>51,9</b>	<b>55,5</b>	<b>52,6</b>	<b>53,7</b>	<b>53,9</b>
	25% Quartil	46,6	41,7	44,8	44,3	42,3	45,3
	75% Quartil	58,7	56,4	57,9	56,1	57,8	58,1
<b>ODI präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>24,0%</b>	<b>26,0%</b>	<b>61,0%</b>	<b>54,0%</b>	<b>23,0%</b>	<b>27,0%</b>
	25% Quartil	15,0%	19,0%	40,0%	34,0%	13,0%	20,0%
	75% Quartil	33,0%	33,0%	78,0%	76,9%	32,0%	34,0%
<b>ODI 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>12,5%</b>	<b>16,0%</b>	<b>38,0%</b>	<b>37,0%</b>	<b>11,0%</b>	<b>17,0%</b>
	25% Quartil	5,0%	8,0%	12,0%	19,5%	5,0%	9,0%
	75% Quartil	22,0%	23,0%	53,0%	50,3%	19,5%	25,0%
<b>ODI 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>9,0%</b>	<b>13,5%</b>	<b>22,0%</b>	<b>31,1%</b>	<b>8,0%</b>	<b>14,5%</b>
	25% Quartil	2,0%	5,0%	8,0%	6,5%	3,0%	5,0%
	75% Quartil	18,0%	21,0%	42,2%	51,1%	18,0%	23,0%
<b>Subjektive Lebensqualität 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>61,4</b>	<b>58,8</b>	<b>60,5</b>	<b>59,4</b>	<b>63,1</b>	<b>57,1</b>
<b>Subjektive Lebensqualität 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>66,6</b>	<b>61,0</b>	<b>65,9</b>	<b>61,6</b>	<b>66,6</b>	<b>61,1</b>
<b>VAS Bein 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,0</b>	<b>3,2</b>	<b>3,0</b>	<b>3,1</b>	<b>2,6</b>	<b>3,5</b>
<b>VAS Bein 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>2,7</b>	<b>3,4</b>	<b>2,4</b>	<b>3,4</b>	<b>2,7</b>	<b>3,4</b>
<b>VAS Rücken 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,5</b>	<b>3,9</b>	<b>3,8</b>	<b>3,6</b>	<b>3,4</b>	<b>3,9</b>
<b>VAS Rücken 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,1</b>	<b>3,9</b>	<b>3,2</b>	<b>3,6</b>	<b>3,1</b>	<b>3,8</b>
ODI: Oswestry Disability Score							
SF-12: Short Form-12 Gesundheitsfragebogen							
PCS: physical health component summary score							
MCS: mental health component summary score							
VAS: Visuelle Analogskala							

Tabelle 22: Lebensqualität nach Risikofaktoren Teil 1

		Depression JA	Depression NEIN	Vorhofflimmern JA	Vorhofflimmern NEIN
<b>SF-12-PCS präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>25,5</b>	<b>26,2</b>	<b>23,0</b>	<b>26,4</b>
	25% Quartil	23,4	20,6	19,1	21,1
	75% Quartil	32,0	34,3	32,1	34,5
<b>SF-12-PCS 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>29,8</b>	<b>33,5</b>	<b>29,9</b>	<b>33,7</b>
	25% Quartil	23,9	27,2	24,1	27,3
	75% Quartil	40,5	44,5	35,4	45,5
<b>SF-12-PCS 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>37,0</b>	<b>39,8</b>	<b>31,0</b>	<b>41,1</b>
	25% Quartil	28,0	29,6	27,9	30,4
	75% Quartil	43,6	51,2	39,2	51,2
<b>SF-12-MCS präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>31,6</b>	<b>46,1</b>	<b>46,2</b>	<b>45,5</b>
	25% Quartil	28,8	36,0	35,9	35,3
	75% Quartil	40,9	55,6	53,4	55,3
<b>SF-12-MCS 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>37,6</b>	<b>53,7</b>	<b>46,4</b>	<b>53,3</b>
	25% Quartil	32,1	43,2	37,7	42,2
	75% Quartil	47,9	58,8	57,6	58,7
<b>SF-12-MCS 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>49,5</b>	<b>54,1</b>	<b>55,4</b>	<b>53,7</b>
	25% Quartil	33,8	44,6	49,5	43,3
	75% Quartil	52,6	57,9	58,0	57,8
<b>ODI präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>27,5%</b>	<b>25,0%</b>	<b>25,0%</b>	<b>25,0%</b>
	25% Quartil	20,0%	16,5%	21,5%	16,0%
	75% Quartil	33,8%	33,0%	34,5%	33,0%
<b>ODI 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>20,5%</b>	<b>14,0%</b>	<b>20,0%</b>	<b>14,0%</b>
	25% Quartil	12,5%	6,0%	11,3%	6,0%
	75% Quartil	25,5%	22,0%	25,3%	22,0%
<b>ODI 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>13,0%</b>	<b>10,5%</b>	<b>18,0%</b>	<b>10,0%</b>
	25% Quartil	4,0%	4,0%	10,3%	3,0%
	75% Quartil	26,0%	21,0%	24,5%	20,0%
<b>Subjektive Lebensqualität 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>62,5</b>	<b>60,1</b>	<b>55,2</b>	<b>60,7</b>
<b>Subjektive Lebensqualität 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>60,5</b>	<b>64,2</b>	<b>58,1</b>	<b>64,5</b>
<b>VAS Bein präoperativ</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>4,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3,2</b>	<b>2,5</b>
<b>VAS Bein 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>4,4</b>	<b>2,0</b>	<b>4,6</b>	<b>3,0</b>
<b>VAS Bein 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>4,3</b>	<b>2,9</b>	<b>4,5</b>	<b>2,8</b>
<b>VAS Rücken präoperativ</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,0</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>
<b>VAS Rücken 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>5,2</b>	<b>3,6</b>	<b>3,9</b>	<b>3,6</b>
<b>VAS Rücken 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>4,4</b>	<b>3,4</b>	<b>4,3</b>	<b>3,4</b>
ODI: Oswestry Disability Score				CRP: C-reaktives Protein	
SF-12: Short Form-12 Gesundheitsfragebogen				mg: Milligramm	
PCS: physical health component summary score				dl: Deziliter	
MCS: mental health component summary score					
VAS: Visuelle Analogskala					

Tabelle 23: Lebensqualität nach Risikofaktoren Teil 2

		präoperativ Hämoglobin 14 - 18 g/dl	präoperative Hämoglobin <14 g/dl	postoperativ Hämoglobin 14 - 18 g/dl	postoperativ Hämoglobin <14 g/dl	Metastasierender Tumor JA	Metastasierender Tumor NEIN
<b>SF-12-PCS präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>28,9</b>	<b>24,6</b>	<b>31,9</b>	<b>25,4</b>	<b>24,4</b>	<b>26,5</b>
	25% Quartil	23,0	19,7	25,0	20,5	19,8	21,0
	75% Quartil	38,6	32,4	41,5	33,4	34,1	34,0
<b>SF-12-PCS 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>37,5</b>	<b>32,0</b>	<b>46,9</b>	<b>32,6</b>	<b>31,7</b>	<b>33,8</b>
	25% Quartil	30,4	25,6	34,2	26,4	24,2	27,4
	75% Quartil	50,0	40,7	54,3	42,6	37,1	45,8
<b>SF-12-PCS 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>44,1</b>	<b>36,8</b>	<b>53,1</b>	<b>38,5</b>	<b>36,9</b>	<b>40,4</b>
	25% Quartil	32,8	27,7	39,0	29,1	30,6	29,4
	75% Quartil	53,7	47,8	54,9	49,7	43,2	51,3
<b>SF-12-MCS präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>46,2</b>	<b>44,8</b>	<b>52,8</b>	<b>44,5</b>	<b>41,6</b>	<b>46,2</b>
	25% Quartil	34,8	35,5	44,9	34,9	33,5	35,7
	75% Quartil	55,2	55,3	59,8	54,6	53,0	55,6
<b>SF-12-MCS 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>55,7</b>	<b>50,4</b>	<b>57,4</b>	<b>52,0</b>	<b>48,7</b>	<b>53,3</b>
	25% Quartil	45,5	40,3	46,7	41,1	35,7	42,9
	75% Quartil	59,8	57,5	59,3	57,9	57,0	58,8
<b>SF-12-MCS 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>55,6</b>	<b>52,0</b>	<b>55,9</b>	<b>53,4</b>	<b>49,8</b>	<b>54,2</b>
	25% Quartil	48,2	41,0	52,6	42,3	34,6	44,7
	75% Quartil	58,2	56,7	57,8	57,8	55,2	57,8
<b>ODI präoperativ</b>	<b>Median</b>	<b>21,5%</b>	<b>27,0%</b>	<b>12,0%</b>	<b>26,0%</b>	<b>27,0%</b>	<b>25,0%</b>
	25% Quartil	12,0%	20,0%	7,0%	18,0%	15,0%	17,0%
	75% Quartil	29,0%	34,0%	23,5%	33,8%	37,0%	32,0%
<b>ODI 3 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>10,0%</b>	<b>16,0%</b>	<b>9,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>17,0%</b>	<b>13,0%</b>
	25% Quartil	3,0%	9,0%	0,8%	8,0%	13,0%	6,0%
	75% Quartil	18,8%	24,0%	11,5%	23,0%	24,0%	22,0%
<b>ODI 12 Monate</b>	<b>Median</b>	<b>7,0%</b>	<b>13,0%</b>	<b>3,5%</b>	<b>12,0%</b>	<b>18,0%</b>	<b>10,0%</b>
	25% Quartil	2,0%	5,0%	0,0%	4,0%	9,0%	3,0%
	75% Quartil	16,8%	22,0%	11,5%	21,0%	23,3%	20,0%
<b>Subjektive Lebensqualität 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>63,8</b>	<b>58,1</b>	<b>64,8</b>	<b>59,3</b>	<b>50,0</b>	<b>61,8</b>
<b>Subjektive Lebensqualität 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>67,7</b>	<b>61,2</b>	<b>72,0</b>	<b>62,6</b>	<b>55,8</b>	<b>54,8</b>
<b>VAS Bein präoperativ</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>2,8</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,6</b>	<b>1,7</b>	<b>2,7</b>
<b>VAS Bein 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>2,9</b>	<b>3,2</b>	<b>2,4</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,0</b>
<b>VAS Bein 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>2,7</b>	<b>3,2</b>	<b>2,6</b>	<b>3,0</b>	<b>2,7</b>	<b>3,0</b>
<b>VAS Rücken präoperativ</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>4,4</b>	<b>4,8</b>	<b>4,0</b>	<b>4,7</b>	<b>4,2</b>	<b>4,7</b>
<b>VAS Rücken 3 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>	<b>2,4</b>	<b>3,8</b>	<b>3,9</b>	<b>3,6</b>
<b>VAS Rücken 12 Monate</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>2,9</b>	<b>3,8</b>	<b>2,0</b>	<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,4</b>
ODI: Oswestry Disability Score				CRP: C-reaktives Protein			
SF-12: Short Form-12 Gesundheitsfragebogen				g: Gramm			
PCS: physical health component summary score				dl: Deziliter			
MCS: mental health component summary score							
VAS: Visuelle Analogskala							

## 5 Diskussion der Ergebnisse

Die folgende Diskussion beruht auf den in Kapitel 4 beschriebenen Ergebnissen.

### 5.1 Patientenspezifische Risikofaktoren

#### 5.1.1 Alter

Mit einer Altersspanne in dieser Studie von 13 - 96 Jahren bestätigte sich, dass Wirbelsäulenerkrankungen prinzipiell in jeder Altersgruppe auftreten können, jedoch lag das Durchschnittsalter bei 67 Jahren. Dies kann zum einen auf die zunehmende Anzahl an degenerativen Erkrankungen im höheren Alter zurückzuführen sein (Prescher 1998, Gallucci, Limbucci et al. 2007, Szpruch and Kikowski 2018), zum anderen an den relativ vielen Tumor-assoziierten Operationen in dieser Studie. Das Durchschnittsalter bei Operationen von Wirbelsäulenmetastasen liegt in der Literatur zwischen 55 und 67 Jahren (Lee and Jung 2012, Bakar, Tanenbaum et al. 2016, Whitehouse, Stephenson et al. 2016, Nater, Tetreault et al. 2018) und war in dieser Studie im Median 62 Jahre. Ebenfalls spricht ein Zusammenhang des allgemeinen vergrößerten Krebsrisikos zwischen 45 und 65 Jahren und dem zeitlich versetzten Auftreten spinaler Metastasen für ein höheres Durchschnittsalter (Constans, de Divitiis et al. 1983, Bach, Larsen et al. 1990).

In Bezug auf postoperative Komplikationen wurde das Alter lediglich als grenzwertig signifikant detektiert und konnte nicht als patientenspezifischen Risikofaktor identifiziert werden. Indirekt schlägt sich das Alter über den CCI mit dem Faktor „Alter“ modifiziert (CACI) jedoch nieder, da hier ab dem 50. Lebensjahr pro Dekade des Lebensalters ein Punkt addiert wird und somit stärker ins Gewicht fällt.

Für den Begriff „Alter“ existiert jedoch keine einheitliche Definition. Der Beginn wird oft mit dem Eintritt in den gesetzlichen Ruhestand, für den zur Zeit (2021) die Vollendung des 67. Lebensjahres festgelegt ist, gleichgesetzt (Deutsche Rentenversicherung 2020). Dabei ist sich die aktuelle Studienlage uneins, ob sich das Alter auch auf die Häufigkeit des Auftretens von Komplikationen auswirkt. Auf der einen Seite gibt es Studien, in denen ältere Patienten häufiger eine Komplikation erfahren als jüngere (Bernstein, Thirukumaran et al. 2017, DePasse, Durand et al. 2018, Goyal, Elminawy et al. 2019). Auf der anderen Seite existieren Studien, die eine operative Therapie bei Patienten zwischen 80 und 90 Jahre empfehlen und einen Vorteil für diese Patientenkohorte belegen (Gerhardt, Bette et al. 2018, Lange, Rothlauf et al. 2020, Shiban, Lange et al. 2020).



Darüber hinaus konnten Gerhardt, Bette et al. (2018) zeigen, dass nach einer lumbalen Dekompressionsoperation bei älteren Patienten über 80 Jahren die Mehrzahl der medizinischen Komplikationen schwerwiegend waren, aber mit akzeptabler Inzidenz, und bei den meisten Patienten das postoperative Ergebnis immer noch günstig gewesen ist.

Ähnlich waren auch die Ergebnisse in der vorliegenden Studie, in der gezeigt werden konnte, dass sich auch ältere Patienten einer Operation an der Wirbelsäule unterziehen können, ohne einem vermehrten Risiko ausgesetzt zu sein. Außerdem steigerte sich der SF-12-PCS von präoperativ 24, auf 30,9 nach 3 Monaten und 35,5 nach 12 Monaten, was einen Mehrwert der operativen Therapie belegt. Die positive Tendenz zeigte sich ebenfalls bei SF-12-MCS mit einer Erhöhung von 47,1 über 52 auf 53,9 (präoperativ, 3 und 12 Monate). Der ODI sank von einer mittelgradigen Behinderung präoperativ (27%) auf eine leichtgradige Behinderung nach 3 bzw. 12 Monaten (17% bzw. 14,5%).

Ferner müssen Patienten unter 67 Jahren im Median nur 6 Tage im Krankenhaus verweilen und ältere Patienten 10 Tage. Unabhängig vom Alter ist ein längerer Aufenthalt allgemein ein Risikofaktor. Da jedoch statistisch gesehen ältere Menschen länger im Krankenhaus bleiben, steigt somit ihr Risiko für Komplikationen, was im Kapitel 5.3.3 genauer beschrieben wird. Auch andere Studien belegen eine längere Verweildauer in Zusammenhang mit dem Alter (Herren, Aghayev et al. 2014, Kanaan, Waitman et al. 2015, Guan, Karsy et al. 2017).

### **Charlson Age Comorbidity Index**

Aufgrund der Tatsache, dass sich in der hier vorliegenden Studie der CCI – im Gegensatz zum CACI - als nicht signifikant herausgestellt hat, kann daraus gefolgert werden, dass Grunderkrankungen im Alter zu mehr Komplikationen führen können. In einer Studie von Fraccaro, Kontopantelis et al. (2016) wurde darüber hinaus gezeigt, dass in „alternden“ Bevölkerungsgruppen die Prävalenz von Patienten mit mehreren Erkrankungen steigt. Ferner lag bei mehr als einem Drittel der Patienten mindestens eine Langzeiterkrankung vor, wobei zwei Drittel der über 65-Jährigen und drei Viertel der über 85-Jährigen mindestens zwei Nebendiagnosen hatten (Fraccaro, Kontopantelis et al. 2016).

Weiterführend zeigten andere Studien ebenfalls, dass die Zahl der Nebendiagnosen zur Vorhersage von Komplikationen herangezogen werden kann (Campbell, Yadla et al. 2012, Whitmore, Stephen et al. 2014).

Der CACI lag in der vorliegenden Studie über alle Patienten im Median bei 4,0 (IQR = 3 - 6). Dies entspricht im Bewertungssystem nach Charlson et al. einer Mortalitätsrate von 52% nach einem Jahr (Charlson, Pompei et al. 1987). In dieser Arbeit lag die Gesamtmortalität bei 9,1% und hat damit ein günstigeres Resultat.

### 5.1.2 Karnofsky Performance Status

In der vorliegenden Studie entwickelten sich bei Patienten mit niedrigerem KPS postoperativ mehr Komplikationen. Diese Ergebnisse spiegeln sich auch in anderen Studien wider. So zeigte sich bei einer Untersuchung über chirurgische Komplikationen bei extraspinalen Tumoren der Halswirbelsäule ein KPS < 60% als unabhängiger Prädiktor für das Auftreten von Komplikationen (Yang, Jiang et al. 2018). Auch bei Untersuchungen zu chirurgischen Behandlungen von Prostatametastasen an der Wirbelsäule konnte gezeigt werden, dass sich ein hoher Karnofsky Index positiv auf das Überleben und die klinischen Ergebnisse auswirkt (Cereceda, Flechon et al. 2003, Crnalic, Löfvenberg et al. 2012, Ju, Zadnik et al. 2013, Clarke, Molina et al. 2017).

Ferner konnte in der Literatur ein verlängertes Gesamtüberleben von Patienten mit Wirbelsäulenmetastasen mit einem besseren Karnofsky Index in Verbindung gebracht werden (Bakar, Tanenbaum et al. 2016, Hashmi, Guckenberger et al. 2016, Lun, Xu et al. 2019). Ebenfalls stellte sich ein KPS < 70% als signifikanter Prognosefaktor für ein schlechteres Gesamtüberleben bei stereotaktischer Strahlentherapie von Wirbelsäulenmetastasen dar (Hashmi, Guckenberger et al. 2016).

Dies lässt schlussfolgern, dass ein schlechter postoperativer Zustand Komplikationen begünstigt. Gegenstand weiterer prospektiven Studien wird es sein, die Grenzwerte des tolerablen KPS zu erörtern und eine erhöhte Morbidität in Verbindung zu bringen mit zum Beispiel dem verlängerten Krankenhausaufenthalt, was wiederum in Zusammenhang mit Komplikationen steht, siehe in Kapitel 5.3.3.

### 5.1.3 Blutparameter

#### **Hämoglobinkonzentrationen**

Als relevanter Blutparameter war die postoperative Hämoglobinkonzentration signifikant, um eine postoperative Komplikation zu erleiden.

Es ist bekannt, dass eine perioperative Anämie zu erhöhten Komplikations- und Morbiditätsraten, zu längeren Krankenhausaufenthalten und schlechterem 30-Tage-Outcome nach elektiven Wirbelsäulenoperationen führt (Seicean, Seicean et al. 2013, Burton, A'Court et al. 2018, Sim, Sim et al. 2018).

Die präoperative Anämie bei Patienten, die sich größeren chirurgischen Eingriffen unterziehen, werden mit schlechteren Ergebnissen in Verbindung gebracht (Muñoz, Laso-Morales et al. 2017) und ist darüber hinaus ein Risikofaktor für einen Anstieg der Morbidität und Mortalität (Müller, Fischer et al. 2014). In Studien zum Einfluss der präoperativen Anämie auf das Ergebnis bei Herzoperationen bei Erwachsenen wurde die präoperative Anämie ebenfalls als Risikofaktor für eine schwere Morbidität und Mortalität bei diesen Operationen beschrieben (Karkouti, Wijeyesundera et al. 2008, Ranucci, Conti et al. 2010, Boening, Boedeker et al. 2011, Ranucci, Di Dedda et al. 2012).

Eine Anämie prä- und postoperativ führt zu längeren stationären Aufenthalten, wobei präoperative Anämie alleine nicht zu höheren Komplikationsraten führt, da diese wahrscheinlich während der Operation transfundiert werden (Seicean, Seicean et al. 2013, Kim, Edelstein et al. 2014, Phan, Dunn et al. 2017, Phan, Wang et al. 2017).

Diese Beobachtungen konnten auch in dieser Studie nachgewiesen werden: Eine postoperative Anämie wurde mit längeren Krankenhausaufenthalten assoziiert (Median 9 Tage versus 2 Tage ohne Anämie) und die Patienten hatten ein signifikant höheres Risiko für postoperative Komplikationen. Zu einer gleichbedeutenden Schlussfolgerung sind auch Sachdeva and Carmouche (2020) gekommen. Bei ihrer Untersuchung von geriatrischen Patienten, die sich einer minimal invasiven Lendenwirbelsäulenfusion unterzogen haben, hat sich gezeigt, dass eine postoperative Anämie zu einer verlängerten Verweildauer führte.

Purvis, Goodwin et al. (2018) konnten bei Patienten mit Wirbelsäulenchirurgie und einer Veränderung des Hämoglobinspiegels ein erhöhtes Risiko perioperativer Komplikationen und Krankenhausinfektionen zeigen.

Nach einem Eingriff waren im vorliegendem Patientenkollektiv 11% (47 von 526) Patienten im MRI-Normbereich und 20% von ihnen haben eine postoperative Komplikation entwickelt. Demgegenüber war die postoperative Komplikationsrate bei einem postoperativen Hämoglobinwert unter der Norm bei 26,8%. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Sterblichkeit. 10,1% der Patienten mit postoperativer Anämie verstarben, dem gegenüber nur 2,1% der Patienten im Normbereich. Im Median waren Eingriffe in der Norm um 59 Minuten kürzer (136 gegenüber 77 Minuten).

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass bei Eingriffen an der Wirbelsäule ein Auftransfundieren der Patienten sinnvoll scheint, um möglicherweise die Inzidenz von postoperativen Komplikationen zu reduzieren und einen positiven Einfluss auf das postoperative Outcome zu erzielen. Allerdings konnte ein eindeutiger Nutzen eines strikten Einhaltens des Hämoglobin-Wertes in Studien bisher noch nicht bewiesen werden. Letztendlich ist auch noch die Frage zu klären, welche Grenzwerte für einen tolerablen postoperativen Hämoglobin-Wert angenommen werden sollten.

### **Präoperative Blutwerte**

Neben der präoperativen Hämoglobinkonzentration erwies sich auch der präoperative Spiegel für Kreatinin im vorliegenden Patientenkollektiv als signifikanter Einflussfaktor von postoperativen Komplikationen im vorliegenden Patientenkollektiv.

So konnten Tominaga, Setoguchi et al. (2016) ebenfalls zeigen, dass neben einer größeren Anzahl von vorangegangenen Operationen und das Vorhandensein von Methicillin-resistentem *Staphylococcus aureus*, ein niedriger präoperativer Hämoglobin-Spiegel und ein hohes präoperatives Kreatinin das Risiko zur Entfernung von Instrumenten nach Wundinfektionen steigert.

Weiterführend konnte bei posterolateraler lumbaler Fusion abnormale Natrium-, Kreatinin- und Thrombozyten-Werte mit verschiedenen Komplikationen in Verbindung gebracht werden (Lakomkin, Goz et al. 2018).

Um den Nutzen präoperativer Laboratorien bei der Vorhersage postoperativer Komplikationen zu beurteilen bedarf es weiterer Studien, und es legt die Empfehlung nahe, das präoperative Kreatinin und den Hämoglobin-Spiegel zu überwachen.

## 5.2 Nebendiagnosen

In der vorliegenden Studie entwickelten Patienten mit diagnostiziertem metastasiertem Tumor oder Vorhofflimmern häufiger postoperative Komplikationen als Patienten ohne Vorerkrankungen.

### 5.2.1 Vorhofflimmern

Vorhofflimmern erhöht das Risiko für Schlaganfälle und thrombotische Episoden signifikant (Reddy, Taha et al. 2017) und ist sowohl nach nicht kardialer Chirurgie (Oesterle, Weber et al. 2018) als auch bei kardialer Chirurgie häufig (Greenberg, Lancaster et al. 2017). Der Umfang und die Auswirkungen von Vorhofflimmern sind breit, da es die Herzfunktion, den Funktionsstatus und die Lebensqualität beeinträchtigen kann (Westerman and Wenger 2019). Die meisten Studien zeigen Vorhofflimmern als Komplikation nach einer Operation und nicht als signifikanten Risikofaktor, eine Komplikation zu erleiden (Yadava, Hughey et al. 2016, Greenberg, Lancaster et al. 2017, Oesterle, Weber et al. 2018).

In dieser Studie konnte ein präoperativ vorhandenes Vorhofflimmern als signifikanten Prädiktor einer postoperativen Komplikation nachgewiesen werden. Dabei waren in diesem Patientenkollektiv die häufigsten chirurgischen postoperativen Komplikationen Nachblutungen (28%) und Wundheilungsstörungen (22%), wobei die gerinnungshemmende Medikation in den meisten Fällen perioperativ abgesetzt wurde. In der Literatur steigt die Prävalenz zu Vorhofflimmern auch mit dem Alter und dem Gewicht der Patienten (Gutierrez and Blanchard 2016, Ling, Kistler et al. 2016, Lavie, Pandey et al. 2017, Staerk, Sherer et al. 2017).

Dies lässt den Schluss zu, dass bei Eingriffen an der Wirbelsäule gefährdete Patienten präoperativ zu identifizieren sind, um möglicherweise vor der Operation entgegenzuwirken oder postoperativ zusätzliche Aufmerksamkeit zu schenken.

## 5.2.2 Tumor

Der „Spine Tango Annual Report 2017“, in dem 113.000 Wirbelsäulenoperationen dokumentiert wurden, zeigte, dass die Ursache für Operation im Allgemeinen 79,9% degenerative Erkrankungen waren, gefolgt von 6,3% Reoperationen, 3,7% Frakturen oder Traumata und nur 2,4% Tumoren (Zweig, Luca et al. 2017). Im vorliegenden Kollektiv wurden 16% der Patienten mit dem Ziel einer Tumorresektion in der Wirbelsäule operiert und 16,5 % aufgrund der mit einem Tumor verbundenen Komplikationen wie beispielsweise eine Fraktur.

Die Abweichung der Grunderkrankungen lässt sich durch den gesetzten klinischen Schwerpunkt der Neurochirurgischen Klinik der TUM am MRI erklären, da es ein interdisziplinäres Zentrum zur Behandlung neurovaskulärer Erkrankungen, funktioneller Neurochirurgie, Schmerztherapie, Wirbelsäulenchirurgie, Notfallversorgung und Neuroonkologie ist.

Die Wirbelsäule ist die häufigste Stelle für Skelettmetastasen, und viele von ihnen treten davon im Wirbelkörper auf. Dadurch sind Patienten für pathologische Frakturen prädisponiert (Krishnaney, Steinmetz et al. 2004). Darüber hinaus schätzen einige Studien, dass zwischen 10 - 40% aller Krebspatienten im Verlauf ihrer Krankheit an Wirbelsäulenmetastasen leiden und dass Wirbelsäulenmetastasen zwei Drittel aller Fälle von Knochenmetastasen ausmachen (Ortiz Gómez 1995, Walsh, Gokaslan et al. 1997, Laghari, Siddiqui et al. 2019).

Amelot, Terrier et al. (2019) konnten feststellen, dass einige Tumoren eine signifikante Neigung zur Lokalisierung auf bestimmten Wirbelebenen aufweisen, und nach Bucholtz (1999) ist die höhere Inzidenz von Wirbelsäulenmetastasen in der Brustwirbelsäule auf die höhere Anzahl von Wirbeln und den kleinen Kanaldurchmesser zurückzuführen.

Die Vermutung liegt nahe, dass die größere Anzahl von operierten Höhen, die damit verbundene Komplexität und die zu verwendende Instrumentierung das Risiko von Komplikationen steigert. Jedoch beschreibt die Literatur meist nur die Komplikationen für eine Operationstechnik oder eine Komplikationsart.

So standen in einer Studie zu Risikofaktoren für Wundkomplikationen nach Primärtumoroperationen von Schilling, Ehresman et al. (2020) die Tumorhistologie und die Lokalisation mit Komplikationen im Zusammenhang. Des Weiteren waren Risikofaktoren bei metastasierenden Tumoren mehrere vorangegangene Behandlungen und die Anzahl der Begleiterkrankungen.

Bei einer Studie zu den Risikofaktoren für postoperative Komplikationen und Reoperationen bei Wirbelsäulenmetastasen erwiesen sich unter anderem drei oder mehr operierte Höhen und zusätzliche Komorbiditäten als unabhängige Variablen. Zusätzlich waren 30-Tage-Komplikationen mit einer schlechteren Überlebensrate verbunden. (Paulino Pereira, Ogink et al. 2019)

Darüber hinaus waren bei einer Studie zu den Risikofaktoren über Morbidität und Mortalität nach 30 Tagen - bei extraduraler Tumorsektion der Lendenwirbelsäule - die Komplikationen unabhängig mit präoperativer Anämie und einer Operationszeit größer als vier Stunden, assoziiert (Sarkiss, Hersh et al. 2018).

Zusammenfassend hängt das Überleben von der primären Tumorhistologie, dem systemischen Krankheitsstatus und den Komorbiditäten der Patienten ab (Bilsky, Laufer et al. 2009, Laufer, Rubin et al. 2013, Joaquim, Powers et al. 2015).

### 5.2.3 Body Mass Index

Typische Nebendiagnosen, die bei Operationen an der Wirbelsäule zu Komplikationen führen können, sind zum Beispiel BMI, ASA-Score, Nikotinabusus, regelmäßiger Alkoholabusus oder Co-Medikamente (Boudissa, Lebecque et al. 2016, Soroceanu, Burton et al. 2016, Kim, Arvind et al. 2018, Sebaaly, Shedid et al. 2018). Diese Risikofaktoren erwiesen sich – im Hinblick auf die Inzidenz von Komplikationen – hingegen in der vorliegenden Studie als nicht signifikant. Allerdings mussten sich Patienten mit höherem BMI häufiger Revisionsoperationen unterziehen.

Fettleibigkeit als Komorbidität in der Wirbelsäulenpathologie kann das Risiko von Komplikationen nach einer chirurgischen Behandlung erhöhen (Jackson and Devine 2016). Jedoch ist über die Schwelle des Body Mass Index, ab der die Fettleibigkeit klinisch relevant wird und die genaue Art des Effekts noch wenig bekannt (Bono, Poorman et al. 2018). In der zugrundeliegenden Studie gab es keinen Zusammenhang zwischen erhöhtem BMI und gesteigertem Risiko einer Komplikation weder während der Operation noch danach. In anderen Studien ist bei Patienten mit erhöhtem BMI ein signifikanter Anstieg der Komplikationen zu verzeichnen (Seicean, Alan et al. 2014, Bono, Poorman et al. 2018, Goyal, Elminawy et al. 2019). Außerdem konnten Bono, Poorman et al. zeigen, dass man bei Patienten mit einem BMI  $\geq 35$  nach einer Lendenwirbelsäulenoperation einen signifikanten Anstieg der Komplikationen, insbesondere der Infektion und der chirurgischen Komplikationen, verzeichnete, und diese Rate mit einem BMI  $\geq 40$  weiter zunimmt.

In einer Studie von Djurasovic, Bratcher et al. (2008) erzielten übergewichtige Patienten, die sich einer lumbalen Fusion unterziehen, ähnliche Vorteile wie nicht übergewichtige Patienten, jedoch traten wundbedingte Komplikationen bei adipösen Patienten häufiger auf. Dies spiegelte sich auch in der vorliegenden Studie, bei der Wundheilungsstörung und Nachblutung häufig zu Revisionen führten, wider.

Die der Arbeit zugrunde liegenden Ergebnisse legen nahe, dass sich adipöse Patienten einer operativen Intervention ohne gesteigertes Risiko unterziehen können.

In zukünftigen Untersuchungen in diesem Bereich sollten Strategien entwickelt werden, um eine Verbesserung der Ergebnisse für adipöse Patienten zu entwickeln, zum Beispiel auch eine kontrollierte präoperative Gewichtsabnahme.



## 5.3 Chirurgische Maßnahmen

Die Operationsdauer sowie der Blutverlust während der Operation korrelierten stark mit intra- und postoperativen Komplikationen sowie Revisionseingriffen. Ebenfalls korrelierten die Dauer des Krankenhausaufenthalts sowie das Entlassungsziel mit höheren Komplikationsraten.

Der Einsatz unterschiedlicher Navigationsgeräte hatte hingegen keinen Einfluss auf die Reduzierung von Komplikationen. Jedoch konnten Fichtner, Hofmann et al. (2018) in einer Studie zeigen, dass die Verwendung eines 3D-Navigationsgerätes zu einer signifikanten Reduzierung der Fehlpositionierung von Pedikelschrauben führt.

### 5.3.1 Operationsdauer

Der Zusammenhang von Operationsdauer und Komplikationen wurde auch schon in anderen Studien untersucht, welche – wie in der vorliegenden Studie – eine signifikante Korrelation zwischen diesen beiden Parameter nachweisen konnten (Cheng, Clymer et al. 2018, Ravi, Pincus et al. 2018, Sun, Mello et al. 2019).

Darüber hinaus konnten Cheng, Clymer et al. (2018) in einer systematischen Überprüfung und Metaanalyse von 4556 Studien bei verlängerter Operationsdauer eine Auswirkung auf die Komplikationen feststellen. Sie zeigten, dass die Wahrscheinlichkeit von Komplikationen mit längerer Operationsdauer signifikant zunahm und sich bei Operationszeitschwellen über 2 Stunden ungefähr verdoppelte. Die Metaanalysen zeigten außerdem eine um 14% erhöhte Komplikationswahrscheinlichkeit pro 30 Minuten zusätzlicher Operationszeit.

Weiterführend konnten Studien zeigen, dass die Operationsdauer ebenfalls mit Wundinfektionen - in der vorliegenden Studie eine häufige Komplikation und ein Grund für Revisionseingriffe – korreliert (Tominaga, Setoguchi et al. 2016). Ferner konnte eine Studie zu Infektionen an der Operationsstelle unkontrollierten Diabetes, Instrumentierung und eine lange Operationsdauer als bedeutende Risikofaktoren zeigen (Ojo, Owolabi et al. 2016). Ebenso konnte unter anderem eine verlängerte Operationsdauer als Risikofaktor bei postoperativem nichtpathologischem Fieber nach Wirbelsäulenoperationen ausgemacht werden (Seo, Park et al. 2017).

Weiters wurde in einer Metaanalyse für das Risiko der Entwicklung eines Delirs nach einer Wirbelsäulenoperation von 645 Patienten - die 65 Jahre oder älter waren - gezeigt, dass bei einer Inzidenzrate von 13,0% zum Beispiel neben Bluthochdruck, zerebrovaskuläre Erkrankungen oder Lungenerkrankungen auch die Dauer der Operation einen Risikofaktor darstellt (Baek, Kim et al. 2020).

Daraus lässt sich folgern, dass Bemühungen zur Verkürzung der Operationsdauer die Komplikationen der Patienten reduzieren.

### 5.3.2 Blutverlust

Ein übermäßiger Blutverlust ist mit einer erhöhten Komplikationsrate verbunden und führt zu gesteigerter Morbidität und Mortalität (Pennington, Ehresman et al. 2020). Es gibt einige Studien, die sich mit den Interventionen während einer Operation zur Minimierung des Blutverlusts auseinandersetzen und für diese verschiedenen Operationstechniken und Transfusion Schemata beschreiben (Bess and Lenke 2006, Qureshi, Puvanesarajah et al. 2017, Pennington, Ehresman et al. 2020), jedoch konnte in der vorliegenden Studie weder die Anzahl der Gabe von Erythrozytenkonzentraten, gefrorenen Frischplasma, Thrombozytenkonzentraten, Fibrinogen, Prothrombin-konzentraten, Tranexamsäure und Albumin einen Zusammenhang zu Komplikationen zeigen. Lediglich korrelierte die Tatsache, dass ein erhöhter Blutverlust signifikant mit einer erhöhten Komplikationsrate auftrat.

Die zugrunde liegende Erkrankung spielt eine wichtige Rolle bei der Bestimmung des Ausmaßes des Blutverlustes. So konnten Shapiro and Sethna (2004) nachweisen, dass Blutverlust bei Patienten, deren Skoliose mit einer neuromuskulären Erkrankung assoziiert ist, erheblich höher ist als bei Patienten der idiopathischen Kategorie. Es wird auch gezeigt, dass der Blutverlust mit zunehmender Anzahl von Wirbelniveaus, die in die Fusion einbezogen werden, und bei posterioren Fusionen im Vergleich zu anterioren Fusionen progressiv größer ist.

In der vorliegenden Studie geht die Grunderkrankung Tumor mit einem größeren Blutverlust einher. Die Operation eines metastasierten Wirbelsäulentumors kann mit einem erheblichen Blutverlust verbunden sein (Kumar, Zaw et al. 2016). Frühere Studien konnten zeigen, dass der Primärtumor, die Art und der Umfang der Operation und die verlängerte Operationszeit die wesentlichen Einflussfaktoren auf den Blutverlust sind (Solenkova, Lubnin et al. 2016, Pauyo, Verma et al. 2017).

Um signifikante Schwankungen des Blutverlustes besser kontrollieren zu können bedarf es weiterer Studien, um den zu erwartenden Verlust - basiert auf der Grunderkrankung, dem chirurgischen Zugang und der Operationszeit - genauer vorhersagen zu können.

### 5.3.3 Dauer des Krankenhausaufenthalts und Entlassungsziel

Chirurgische Komplikationen sind eines der häufigsten Merkmale, von denen berichtet wird, dass sie die Länge des Aufenthalts nach Wirbelsäuleneingriffen (Deyo, Cherkin et al. 1992, Clarke and Rosen 2001, Kilinger, Steinmetz et al. 2005) und anderen Operationen (Epps 2004, BuSaba and Schaumberg 2007, Arnold, Rice et al. 2011) beeinflussen.

Im Median konnten in der hier durchgeführten Studie die Patienten das Krankenhaus nach 7 Tagen wieder verlassen, wenn sie keine Komplikation erlitten und nach 15 Tagen bei Komplikationen. Bei Yadla, Malone et al. (2010) ließ sich ein ähnlicher Trend erkennen. Hier betrug die mediane Verweildauer 5 Tage für Patienten ohne Komplikationen, und der Aufenthalt war bei Patienten mit geringfügigen Komplikationen 10 Tage, sowie für Patienten mit schwerwiegenden Komplikationen 14 Tage.

Bei einer Analyse der Einflussfaktoren auf die Verweildauer bei Operationen an der Lendenwirbelsäule des deutschen Wirbelsäulenregisters betrug die mittlere Verweildauer  $11,9 \pm 6,0$  Tage. Unabhängige Faktoren, die die Länge des Aufenthalts beeinflussten, waren zum Beispiel ein erhöhtes Alter zum Zeitpunkt der Operation, ein höherer Body-Mass-Index und das Vorhandensein chirurgischer Komplikationen. (Herren, Aghayev et al. 2014)

Guan, Karsy et al. (2017) konnten zeigen, dass bei anteriorer zervikaler Korpektomie und Fusion postoperative Komplikationen, niedrigerer postoperativer Hämatokrit und zweizeitige Verfahren signifikant mit einer längeren Verweildauer verbunden waren. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Kanaan, Waitman et al. (2015) bei der Untersuchung von Operationen an der Lendenwirbelsäule.

Ein erhöhtes Alter und ein niedrigerer postoperativer Hämatokrit wurden ebenfalls in der zugrundeliegenden Studie mit einer längeren Verweildauer in Verbindung gebracht. So blieben ältere Patienten tendenziell länger in stationärer Obhut (Medianaufenthalt für Patienten unter 67 Jahren: 6 Tage gegenüber 10 Tagen für Patienten über 67 Jahre) als jüngere. Diese Ergebnisse spiegelten sich auch in anderen Studien wider (Aldoescu, Patrascu et al. 2015, Dasenbrock, Liu et al. 2015, Coelho, Cordeiro et al. 2018). Darüber hinaus konnte in einer Studie gezeigt werden, dass ein längerer Krankenhausaufenthalt ein unabhängiger Risikofaktor für höhere Morbidität älterer Patienten unabhängig von operativen oder konservativen Therapien ist (Shiban, Lange et al. 2020).

Ferner verlängern Wundheilungsstörungen - welche in der vorliegenden Studie eine häufige postoperative Komplikation innerhalb von 30 Tagen war - bei anderen Eingriffen wie zum Beispiel nach Hüftprothesenoperationen (Monge Jodra, Sainz de Los Terreros Soler et al. 2006) oder nach Kopf- und Halschirurgie (Lebo, Quimby et al. 2020) ebenfalls den Krankenhausaufenthalt.

Hinsichtlich der Veränderung des Entlassungszieles bei einer Komplikation konnte folgendes in der zu Grunde liegenden Studie festgestellt werden: Nach komplikationsfreien Operationen wurden die Patienten nach dem Krankenhausaufenthalt meist direkt nach Hause entlassen. Hingegen stieg auch die Zahl der anderen Entlassarten wie zum Beispiel in Rehabilitationseinrichtungen bei Patienten mit Komplikationen, wie auch in anderen Studien gezeigt werden konnte (Aldebeyan, Aoude et al. 2016, Vasquez, Chotai et al. 2017, Arrighi-Allisan, Neifert et al. 2019).

Mehrere Studien konnten nachweisen, dass eine positive Auswirkung auf das Outcome erzielt werden kann, wenn Patienten schneller entlassen werden. Dies hatte verbesserte Ergebnisse, geringere Morbidität und Komplikationen sowie eine höhere Patientenzufriedenheit zur Folge. (Elsarrag, Soldo et al. 2019, Soffin, Wetmore et al. 2019, Lubelski, Ehresman et al. 2020)

Weitere Studien sind erforderlich, um den günstigsten Zeitpunkt der Entlassung nach Operationen an der Wirbelsäule zu ermitteln.

## 5.4 Limitationen

Ein Schwachpunkt ergab sich bei der subjektiven Datenerhebung der Patienten. Insbesondere die funktionelle Einschränkung nach 3 bzw. 12 Monaten - dokumentiert in SF-12, ODI und Selbsteinschätzung zur Lebensqualität und Schmerzen - war nicht immer eindeutig der stattgefundenen Operation zuzuschreiben. Ebenfalls nicht berücksichtigt bei der Auswertung prognostischer Einflussfaktoren war das individuelle Verhalten nach der Operation, z. B. Einhaltung der Schonzeit oder die Rehabilitation sowie weitere Faktoren, die sich ebenfalls auf die Lebensqualität auswirken wie zum Beispiel Jobverlust, Trennung, Verlust von Angehörigen. Bei der Betrachtung der einzelnen Untergruppen wurden in die Vergleichsgruppen alle anderen Patienten eingeschlossen, auch wenn dies zur Folge hatte, dass sich das Patientenkollektiv dann überschneidet.

Darüber hinaus wurden sämtliche durchgeführte Operationen an der Wirbelsäule - ungeachtet ihres Komplexitätsgrades - in die Risikoanalyse einbezogen.

## 6 Zusammenfassung

Ziel der zugrundeliegenden Studie war es, Risikofaktoren für Komplikationen bei Operationen an der Wirbelsäule zu identifizieren. Als Datengrundlage dienten insgesamt 526 Patienten, die sich von November 2017 bis November 2018 in der Neurochirurgie des „Klinikum rechts der Isar“ einer Operation an der Wirbelsäule unterzogen haben und anhand des Operationsplans prospektiv ausgewählt wurden.

Als Risikofaktoren für intraoperative Komplikationen stellten sich ein erhöhter Blutverlust und eine verlängerte Operationsdauer als signifikant dar.

Risikofaktoren für die häufigsten postoperative Komplikationen wie Nachblutungen oder Wundheilungsstörungen waren ein niedriger postoperativer Karnofsky Performance Status, ein altersadjustierter Charlson Comorbidity Index, präoperative und postoperative Hämoglobinkonzentration, ein diagnostizierter metastasierter Tumor, Vorhofflimmern, ein erhöhte Operationsdauer, erhöhter Blutverlust und die Anzahl der operierten Höhen. Eine längere Krankenhausverweildauer war ebenfalls mit höheren Komplikationsraten assoziiert.

Zudem mussten sich Patienten mit höherem BMI häufiger einer Revisionsoperation unterziehen. Ebenfalls korrelierte ein erhöhter Blutverlust in der ersten OP, die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und ein metastasierter Tumor mit der Anzahl der Revisionsoperationen.

Die Gesamtmortalität nach einem Jahr betrug 9,1%, jedoch waren circa 70% alle Todesfälle auf den zugrunde liegenden Tumor zurückzuführen.

Zusätzlich zu der Risikoanalyse befasste sich die zugrundeliegende Studie mit der Lebensqualität der operierten Patienten. Es sollte untersucht werden, wie diese sich im Verlauf (vor der OP, sowie 3 und 12 Monaten danach) ändert. Es konnte gezeigt werden, dass die Mehrheit des vorliegenden Patientenguts von einer operativen Versorgung profitieren konnte und sich damit die Lebensqualität steigern lies.

## 7 Fazit und Ausblick

Die Inzidenz für Komplikationen nach Wirbelsäulenoperationen war in der vorliegenden Studie mit 4,9% intraoperativ und 25,7% postoperativ relativ vielversprechend.

Es konnte gezeigt werden, dass bei moderner Wirbelsäulen Chirurgie heutzutage auch Patienten mit Vorerkrankungen oder hohem Alter von einer operativen Versorgung profitieren und sich damit die Lebensqualität steigern lässt. Ebenfalls wiesen die Komplexität der stattgehabten Operation, unterschiedlichste und herausfordernde Ausgangssituationen, die Behinderung des Patienten oder suboptimale Blutwerte keine Signifikanz auf, sodass die OP Indikation heutzutage liberaler gestellt werden kann.

Diese Ergebnisse spiegeln die neuen Herausforderungen moderner neurochirurgischer Abteilungen von einer immer älter werdenden Bevölkerung mit degenerativen Erkrankungen, Tumorleiden oder erhöhter Rate der Patienten mit vorausgegangenen Wirbelsäulenoperationen wider.

Insbesondere unterstreichen unsere Untersuchungen die Bedeutung, gefährdete Patienten präoperativ zu identifizieren, um mögliche Gefährdungen vor der Operation entgegenzuwirken oder postoperativ zusätzliche Aufmerksamkeit zu schenken.

Während der Operation können Bemühungen zur Verkürzung der Operationsdauer und Reduzierung des Blutverlustes die Komplikationen für Patienten vermindern, wie diese Studie bestätigt. Nach der Operation sollte nach Möglichkeit die Vermeidung einer postoperativen Anämie, eine frühzeitige Mobilisierung und die Entlassung der Patienten angestrebt werden.

Zuletzt sei noch auf die Komplikation als Chance zur zukünftigen Fehlervermeidung und zur Verbesserung des Patientenschutzes hingewiesen.

Prospektive Studien sind erforderlich, um festzustellen, ob die Behandlung potenziell veränderbarer Risikofaktoren das Risiko von Nebenwirkungen senken kann.

## 8 Veröffentlichung von Teilergebnissen dieser Arbeit

Die Ergebnisse der zugrundeliegenden Studie wurden in der Fachzeitschrift „Scientific Reports“ unter dem Titel „Complications after spinal surgery – a single centre experience“ der Autorenschaft Nicole Lange, Thomas Stadtmüller, Stefanie Scheibel, Gerda Reischer, Arthur Wagner, Bernhard Meyer und Jens Gempt eingereicht.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Dissertation unterlag das Paper dem Review-Prozess (Submission Number 272f978b-d13b-44c3-8f9c-1ad3ecf3b5b7).

## 9 Literaturverzeichnis

- Akins, P. T., J. Harris, J. L. Alvarez, Y. Chen, E. W. Paxton, J. Bernbeck and K. H. Guppy: Risk Factors Associated With 30-day Readmissions After Instrumented Spine Surgery in 14,939 Patients: 30-day readmissions after instrumented spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 40/13 (2015): 1022-1032
- Aldebeyan, S., A. Aoude, M. Fortin, A. Nooh, P. Jarzem, J. Ouellet and M. H. Weber: Predictors of Discharge Destination After Lumbar Spine Fusion Surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 41/19 (2016): 1535-1541
- Aldoescu, S., T. Patrascu and I. Brezean: Predictors for length of hospital stay after inguinal hernia surgery. *J Med Life* 8/3 (2015): 350-355
- Amelot, A., L. M. Terrier, J. Cristini, L. R. LeNail, K. Buffenoir, H. Pascal-Moussellard, R. Bonaccorsi and B. Mathon: Approaching spinal metastases spread profile. *Surg Oncol* 31 (2019): 61-66
- Arnold, P. M., L. R. Rice, K. K. Anderson, J. K. McMahon, L. M. Connelly and D. C. Norvell: Factors affecting hospital length of stay following anterior cervical discectomy and fusion. *Evid Based Spine Care J* 2/3 (2011): 11-18
- Arrighi-Allisan, A. E., S. N. Neifert, J. S. Gal, B. C. Deutsch and J. M. Caridi: Discharge Destination as a Predictor of Postoperative Outcomes and Readmission Following Posterior Lumbar Fusion. *World Neurosurg* 122 (2019): 139-146
- Bach, F., B. H. Larsen, K. Rohde, S. E. Børgesen, F. Gjerris, T. Bøge-Rasmussen, N. Agerlin, B. Rasmusson, P. Stjernholm and P. S. Sørensen: Metastatic spinal cord compression. Occurrence, symptoms, clinical presentations and prognosis in 398 patients with spinal cord compression. *Acta Neurochir (Wien)* 107/1-2 (1990): 37-43
- Baek, W., Y. M. Kim and H. Lee: Risk Factors of Postoperative Delirium in Older Adult Spine Surgery Patients: A Meta-Analysis. *Aorn j* 112/6 (2020): 650-661
- Bakar, D., J. E. Tanenbaum, K. Phan, V. J. Alentado, M. P. Steinmetz, E. C. Benzel and T. E. Mroz: Decompression surgery for spinal metastases: a systematic review. 41/2 (2016): E2
- Bernstein, D. N., C. Thirukumaran, A. Saleh, R. W. Molinari and A. Mesfin: Complications and Readmission After Cervical Spine Surgery in Elderly Patients: An Analysis of 1786 Patients. *World Neurosurg* 103 (2017): 858-868
- Bess, R. S. and L. G. Lenke: Blood loss minimization and blood salvage techniques for complex spinal surgery. *Neurosurg Clin N Am* 17/3 (2006): 227-234
- Bilsky, M. H., I. Laufer and S. Burch: Shifting Paradigms in the Treatment of Metastatic Spine Disease. *Spine* 34 (2009): 22
- Boening, A., R. H. Boedeker, C. Scheibelhut, J. Rietzschel, P. Roth and M. Schönburg: Anemia before coronary artery bypass surgery as additional risk factor increases the perioperative risk. *Ann Thorac Surg* 92/3 (2011): 805-810



- Bono, O. J., G. W. Poorman, N. Foster, C. M. Jalai, S. R. Horn, J. Oren, A. Soroceanu, S. Ramachandran, T. E. Purvis, D. Jain, S. Vira, B. G. Diebo, B. Line, D. M. Sciubba, T. S. Protopsaltis, A. J. Buckland, T. J. Errico, V. Lafage, S. Bess and P. G. Passias: Body mass index predicts risk of complications in lumbar spine surgery based on surgical invasiveness. *Spine J* 18/7 (2018): 1204-1210
- Boudissa, M., J. Lebecque, L. Boissière, O. Gille, V. Pointillart, I. Obeid and J. M. Vital: Early reintervention after anterior cervical spine surgery: Epidemiology and risk factors: A case-control study. *Orthop Traumatol Surg Res* 102/4 (2016): 485-488
- Breivik, E. K., G. A. Bjornsson and E. Skovlund: A comparison of pain rating scales by sampling from clinical trial data. *Clin J Pain* 16/1 (2000): 22-28
- Broderick, J. P., O. Adeoye and J. Elm: Evolution of the Modified Rankin Scale and Its Use in Future Stroke Trials. *Stroke* 48/7 (2017): 2007-2012
- Bucholtz, J. D.: Metastatic epidural spinal cord compression. *Semin Oncol Nurs* 15/3 (1999): 150-159
- Bühren, V. and C. Josten: *Chirurgie der verletzten Wirbelsäule: Frakturen, Instabilitäten, Deformitäten*. Berlin, Springer (2013)
- Bühren, V. and C. Josten: *Struktur und Organisation eines Wirbelsäulenzentrums. Chirurgie der verletzten Wirbelsäule: Frakturen, Instabilitäten, Deformitäten*. V. Bühren and C. Josten. Berlin, Springer (2013): 1-4
- Bullinger, M.: German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: Preliminary results from the IQOLA project. *Social Science & Medicine* 41/10 (1995): 1359-1366
- Bullinger, M. and I. Kirchberger: *SF-36, Fragebogen zum Gesundheitszustand*. Göttingen [u.a.], Hogrefe (1998)
- Bullinger, M., U. Ravens-Sieberer and J. Siegrist: *Gesundheitsbezogene Lebensqualität in der Medizin - eine Einführung. Lebensqualitätsforschung aus medizinischer und-soziologischer Perspektive*. M. Bullinger, J. Siegrist and U. Ravens-Sieberer. Göttingen, Hogrefe (2000): 11-21
- Burton, B. N., A. M. A'Court, E. Y. Brovman, M. J. Scott, R. D. Urman and R. A. Gabriel: Optimizing Preoperative Anemia to Improve Patient Outcomes. *Anesthesiol Clin* 36/4 (2018): 701-713
- BuSaba, N. Y. and D. A. Schaumberg: Predictors of prolonged length of stay after major elective head and neck surgery. *Laryngoscope* 117/10 (2007): 1756-1763
- Campbell, P. G., S. Yadla, R. Nasser, J. Malone, M. G. Maltenfort and J. K. Ratliff: Patient comorbidity score predicting the incidence of perioperative complications: assessing the impact of comorbidities on complications in spine surgery. *J Neurosurg Spine* 16/1 (2012): 37-43
- Carreon, L. Y., R. M. Puno, J. R. Dimar, 2nd, S. D. Glassman and J. R. Johnson: Perioperative complications of posterior lumbar decompression and arthrodesis in older adults. *J Bone Joint Surg Am* 85/11 (2003): 2089-2092

- Cereceda, L. E., A. Flechon and J. P. Droz: Management of vertebral metastases in prostate cancer: a retrospective analysis in 119 patients. *Clin Prostate Cancer* 2/1 (2003): 34-40
- Charlson, M., T. P. Szatrowski, J. Peterson and J. Gold: Validation of a combined comorbidity index. *Journal of Clinical Epidemiology* 47/11 (1994): 1245-1251
- Charlson, M. E., P. Pompei, K. L. Ales and C. R. MacKenzie: A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 40/5 (1987): 373-383
- Cheng, H., J. W. Clymer, B. Po-Han Chen, B. Sadeghirad, N. C. Ferko, C. G. Cameron and P. Hinoul: Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis. *J Surg Res* 229 (2018): 134-144
- Clarençon, F., B. Law-Ye, P. Bienvenot, É. Cormier and J. Chiras: The Degenerative Spine. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 24/3 (2016): 495-513
- Clarke, A. and R. Rosen: Length of stay. How short should hospital care be? *Eur J Public Health* 11/2 (2001): 166-170
- Clarke, M. J., C. A. Molina, D. R. Fournery, C. G. Fisher, Z. L. Gokaslan, M. H. Schmidt, L. D. Rhines, M. G. Fehlings, I. Laufer, S. R. Patel, Y. R. Rampersaud, J. Reynolds, D. Chou, C. Bettegowda, E. Mendel, M. H. Weber and D. M. Sciubba: Systematic Review of the Outcomes of Surgical Treatment of Prostate Metastases to the Spine. *Global Spine J* 7/5 (2017): 460-468
- Clarke, M. J. and F. D. Vrionis: Spinal tumor surgery: management and the avoidance of complications. *Cancer Control* 21/2 (2014): 124-132
- Coelho, R. F., M. D. Cordeiro, G. P. Padovani, R. Localli, L. Fonseca, J. J. Pontes, G. B. Guglielmetti, M. Srougi and W. C. Nahas: Predictive factors for prolonged hospital stay after retropubic radical prostatectomy in a high-volume teaching center. *Int Braz J Urol* 44/6 (2018): 1089-1105
- Constans, J. P., E. de Divitiis, R. Donzelli, R. Spaziante, J. F. Meder and C. Haye: Spinal metastases with neurological manifestations. Review of 600 cases. *J Neurosurg* 59/1 (1983): 111-118
- Crnalic, S., R. Löfvenberg, A. Bergh, A. Widmark and C. Hildingsson: Predicting survival for surgery of metastatic spinal cord compression in prostate cancer: a new score. *Spine (Phila Pa 1976)* 37/26 (2012): 2168-2176
- Dasenbrock, H. H., K. X. Liu, C. A. Devine, V. Chavakula, T. R. Smith, W. B. Gormley and I. F. Dunn: Length of hospital stay after craniotomy for tumor: a National Surgical Quality Improvement Program analysis. *Neurosurg Focus* 39/6 (2015): 12
- DePasse, J. M., W. Durand and A. H. Daniels: Predictors of Nonneurologic Complications and Increased Length of Stay After Cervical Spine Osteotomy. *World Neurosurg* 118 (2018): 727-730
- Deutsche Rentenversicherung: Die richtige Altersrente für Sie. *Rente* 15 (2020)
- Deyo, R. A., D. C. Cherkin, J. D. Loeser, S. J. Bigos and M. A. Ciol: Morbidity and mortality in association with operations on the lumbar spine. The influence of age, diagnosis, and procedure. *J Bone Joint Surg Am* 74/4 (1992): 536-543

- Djurasovic, M., K. R. Bratcher, S. D. Glassman, J. R. Dimar and L. Y. Carreon: The effect of obesity on clinical outcomes after lumbar fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 33/16 (2008): 1789-1792
- DWG: Richtlinie zur Zertifizierung von Wirbelsäulenzentren und -einrichtungen (2017)
- Elsarrag, M., S. Soldozy, P. Patel, P. Norat, J. D. Sokolowski, M. S. Park, P. Tvrđik and M. Y. S. Kalani: Enhanced recovery after spine surgery: a systematic review. *Neurosurg Focus* 46/4 (2019): 3
- Epps, C. D.: Length stay, discharge disposition, and hospital charge predictors. *Aorn j* 79/5 (2004): 975-976, 979-981, 984-997
- Fairbank, J. C. T., J. Couper, J. B. Davies and J. P. O'Brien: The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy* 66/8 (1980): 271-273
- Fairbank, J. C. T. and P. B. Pynsent: The Oswestry Disability Index. *Spine* 25/22 (2000): 2940-2953
- Feinstein, A. R.: The Pre-Therapeutic Classification Of Co-morbidity In Chronic Disease. *J Chronic Dis* 23/7 (1970): 455-468
- Fichtner, J., N. Hofmann, A. Rienmüller, N. Buchmann, J. Gempt, J. S. Kirschke, F. Ringel, B. Meyer and Y. M. Ryang: Revision Rate of Misplaced Pedicle Screws of the Thoracolumbar Spine-Comparison of Three-Dimensional Fluoroscopy Navigation with Freehand Placement: A Systematic Analysis and Review of the Literature. *World Neurosurg* 109 (2018): 24-32
- Fraccaro, P., E. Kontopantelis, M. Sperrin, N. Peek, C. Mallen, P. Urban, I. E. Buchan and M. A. Mamas: Predicting mortality from change-over-time in the Charlson Comorbidity Index: A retrospective cohort study in a data-intensive UK health system. *Medicine* 95/43 (2016): 4973-4973
- Fu, K.-M. G., J. S. Smith, D. W. Polly, J. H. Perra, C. A. Sansur, S. H. Berven, P. A. Broadstone, T. J. Choma, M. J. Goytan, H. H. Noordeen, D. R. Knapp, R. A. Hart, R. D. Zeller, W. F. Donaldson, O. Boachie-Adjei and C. I. Shaffrey: Morbidity and mortality in the surgical treatment of 10,329 adults with degenerative lumbar stenosis. *Journal of Neurosurgery Spine* 12/5 (2010): 443-446
- Gallucci, M., N. Limbucci, A. Paonessa and A. Splendiani: Degenerative disease of the spine. *Neuroimaging Clin N Am* 17/1 (2007): 87-103
- Gerhardt, J., S. Bette, I. Janssen, J. Gempt, B. Meyer and Y. M. Ryang: Is Eighty the New Sixty? Outcomes and Complications after Lumbar Decompression Surgery in Elderly Patients over 80 Years of Age. *World Neurosurg* 112 (2018): 555-560
- Goyal, A., M. Elminawy, P. Kerezoudis, V. M. Lu, Y. Yolcu, M. A. Alvi and M. Bydon: Impact of obesity on outcomes following lumbar spine surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clin Neurol Neurosurg* 177 (2019): 27-36
- Greenberg, J. W., T. S. Lancaster, R. B. Schuessler and S. J. Melby: Postoperative atrial fibrillation following cardiac surgery: a persistent complication. *Eur J Cardiothorac Surg* 52/4 (2017): 665-672

- Guan, J., M. Karsy, M. H. Schmidt, A. T. Dailey and E. F. Bisson: Multivariable analysis of factors affecting length of stay and hospital charges after single-level corpectomy. *J Clin Neurosci* 44 (2017): 279-283
- Guerin, P., A. B. El Fegoun, I. Obeid, O. Gille, L. Lelong, S. Luc, A. Bourghli, J. C. Cursolle, V. Pointillart and J. M. Vital: Incidental durotomy during spine surgery: incidence, management and complications. A retrospective review. *Injury* 43/4 (2012): 397-401
- Gutierrez, C. and D. G. Blanchard: Diagnosis and Treatment of Atrial Fibrillation. *Am Fam Physician* 94/6 (2016): 442-452
- Hacquebord, J., A. M. Cizik, S. H. Malempati, M. A. Konodi, R. J. Bransford, C. Bellabarba, J. Chapman and M. J. Lee: Medicaid status is associated with higher complication rates after spine surgery. *Spine* 38/16 (2013): 1393-1400
- Hashmi, A., M. Guckenberger, R. Kersh, P. C. Gerszten, F. Mantel, I. S. Grills, J. C. Flickinger, J. H. Shin, D. K. Fahim, B. Winey, K. Oh, B. C. John Cho, D. Létourneau, J. Sheehan and A. Sahgal: Re-irradiation stereotactic body radiotherapy for spinal metastases: a multi-institutional outcome analysis. *J Neurosurg Spine* 25/5 (2016): 646-653
- Hemmer, C.: Surgical Complications Associated With Cervical Spine Surgery. *Orthop Nurs* 37/6 (2018): 348-354
- Herren, C., E. Aghayev, T. Kaulhausen, C. Roeder, F. Meyer, J. Siewe and R. Sobottke: Influencing factors on the length of stay in lumbar spine surgery : analysis of the German spine registry. *Orthopade* 43/12 (2014): 1043-1051
- Hijji, F. Y., A. S. Narain, D. D. Bohl, J. Ahn, W. W. Long, J. V. DiBattista, K. T. Kudaravalli and K. Singh: Lateral lumbar interbody fusion: a systematic review of complication rates. *Spine J* 17/10 (2017): 1412-1419
- Huehns, E. R. and E. M. Shooter: Human Haemoglobins. *Journal of medical genetics* 2/1 (1965): 48-90
- Igoumenou, V. G., A. F. Mavrogenis, A. Angelini, R. Baracco, A. Benzakour, T. Benzakour, M. Bork, F. Vazifehdan, U. Nena and P. Ruggieri: Complications of spine surgery for metastasis. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 30/1 (2020): 37-56
- Jackson, K. L., 2nd and J. G. Devine: The Effects of Obesity on Spine Surgery: A Systematic Review of the Literature. *Global Spine J* 6/4 (2016): 394-400
- Jammer, I., N. Wickboldt, M. Sander, A. Smith, M. J. Schultz, P. Pelosi, B. Leva, A. Rhodes, A. Hoefft, B. Walder, M. S. Chew and R. M. Pearse: Standards for definitions and use of outcome measures for clinical effectiveness research in perioperative medicine: European Perioperative Clinical Outcome (EPCO) definitions: A statement from the ESA-ESICM joint taskforce on perioperative outcome measures. *European Journal of Anaesthesiology (EJA)* 32/2 (2015): 88-105
- Japp, K. P.: Risiko. Bielefeld, Transcript (2000)
- Joaquim, A. F., A. Powers, I. Laufer and M. H. Bilsky: An update in the management of spinal metastases. *Arq Neuropsiquiatr* 73/9 (2015): 795-802

- Ju, D. G., P. L. Zadnik, M. L. Groves, L. Hwang, P. E. Kaloostian, J. P. Wolinsky, T. F. Witham, A. Bydon, Z. L. Gokaslan and D. M. Sciubba: Factors associated with improved outcomes following decompressive surgery for prostate cancer metastatic to the spine. *Neurosurgery* 73/4 (2013): 657-666
- Kanaan, S. F., L. R. Waitman, H. W. Yeh, P. M. Arnold, D. C. Burton and N. K. Sharma: Structural equation model analysis of the length-of-hospital stay after lumbar spine surgery. *Spine J* 15/4 (2015): 612-621
- Karkouti, K., D. N. Wijeyesundera and W. S. Beattie: Risk associated with preoperative anemia in cardiac surgery: a multicenter cohort study. *Circulation* 117/4 (2008): 478-484
- Karnofsky, D. A. and J. H. Burchenal: The clinical evaluation of chemotherapeutic agents in cancer. Evaluation of chemotherapeutic agents. C. M. MacLeod. New York, Columbia University Press (1949): 191–205
- Kilincer, C., M. P. Steinmetz, M. J. Sohn, E. C. Benzel and W. Bingaman: Effects of age on the perioperative characteristics and short-term outcome of posterior lumbar fusion surgery. *J Neurosurg Spine* 3/1 (2005): 34-39
- Kim, B. D., A. I. Edelstein, A. A. Patel, F. Lovecchio and J. Y. Kim: Preoperative anemia does not predict complications after single-level lumbar fusion: a propensity score-matched multicenter study. *Spine (Phila Pa 1976)* 39/23 (2014): 1981-1989
- Kim, J. S., V. Arvind, E. K. Oermann, D. Kaji, W. Ranson, C. Ukogu, A. K. Hussain, J. Caridi and S. K. Cho: Predicting Surgical Complications in Patients Undergoing Elective Adult Spinal Deformity Procedures Using Machine Learning. *Spine Deform* 6/6 (2018): 762-770
- Krishnaney, A. A., M. P. Steinmetz and E. C. Benzel: Biomechanics of metastatic spine cancer. *Neurosurg Clin N Am* 15/4 (2004): 375-380
- Kumar, N., A. S. Zaw, H. E. Khine, K. Maharajan, K. L. Wai, B. Tan, S. Mastura and R. Goy: Blood Loss and Transfusion Requirements in Metastatic Spinal Tumor Surgery: Evaluation of Influencing Factors. *Ann Surg Oncol* 23/6 (2016): 2079-2086
- Laghari, A. A., H. F. Siddiqui and M. S. Shamim: Role of Surgery in Spinal Metastases. *J Pak Med Assoc* 69/4 (2019): 598-599
- Lakomkin, N., V. Goz, J. S. Cheng, D. S. Brodke and W. R. Spiker: The utility of preoperative laboratories in predicting postoperative complications following posterolateral lumbar fusion. *Spine J* 18/6 (2018): 993-997
- Lange, N., P. Rothlauf, A.-K. Jörger, A. Wagner, B. Meyer and E. Shiban: Craniocervical trauma above the age of 90: are current prognostic scores sufficient? *Neurosurgical Review* 43/4 (2020): 1101-1107
- Laufer, I., D. G. Rubin, E. Lis, B. W. Cox, M. D. Stubblefield, Y. Yamada and M. H. Bilsky: The NOMS framework: approach to the treatment of spinal metastatic tumors. *Oncologist* 18/6 (2013): 744-751
- Lavie, C. J., A. Pandey, D. H. Lau, M. A. Alpert and P. Sanders: Obesity and Atrial Fibrillation Prevalence, Pathogenesis, and Prognosis: Effects of Weight Loss and Exercise. *J Am Coll Cardiol* 70/16 (2017): 2022-2035

- Lebo, N. L., A. E. Quimby, L. Caulley, K. Thavorn, N. Kekre, S. Brode and S. Johnson-Obaseki: Surgical Site Infection Affects Length of Stay After Complex Head and Neck Procedures. *Laryngoscope* (2020)
- Lee, C. S. and C. H. Jung: Metastatic spinal tumor. *Asian Spine J* 6/1 (2012): 71-87
- Lee, M. J., A. M. Cizik, D. Hamilton and J. R. Chapman: Predicting medical complications after spine surgery: a validated model using a prospective surgical registry. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 14/2 (2014): 291-299
- Lee, M. J., M. A. Konodi, A. M. Cizik, R. J. Bransford, C. Bellabarba and J. R. Chapman: Risk factors for medical complication after spine surgery: a multivariate analysis of 1,591 patients. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 12/3 (2012): 197-206
- Lee, M. J., M. A. Konodi, A. M. Cizik, M. A. Weinreich, R. J. Bransford, C. Bellabarba and J. Chapman: Risk factors for medical complication after cervical spine surgery: a multivariate analysis of 582 patients. *Spine* 38/3 (2013): 223-228
- Lequin, M. B., D. Verbaan, W. C. Jacobs, R. Brand, G. J. Bouma, W. P. Vandertop and W. C. Peul: Surgery versus prolonged conservative treatment for sciatica: 5-year results of a randomised controlled trial. *BMJ Open* 3/5 (2013)
- Li, J. X., K. Phan and R. Mobbs: Oblique Lumbar Interbody Fusion: Technical Aspects, Operative Outcomes, and Complications. *World Neurosurg* 98 (2017): 113-123
- Ling, L. H., P. M. Kistler, J. M. Kalman, R. J. Schilling and R. J. Hunter: Comorbidity of atrial fibrillation and heart failure. *Nat Rev Cardiol* 13/3 (2016): 131-147
- Lubelski, D., J. Ehresman, J. Feghali, J. Tanenbaum, A. Bydon, N. Theodore, T. Witham and D. M. Sciubba: Prediction calculator for nonroutine discharge and length of stay after spine surgery. *Spine J* 20/7 (2020): 1154-1158
- Lun, D. X., L. N. Xu, F. Wang, X. G. Yang, X. C. Yu, G. C. Zhang and Y. C. Hu: Prognostic Differences in Patients with Solitary and Multiple Spinal Metastases. *Orthop Surg* 11/3 (2019): 443-450
- Ma, X. L., X. W. Zhao, J. X. Ma, F. Li, Y. Wang and B. Lu: Effectiveness of surgery versus conservative treatment for lumbar spinal stenosis: A system review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg* 44 (2017): 329-338
- Makanji, H., A. J. Schoenfeld, A. Bhalla and C. M. Bono: Critical analysis of trends in lumbar fusion for degenerative disorders revisited: influence of technique on fusion rate and clinical outcomes. *Eur Spine J* 27/8 (2018): 1868-1876
- Mannion, A. F., A. Junge, J. C. Fairbank, J. Dvorak and D. Grob: Development of a German version of the Oswestry Disability Index. Part 1: cross-cultural adaptation, reliability, and validity. *Eur Spine J* 15/1 (2006): 55-65
- Mannion, A. F., A. Junge, D. Grob, J. Dvorak and J. C. T. Fairbank: Development of a German version of the Oswestry Disability Index. Part 2: sensitivity to change after spinal surgery. *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* 15/1 (2006): 66-73

- Martínez-Velilla, N., K. Cambra-Contin and B. Ibáñez-Beroiz: Comorbidity and prognostic indices do not improve the 5-year mortality prediction of components of comprehensive geriatric assessment in hospitalized older patients. *BMC Geriatr* 14 (2014): 64
- Melfi, C., E. Holleman, D. Arthur and B. Katz: Selecting a patient characteristics index for the prediction of medical outcomes using administrative claims data. *J Clin Epidemiol* 48/7 (1995): 917-926
- Monge Jodra, V., L. Sainz de Los Terreros Soler, C. Diaz-Agero Perez, C. M. Saa Requejo and N. Plana Farras: Excess length of stay attributable to surgical site infection following hip replacement: a nested case-control study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 27/12 (2006): 1299-1303
- Müller, M. M., D. Fischer, U. Stock, C. Geisen, B. Steffen, J. Nussbaumer and P. Meybohm: Patient blood management - The preoperative patient. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 49/4 (2014): 246-254
- Muñoz, M., M. J. Laso-Morales, S. Gómez-Ramírez, M. Cadellas, M. J. Núñez-Matas and J. A. García-Erce: Pre-operative haemoglobin levels and iron status in a large multicentre cohort of patients undergoing major elective surgery. *Anaesthesia* 72/7 (2017): 826-834
- Nasser, R., S. Yadla, M. G. Maltenfort, J. Harrop, D. G. Anderson, A. R. Vaccaro, A. Sharan and J. K. Ratliff: Complications in spine surgery. *13/2* (2010): 144
- Nater, A., L. A. Tetreault, B. Kopjar, P. M. Arnold, M. B. Dekutoski, J. A. Finkelstein, C. G. Fisher, J. C. France, Z. L. Gokaslan, L. D. Rhines, P. S. Rose, A. Sahgal, J. M. Schuster, A. R. Vaccaro and M. G. Fehlings: Predictive factors of survival in a surgical series of metastatic epidural spinal cord compression and complete external validation of 8 multivariate models of survival in a prospective North American multicenter study. *Cancer* 124/17 (2018): 3536-3550
- Oesterle, A., B. Weber, R. Tung, N. K. Choudhry, J. P. Singh and G. A. Upadhyay: Preventing Postoperative Atrial Fibrillation After Noncardiac Surgery: A Meta-analysis. *Am J Med* 131/7 (2018): 795-804
- Ojo, O. A., B. S. Owolabi, A. W. Oseni, O. O. Kanu and O. B. Bankole: Surgical site infection in posterior spine surgery. *Niger J Clin Pract* 19/6 (2016): 821-826
- Ortiz Gómez, J. A.: The incidence of vertebral body metastases. *Int Orthop* 19/5 (1995): 309-311
- Patel, N., B. Bagan, S. Vadera, M. G. Maltenfort, H. Deutsch, A. R. Vaccaro, J. Harrop, A. Sharan and J. K. Ratliff: Obesity and spine surgery: relation to perioperative complications. *6/4* (2007): 291
- Paulino Pereira, N. R., P. T. Ogink, O. Q. Groot, M. L. Ferrone, F. J. Hornicek, C. N. van Dijk, J. A. M. Bramer and J. H. Schwab: Complications and reoperations after surgery for 647 patients with spine metastatic disease. *Spine J* 19/1 (2019): 144-156
- Pauyo, T., N. Verma, Y. Marwan, A. Aoude, M. Khashan and M. H. Weber: Canadian Consensus for the Prevention of Blood Loss in Spine Surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 42/1 (2017): 50-55

- Pennington, Z., J. Ehresman, E. M. Westbroek, D. Lubelski, E. Cottrill and D. M. Sciubba: Interventions to minimize blood loss and transfusion risk in spine surgery: A narrative review. *Clin Neurol Neurosurg* 196 (2020): 106004
- Phan, K., A. E. Dunn, J. S. Kim, J. D. Capua, S. Somani, P. Kothari, N. J. Lee, J. Xu, J. E. Dowdell and S. K. Cho: Impact of Preoperative Anemia on Outcomes in Adults Undergoing Elective Posterior Cervical Fusion. *Global Spine J* 7/8 (2017): 787-793
- Phan, K., N. Wang, J. S. Kim, P. Kothari, N. J. Lee, J. Xu and S. K. Cho: Effect of Preoperative Anemia on the Outcomes of Anterior Cervical Discectomy and Fusion. *Global Spine J* 7/5 (2017): 441-447
- Pigou, A. C.: *The Economics of Welfare*. London, Macmillan (1932)
- Prescher, A.: Anatomy and pathology of the aging spine. *Eur J Radiol* 27/3 (1998): 181-195
- Purvis, T. E., C. R. Goodwin, C. A. Molina, S. M. Frank and D. M. Sciubba: Percentage change in hemoglobin level and morbidity in spine surgery patients. *J Neurosurg Spine* 28/3 (2018): 345-351
- Qureshi, R., V. Puvanesarajah, A. Jain and H. Hassanzadeh: Perioperative Management of Blood Loss in Spine Surgery. *Clin Spine Surg* 30/9 (2017): 383-388
- Rampersaud, Y., E. Moro, M. Neary, K. White, S. Lewis and E. Massicotte: Intraoperative adverse events and related postoperative complications in spine surgery: implications for enhancing patient safety founded on evidence-based protocols. *Spine* 31 (2006): 1503-1510
- Rankin, J.: Cerebral Vascular Accidents in Patients over the Age of 60: II. Prognosis. *Scottish Medical Journal* 2/5 (1957): 200-215
- Ranucci, M., D. Conti, S. Castelvechio, L. Menicanti, A. Frigiola, A. Ballotta and G. Pelissero: Hematocrit on cardiopulmonary bypass and outcome after coronary surgery in nontransfused patients. *Ann Thorac Surg* 89/1 (2010): 11-17
- Ranucci, M., U. Di Dedda, S. Castelvechio, L. Menicanti, A. Frigiola and G. Pelissero: Impact of preoperative anemia on outcome in adult cardiac surgery: a propensity-matched analysis. *Ann Thorac Surg* 94/4 (2012): 1134-1141
- Ravi, B., D. Pincus, D. Wasserstein, A. Govindarajan, A. Huang, P. C. Austin, R. Jenkinson, P. D. G. Henry, J. M. Paterson and H. J. Kreder: Association of Overlapping Surgery With Increased Risk for Complications Following Hip Surgery: A Population-Based, Matched Cohort Study. *JAMA Intern Med* 178/1 (2018): 75-83
- Reddy, V., W. Taha, S. Kundumadam and M. Khan: Atrial fibrillation and hyperthyroidism: A literature review. *Indian heart journal* 69/4 (2017): 545-550
- Renneberg, B. and S. Lippke: *Lebensqualität. Gesundheitspsychologie*. B. Renneberg and P. Hammelstein. Heidelberg, Springer Medizin Verlag (2006): 29-33
- Sachdeva, I. and J. J. Carmouche: Postoperative Anemia Predicts Length of Stay for Geriatric Patients Undergoing Minimally Invasive Lumbar Spine Fusion Surgery. *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 11 (2020): 2151459320911874



- Sarkiss, C. A., E. H. Hersh, T. R. Ladner, N. Lee, P. Kothari, N. Lakomkin and J. M. Caridi: Risk Factors for Thirty-Day Morbidity and Mortality in Extradural Lumbar Spine Tumor Resection. *World Neurosurg* 114 (2018): 1101-1106
- Schilling, A. T., J. Ehresman, S. Huq, A. K. Ahmed, D. Lubelski, E. Cottrill, Z. Pennington, J. H. Shin and D. M. Sciubba: Risk Factors for Wound-Related Complications After Surgery for Primary and Metastatic Spine Tumors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg* 141 (2020): 463, 467-478
- Schoenfeld, A. J., L. M. Ochoa, J. O. Bader and P. J. Belmont, Jr.: Risk factors for immediate postoperative complications and mortality following spine surgery: a study of 3475 patients from the National Surgical Quality Improvement Program. *J Bone Joint Surg Am* 93/17 (2011): 1577-1582
- Schumacher, J., A. Klaiberg and E. Brähler: Diagnostische Verfahren zu Lebensqualität und Wohlbefinden. Göttingen, Hogrefe (2003)
- Schwenzer-Zimmerer, K., N. Schwenzer and M. Ehrenfeld: Anamnese, Befunderhebung, Dokumentation und Aufklärung. Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde: Chirurgische Grundlagen. N. Schwenzer and M. Ehrenfeld. Stuttgart, Thieme. 4 (2008): 1-25
- Sebaaly, A., D. Shedid, G. Boubez, F. Zairi, M. Kanhonou, S. J. Yuh and Z. Wang: Surgical site infection in spinal metastasis: incidence and risk factors. *Spine J* 18/8 (2018): 1382-1387
- Seicean, A., N. Alan, S. Seicean, M. Worwag, D. Neuhauser, E. C. Benzel and R. J. Weil: Impact of increased body mass index on outcomes of elective spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 39/18 (2014): 1520-1530
- Seicean, A., S. Seicean, N. Alan, N. K. Schiltz, B. P. Rosenbaum, P. K. Jones, M. W. Kattan, D. Neuhauser and R. J. Weil: Preoperative anemia and perioperative outcomes in patients who undergo elective spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 38/15 (2013): 1331-1341
- Seo, J., J. H. Park, E. H. Song, Y. S. Lee, S. K. Jung, S. R. Jeon, S. C. Rhim and S. W. Roh: Postoperative Nonpathologic Fever After Spinal Surgery: Incidence and Risk Factor Analysis. *World Neurosurg* 103 (2017): 78-83
- Shapiro, F. and N. Sethna: Blood loss in pediatric spine surgery. *Eur Spine J* 13 Suppl 1 (2004): 6-17
- Shiban, E., N. Lange, P. Rothlauf, A.-K. Jörger, A. Wagner, Y.-M. Ryang, J. Lehmborg and B. Meyer: Inaccuracy of standard geriatric scores in nonagenarians following hospitalization for various spinal pathologies. *Neurosurgical Review* 43/2 (2020): 807-812
- Sim, Y. E., S. D. Sim, C. Seng, T. S. Howe, S. B. Koh and H. R. Abdullah: Preoperative Anemia, Functional Outcomes, and Quality of Life After Hip Fracture Surgery. *J Am Geriatr Soc* 66/8 (2018): 1524-1531
- Soffin, E. M., D. S. Wetmore, L. A. Barber, A. S. Vaishnav, J. D. Beckman, T. J. Albert, C. H. Gang and S. A. Qureshi: An enhanced recovery after surgery pathway: association with rapid discharge and minimal complications after anterior cervical spine surgery. *Neurosurg Focus* 46/4 (2019): 9

- Solenkova, A. V., A. Y. Lubnin, A. A. Imaev, N. A. Konovalov, T. P. Tissen, D. S. Asyutin, N. A. Dzyubanova, V. A. Korolishin and M. A. Martynova: Predicting, possible ways to reduce and correction of massiv intraoperative blood loss in spinal tumor surgery. *Anesteziol Reanimatol* 61/2 (2016): 84-90
- Soroceanu, A., D. C. Burton, J. H. Oren, J. S. Smith, R. Hostin, C. I. Shaffrey, B. A. Akbarnia, C. P. Ames, T. J. Errico, S. Bess, M. C. Gupta, V. Deviren, F. J. Schwab and V. Lafage: Medical Complications After Adult Spinal Deformity Surgery: Incidence, Risk Factors, and Clinical Impact. *Spine (Phila Pa 1976)* 41/22 (2016): 1718-1723
- Staerk, L., J. A. Sherer, D. Ko, E. J. Benjamin and R. H. Helm: Atrial Fibrillation: Epidemiology, Pathophysiology, and Clinical Outcomes. *Circ Res* 120/9 (2017): 1501-1517
- Staufer, A. and F. Staufer: Rechtliche Konsequenzen chirurgischer Komplikationen. Komplikationsmanagement in der Chirurgie: Allgemeinchirurgie - Viszeralchirurgie - Thoraxchirurgie. M. Rentsch, A. Khandoga, M. Angele and J. Werner. Berlin; Heidelberg, Springer (2015): 3-10
- Sun, E., M. M. Mello, C. A. Rishel, M. T. Vaughn, S. Kheterpal, L. Saager, L. A. Fleisher, E. J. Damrose, B. Kadry and A. B. Jena: Association of Overlapping Surgery With Perioperative Outcomes. *Jama* 321/8 (2019): 762-772
- Swann, M. C., K. S. Hoes, S. G. Aoun and D. L. McDonagh: Postoperative complications of spine surgery. Best practice & research. *Clinical anaesthesiology* 30/1 (2016): 103-120
- Szpruch, R. and Ł. Kikowski: The role of whole-body cryotherapy in the treatment of people with degenerative spine disease. *Wiad Lek* 71/8 (2018): 1474-1479
- Thakur, N. A., A. H. Daniels, J. Schiller, M. A. Valdes, J. K. Czerwein, A. Schiller, S. Esmende and R. M. Terek: Benign tumors of the spine. *J Am Acad Orthop Surg* 20/11 (2012): 715-724
- Thomas, A., T. Hollstein, S. Zwingenberger, K. D. Schaser and A. C. Disch: Intraoperative and late complications after spinal tumour resection and dorsoventral reconstruction. *Orthopade* 49/2 (2020): 157-168
- Tominaga, H., T. Setoguchi, Y. Ishidou, S. Nagano, T. Yamamoto and S. Komiya: Risk factors for surgical site infection and urinary tract infection after spine surgery. *Eur Spine J* 25/12 (2016): 3908-3915
- van Swieten, J. C., P. J. Koudstaal, M. C. Visser, H. J. Schouten and J. van Gijn: Interobserver agreement for the assessment of handicap in stroke patients. *Stroke* 19/5 (1988): 604-607
- Vasquez, R. A., S. Chotai, T. H. Freeman, H. F. Kay, J. S. Cheng, M. J. McGirt and C. J. Devin: Impact of Discharge Disposition on 30-Day Readmissions Following Elective Spine Surgery. *Neurosurgery* 81/5 (2017): 772-778
- Walsh, G. L., Z. L. Gokaslan, I. E. McCutcheon, M. T. Mineo, A. W. Yasko, S. G. Swisher, D. S. Schrupp, J. C. Nesbitt, J. B. Putnam, Jr. and J. A. Roth: Anterior approaches to the thoracic spine in patients with cancer: indications and results. *Ann Thorac Surg* 64/6 (1997): 1611-1618
- Ware, J., M. Kosinski and S. Keller: SF-12: How to Score the SF-12 Physical and Mental Health Summary Scales (1998)

- Ware, J. E., M. Kosinski and S. D. Keller: A 12-Item Short-Form Health Survey: Construction of Scales and Preliminary Tests of Reliability and Validity. *Medical Care* 34/3 (1996): 220-233
- Weinstein, J. N., J. D. Lurie, T. D. Tosteson, W. Zhao, E. A. Blood, A. N. A. Tosteson, N. Birkmeyer, H. Herkowitz, M. Longley, L. Lenke, S. Emery and S. S. Hu: Surgical compared with nonoperative treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis. four-year results in the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) randomized and observational cohorts. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 91/6 (2009): 1295-1304
- Westerman, S. and N. Wenger: Gender Differences in Atrial Fibrillation: A Review of Epidemiology, Management, and Outcomes. *Curr Cardiol Rev* 15/2 (2019): 136-144
- Whitehouse, S., J. Stephenson, V. Sinclair, J. Gregory, A. Tambe, R. Verma, I. Siddique and M. Saeed: A validation of the Oswestry Spinal Risk Index. *Eur Spine J* 25/1 (2016): 247-251
- Whitmore, R. G., J. Stephen, S. C. Stein, P. G. Campbell, S. Yadla, J. S. Harrop, A. D. Sharan, M. G. Maltenfort and J. K. Ratliff: Patient comorbidities and complications after spinal surgery: a societal-based cost analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 37/12 (2012): 1065-1071
- Whitmore, R. G., J. H. Stephen, C. Vernick, P. G. Campbell, S. Yadla, G. M. Ghobrial, M. G. Maltenfort and J. K. Ratliff: ASA grade and Charlson Comorbidity Index of spinal surgery patients: correlation with complications and societal costs. *Spine J* 14/1 (2014): 31-38
- WHO, W. H. O. D. o. M., Health, Prevention of Substance, Abuse: WHOQOL : measuring quality of life. Geneva, World Health Organization (1997)
- World Medical Association: World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA* 310/20 (2013): 2191-2194
- Yadava, M., A. B. Hughey and T. C. Crawford: Postoperative Atrial Fibrillation: Incidence, Mechanisms, and Clinical Correlates. *Heart Fail Clin* 12/2 (2016): 299-308
- Yadla, S., J. Malone, P. G. Campbell, M. G. Maltenfort, J. S. Harrop, A. D. Sharan and J. K. Ratliff: Early complications in spine surgery and relation to preoperative diagnosis: a single-center prospective study. *J Neurosurg Spine* 13/3 (2010): 360-366
- Yang, W., L. Jiang, X. Liu, F. Wei, M. Yu, F. Wu, L. Dang, H. Zhou, H. Zhang and Z. Liu: Surgical complications of extraspinal tumors in the cervical spine: a report of 110 cases and literature review. *Eur Spine J* 27/4 (2018): 882-890
- Zweig, T., A. Luca, A. F. Mannion, S. Morris, M. Wilby, K. Goodwin Burri and N. Frankhauser: *Spine Tango Annual Report 2017*, Eurospine (2017)

# 10 Anhang

## 10.1 Anhang 1: Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF-12

### Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF 12

Adaptiert nach Monika Bullinger und Inge Kirchberger

	Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im allgemeinen beschreiben?	1	2	3	4	5

- Im folgen finden Sie eine Reihe von Tätigkeiten, die Sie an einem normalen Tag vielleicht ausüben.
- Bitte sagen Sie mir, ob Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt sind oder nicht:

	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
2. <b>mittelschwere Tätigkeiten</b> z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen Tisch verschieben</li> <li>• staubsaugen</li> <li>• kegeln</li> <li>• Golf spielen</li> </ul>	1	2	3
3. <b>Mehrere Treppenabsätze steigen</b>	1	2	3

- Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihrer körperlichen Gesundheit und Ihren Schwierigkeiten bei der Arbeit oder bei anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause:

	Ja	Nein
4. In der vergangen Woche haben Sie <b>weniger geschafft als Sie wollten</b> wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?	1	2
5. In der vergangen Woche konnten Sie <b>nur bestimmte Dinge tun</b> wegen Ihrer körperlichen Gesundheit	1	2

- Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihren seelischen Problemen und Ihren Schwierigkeiten bei der Arbeit oder bei anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause:

	Ja	Nein
6. In der vergangenen Woche haben Sie <b>weniger geschafft als Sie wollten</b> wegen Ihrer seelischen Probleme, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich füllten?	1	2
7. In der vergangenen Woche konnten Sie <b>nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten</b> wegen seelischer Probleme, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich füllten?	1	2

	Überhaupt nicht	Ein bisschen	Mäßig	Ziemlich	Sehr
8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in der vergangenen Woche bei der <b>Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten</b> zu Hause oder im Beruf behindert?	1	2	3	4	5

- In den nächsten Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in der vergangenen Woche gegangen ist:

	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
9. Wie oft waren Sie in der vergangenen Woche <b>ruhig und gelassen</b> ?	1	2	3	4	5	6
10. Wie oft waren Sie in der vergangenen Woche <b>voller Energie</b> ?	1	2	3	4	5	6
11. Wie oft waren Sie in der vergangenen Woche <b>entmutigt und traurig</b> ?	1	2	3	4	5	6

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
12. Wie häufig haben Ihrer <b>körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme</b> in der vergangenen Woche <b>Ihre Kontakte zu anderen Menschen</b> (z.B. Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

## 10.2 Anhang 2: ODI-Fragebogen

Abschnitt zu beantworten. Kreuzen Sie in jedem Abschnitt nur die Aussage an, die Sie heute am besten beschreibt.

### **Abschnitt 1: Schmerzstärke**

- 0 Ich habe momentan keine Schmerzen
- 1 Die Schmerzen sind momentan sehr schwach
- 2 Die Schmerzen sind momentan mässig
- 3 Die Schmerzen sind momentan ziemlich stark
- 4 Die Schmerzen sind momentan sehr stark
- 5 Die Schmerzen sind momentan so schlimm wie nur vorstellbar

### **Abschnitt 2: Körperpflege (Waschen, Anziehen etc.)**

- 0 Ich kann meine Körperpflege normal durchführen, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden
- 1 Ich kann meine Körperpflege normal durchführen, aber es ist schmerzhaft
- 2 Meine Körperpflege durchzuführen ist schmerzhaft, und ich bin langsam und vorsichtig
- 3 Ich brauche bei der Körperpflege etwas Hilfe, bewältige das meiste aber selbst
- 4 Ich brauche täglich Hilfe bei den meisten Aspekten der Körperpflege
- 5 Ich kann mich nicht selbst anziehen, wasche mich mit Mühe und bleibe im Bett

### **Abschnitt 3: Heben**

- 0 Ich kann schwere Gegenstände heben, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden
- 1 Ich kann schwere Gegenstände heben, aber die Schmerzen werden dadurch stärker
- 2 Schmerzen hindern mich daran, schwere Gegenstände vom Boden zu heben, aber es geht, wenn sie geeignet stehen (z.B. auf einem Tisch)
- 3 Schmerzen hindern mich daran, schwere Gegenstände zu heben, aber ich kann leichte bis mittelschwere Gegenstände heben, wenn sie geeignet stehen
- 4 Ich kann nur sehr leichte Gegenstände heben
- 5 Ich kann überhaupt nichts heben oder tragen

### **Abschnitt 4: Gehen**

- 0 Schmerzen hindern mich nicht daran, so weit zu gehen, wie ich möchte
- 1 Schmerzen hindern mich daran, mehr als 1-2 km zu gehen
- 2 Schmerzen hindern mich daran, mehr als 0.5 km zu gehen
- 3 Schmerzen hindern mich daran, mehr als 100 m zu gehen
- 4 Ich kann nur mit einem Stock oder Krücken gehen
- 5 Ich bin die meiste Zeit im Bett und muss mich zur Toilette schleppen

Oswestry Disability Index – Deutsche Version (ODI-D)

Aus: Oesch, Hilfiker, Keller, Kool, Tal-Akabi, Schädler, Verra, Widmer Leu  
Assessments in der muskuloskelettalen Rehabilitation. © Verlag Hans Huber 2007. Alle Rechte vorbehalten.

### **Abschnitt 5: Sitzen**

- 0 Ich kann auf jedem Stuhl so lange sitzen wie ich möchte
- 1 Ich kann auf meinem Lieblingsstuhl so lange sitzen wie ich möchte
- 2 Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu sitzen
- 3 Schmerzen hindern mich daran, länger als eine halbe Stunde zu sitzen
- 4 Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu sitzen
- 5 Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu sitzen

**Abschnitt 6: Stehen**

- \_0 Ich kann so lange stehen wie ich möchte, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden
- \_1 Ich kann so lange stehen wie ich möchte, aber die Schmerzen werden dadurch stärker
- \_2 Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu stehen
- \_3 Schmerzen hindern mich daran, länger als eine halbe Stunde zu stehen
  
- \_4 Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu stehen
- \_5 Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu stehen

**Abschnitt 7: Schlafen**

- \_0 Mein Schlaf ist nie durch Schmerzen gestört
- \_1 Mein Schlaf ist gelegentlich durch Schmerzen gestört
- \_2 Ich schlafe auf Grund von Schmerzen weniger als 6 Stunden
- \_3 Ich schlafe auf Grund von Schmerzen weniger als 4 Stunden
- \_4 Ich schlafe auf Grund von Schmerzen weniger als 2 Stunden
- \_5 Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu schlafen

**Abschnitt 8: Sexualeben (falls zutreffend)**

- \_0 Mein Sexualeben ist normal, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker
- \_1 Mein Sexualeben ist normal, aber die Schmerzen werden dadurch stärker
- \_2 Mein Sexualeben ist nahezu normal, aber sehr schmerzhaft
- \_3 Mein Sexualeben ist durch Schmerzen stark eingeschränkt
- \_4 Ich habe auf Grund von Schmerzen fast kein Sexualeben
- \_5 Schmerzen verhindern jegliches Sexualeben

**Abschnitt 9: Sozialleben**

- \_0 Mein Sozialleben ist normal, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker
- \_1 Mein Sozialleben ist normal, aber die Schmerzen werden dadurch stärker
- \_2 Schmerzen haben keinen wesentlichen Einfluss auf mein Sozialleben, ausser dass sie meine eher aktiven Interessen, z.B. Sport einschränken
- \_3 Schmerzen schränken mein Sozialleben ein, und ich gehe nicht mehr so oft aus
- \_4 Schmerzen schränken mein Sozialleben auf mein Zuhause ein
- \_5 Ich habe auf Grund von Schmerzen kein Sozialleben

**Abschnitt 10: Reisen**

- \_0 Ich kann überallhin reisen, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker
- \_1 Ich kann überallhin reisen, aber die Schmerzen werden dadurch stärker
- \_2 Trotz starker Schmerzen kann ich länger als 2 Stunden unterwegs sein
- \_3 Ich kann auf Grund von Schmerzen höchstens 1 Stunde unterwegs sein
- \_4 Ich kann auf Grund von Schmerzen nur kurze notwendige Fahrten unter 30 Minuten machen
- \_5 Schmerzen hindern mich daran, Fahrten zu machen, ausser zur medizinischen Behandlung

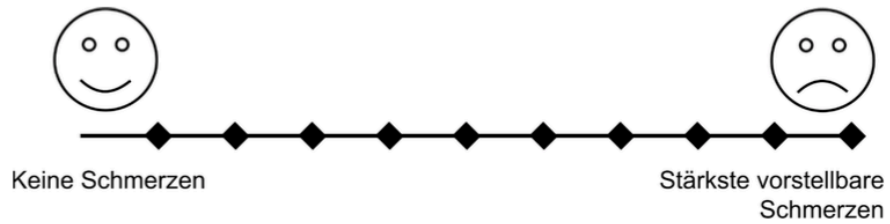
Viele Dank für Ihre Mitarbeit. Bitte überprüfen Sie ob Sie **alle** Fragen beantwortet haben.

## 10.3 Anhang 3: Visuelle Analogskala

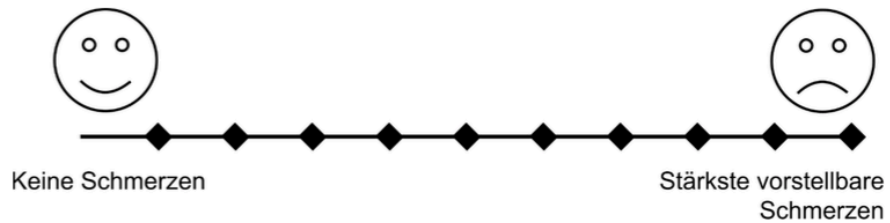
### Visuelle Analogskala (VAS)

Bitte stellen Sie hier dar, wie stark Sie derzeit Ihre Schmerzen empfinden.

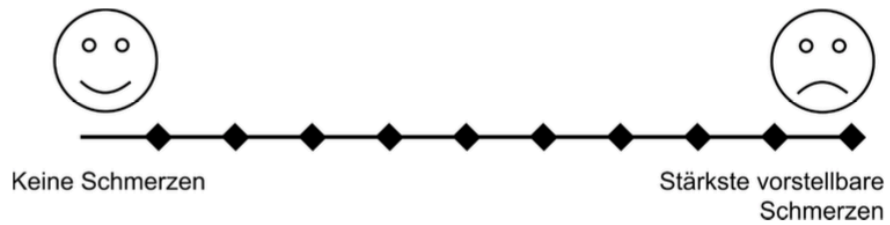
**Rücken:**



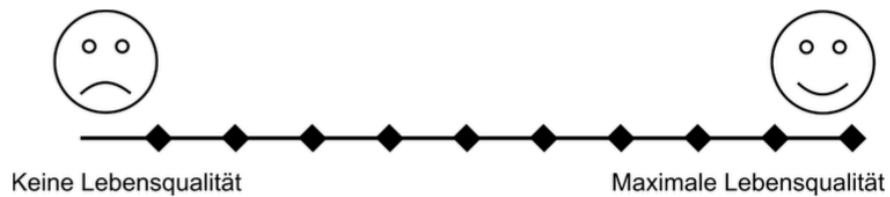
**Bein links:**



**Bein rechts:**



**Bitte schätzen Sie nun Ihre Lebensqualität ein:**





# 11 Danksagung

Großer Dank gebührt zuallererst meinem Doktorvater, Herrn PD Dr. Jens Gempt, für die Überlassung dieses interessanten Themas und für die Möglichkeit diese Arbeit in der Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums rechts der Isar anfertigen zu können.

Mein Dank gilt in besonderer Weise meiner Mentorin, Frau Dr. Nicole Lange. Sie unterstütze mich bei dieser Arbeit stets und ihre hervorragende fachliche wie auch persönliche Betreuung haben sehr zum Gelingen der Publikation und dieser Arbeit beigetragen.

Darüber hinaus möchte ich Stefanie Scheibel und allen anderen Mitautoren der im Rahmen der Studie entstandenen Publikation meinen Dank ausdrücken. Mein Dank gilt auch allen Angestellten des Klinikums rechts der Isar, allen Patienten und deren Angehörigen, denn nur mit deren Zusammenarbeit war die umfangreiche Datenerhebung möglich.

Allen voran jedoch und von ganzem Herzen möchte ich meiner Familie danken. Meinen Eltern möchte ich für ihre bedingungslose Unterstützung bei meinem bisherigen Weg bedanken. Ihr grenzenloses Vertrauen in meine Fähigkeiten und ihre motivierenden Worte haben mich immer wieder aufgemuntert. Ebenfalls gebührt ein großer Dank meiner Schwester für ein unglaubliches Geschwisterverhältnis.

Für die gegenseitige Motivation, den Austausch und den gemeinsamen Weg durch Studium und Doktorarbeit möchte ich mich bei Julia bedanken.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei Sophie bedanken.