

Aus dem Bereich Neurochirurgie
der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes, Hom-
burg/Saar

**Aspekte nosokomialer Infektionen nach lumbaler
Spondylodese im Lendenwirbelsäulenbereich. Eine
monozentrische 2-Jahres-Datenanalyse.**

**Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der
Medizin
der Medizinischen Fakultät
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES**

2021

vorgelegt von: Patrick Johannes Bohner
geb. am 29.05.1982 in Pforzheim

Inhaltsverzeichnis

1. ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT	5
2. EINLEITUNG	9
2.1. Allgemein	9
2.2. Zielsetzung der Arbeit	9
2.3. Nosokomiale Infektionen	11
2.3.1. Begriff und Prävalenz	11
2.3.2. Verweildauer, Kosten und gesundheitliche Folgen	13
2.3.3. Surveillance, NNIS und KISS	13
2.3.4. Risikofaktoren für postoperative Wundinfektionen	14
2.3.5. Maßnahmen zur Prävention von postoperativen Wundinfektionen	14
2.4. Die Spondylodese	15
2.4.1. Begriff der Fusion / Spondylodese und aktuelle Techniken	15
2.4.2. Indikation für die lumbale Spondylodese	15
2.5. Die ASA-Klassifikation und der BMI	18
3. PATIENTEN UND METHODEN	20
3.1. Studiendesign	20
3.2. Patienten	21
3.3. Körperliche Untersuchung, Anamnese und bildgebende Verfahren	21
3.4. Technische Durchführung des operativen Eingriffes	22
3.5. Nachbehandlung	23
3.6. Postoperative Wundinfektionen	24
3.6.1. Kriterien und Einteilung der postoperativen Wundinfektionen	24
3.6.2. Behandlung postoperativer Wundinfektionen	25
4. ERGEBNISSE	26
4.1. Anzahl der Wundinfektionen	26
4.2. Endogene Risikofaktoren	26
4.3. Nebenerkrankungen	31
4.4. Exogene Faktoren	34
4.5. Dauer bis zum Auftreten der postoperativen Wundinfektion	36
4.6. Keimspektrum	36
4.7. Therapie postoperativer Wundinfektionen	38
5. DISKUSSION	39
5.1. Häufigkeit nosokomialer Wundinfektionen	39
5.2. Endogene Risikofaktoren	40
5.3. Nebenerkrankungen	44

5.4.	Exogene Risikofaktoren	45
5.5.	Dauer bis zum Auftreten der postoperativen Wundinfektion	46
5.6.	Keimspektrum	47
5.7.	Therapie postoperativer Wundinfektionen	47
5.8.	Limitation der Ergebnisse	48
5.9.	Vorteile der Studie	49
5.10.	Ausblick und klinische Relevanz	49
6.	LITERATURVERZEICHNIS	51
7.	PUBLIKATIONEN / DANK	57
7.1.	Publikationen	57
7.2.	Dank	57
8.	LEBENS LAUF	58
9.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS / TABELLEN	60

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ASA	American Society of Anesthesiologists
BMI	Body Mass Index
CDC	Centers for Disease Control
COPD	chronic obstructive pulmonary disease
CT	Computer Tomographie
IMBEI	Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik
KISS	Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System
MRT	Magnetresonanztomographie
MSSA	Methicillin-sensibler Staphylococcus aureus
NI	Nosokomiale Infektion / nosocomial infection
NIDEP	Nosokomiale Infektionen in Deutschland – Erfassung und Prävention
NNIS	National Nosocomial Infections Surveillance
NRZ	Nationales Referenzzentrum für Krankenhaushygiene
OP	Operation
PLIF	posterior lumbar interbody fusion
RKI	Robert-Koch-Institut
SD	standard deviation (Standardabweichung)
SCENIC	Study on the efficacy of nosocomial infection control
TEP	Totalendoprothese
TLIF	transforaminal lumbar interbody fusion

1. ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT

Hintergrund. Nosokomiale Infektionen sind aufgrund der Krankheitsfolgen nicht nur ein Problem für den Patienten, sondern durch dessen verlängerte und intensiviertere Behandlung auch mit erheblichen Kosten für das Gesundheitssystem verbunden. Bei einer zunehmenden Anzahl von operativen Eingriffen und einer aktuellen Prävalenz postoperativer Wundinfektionen von 1,3 % werden die Prävention und die gezielte Behandlung in Zukunft eine wesentliche Rolle spielen. Durch die Einführung einer Surveillance können bestimmte Risikofaktoren detektiert und die Infektionsrate durch entsprechende Maßnahmen deutlich reduziert werden.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, neben der krankenhausspezifischen Infektionsrate bestimmte Risikofaktoren für das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion nach einer monosegmentalen, lumbalen Spondylodese in TLIF- (transforaminal lumbar interbody fusion) beziehungsweise PLIF- (posterior lumbar interbody fusion) Technik nachzuweisen und das für die Infektion verantwortliche Keimspektrum aufzudecken. Auch die zusätzlich benötigten Ressourcen und das Kurzzeit-Outcome der Patienten unter dem hier betrachteten Therapieansatz sind von Interesse. Daraus können weiterführende Maßnahmen zur Verbesserung der Patientenzufriedenheit und - bezüglich finanzieller Aspekte - für den Gesundheitsanbieter abgeleitet werden.

Methodik. Die Daten sämtlicher als Erstoperation 2014/2015 durchgeführten monosegmentalen TLIF- / PLIF-Operationen wurden aus der digitalen und analogen Patientenakte retrospektiv erfasst. Die Feststellung einer Wundinfektion erfolgte in Anlehnung an die KISS-Definitionen multifaktoriell. Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS, Version 24. Es liegt ein positives Votum der Ethikkommission der Landesärztekammer Baden-Württemberg (Az: F-2017-037) vor. 246 Patienten wurden zwischen 2014 und 2015 im SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach mittels einer monosegmentalen TLIF- / PLIF-Operation versorgt, und wurden in die Studie eingeschlossen. Bei 240 Patienten lagen komplette Datensätze vor.

Ergebnisse. Insgesamt trat bei zwölf Patienten eine postoperative Wundinfektion auf, was einer Infektionsrate von 4,9 % entspricht. In der retrospektiven Datenanalyse wurden der Body-Mass-Index ($p = 0,048$), das Asthma bronchiale ($p = 0,016$), die arterielle Hypertonie ($p = 0,005$) und der Operateur ($p = 0,022$) als unabhängige Risikofaktoren identifiziert. Alkoholabusus, Nikotinabusus, Diabetes mellitus, Hypothyreose, Niereninsuffizienz, Immunsuppression, die Operationsdauer und die Segment-Höhe der Instrumentierung wurden nicht als signifikante Risikofaktoren für das Auftreten einer

postoperativen Wundinfektion detektiert. In den mikrobiologischen Untersuchungen der intraoperativ entnommenen Abstriche wurde am häufigsten Staphylococcus aureus (sieben Fälle, 58,3 %) nachgewiesen. Mischinfektionen mit dem Nachweis mehrerer Keime lagen in drei Fällen (25,0 %) vor. Im Durchschnitt waren 2,3 Revisionen und 1,3 Vakuumversiegelungen notwendig. Eine antibiogrammgerechte, primär intravenöse Antibiotikatherapie, eine Wundrevision mit großzügigem Débridement, Spülung und Sekundärnaht beziehungsweise die Durchführung einer Vakuumtherapie führten zur vollständigen Genesung aller zwölf Patienten.

Diskussion. Die postoperative Wundinfektion nach PLIF- / TLIF-Operationen führt zu einer Zunahme operativer Maßnahmen und einer signifikanten Verlängerung des Krankenhausaufenthaltes. Dadurch kommt es neben einer Erhöhung der Kosten für den Gesundheitsanbieter auch zu einer Beeinflussung der Lebensqualität für die Betroffenen. Eine arterielle Hypertonie, ein Asthma bronchiale, ein pathologischer BMI und eine geringere Erfahrung des Operateurs sind potenzielle Risikofaktoren für das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion. Der am häufigsten zu erwartende Keim ist Staphylococcus aureus. In der Infektsituation kann frühzeitig mit einer kalkulierten Antibiotikatherapie begonnen werden. Die operative Sanierung ist für den spezifischen Keimnachweis und für die erfolgreiche Therapie obligat.

Zur Verbesserung der Qualität wurden folgende Maßnahmen eingeleitet: erhöhte Aufmerksamkeit bezüglich möglicher Risikofaktoren, häufiges Wechseln der Sperrerstellung, intensiveres Spülen, Teaching und Mentoring der Ärzte, Beibehaltung der bereits etablierten operativen und antibiotischen Therapieansätze bei Auftreten einer postoperativen Wundinfektion. Geplant ist die Besprechung der ermittelten Risikofaktoren bei diesen Operationen im Team-Time-Out.

Aspects of nosocomial infections after lumbar spondylodesis in the lumbar spine. A monocentric 2-year data analysis.

Background. Due to the consequences of the disease, nosocomial infections are not only a problem for the patient, but are also associated with considerable costs for the health system because of their prolonged and intensified treatment. With an increasing number of surgical interventions and a current prevalence of postoperative wound infections of 1.3 %, prevention and targeted treatment will play an essential role in the future. By introducing surveillance, certain risk factors can be detected and the infection rate can be significantly reduced through appropriate measures.

The aim of this work is to determine certain risk factors for the occurrence of a postoperative wound infection after TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion) or PLIF (posterior lumbar interbody fusion) procedure in addition to the hospital-specific infection rate and to uncover the germ spectrum responsible for the infection. The additional resources required and the short-term outcome of the patient under the therapeutic approach considered here are also of interest. Consequentially further measures to improve patient satisfaction and - with regard to financial aspects - for the health care provider can be derived.

Methods. The data of all mono-segmental TLIF / PLIF procedures performed as the primary surgery in 2014/2015 were retrospectively recorded from the digital and analog patient files. A wound infection was determined on the basis of the KISS definitions on a multifactorial basis. The statistical evaluation was carried out with SPSS, Version 24. There is a positive vote from ethics committee of the Landesärztekammer Baden-Württemberg (Az: F-2017-037). Between 2014 and 2015, 246 patients were treated with a monosegmental TLIF / PLIF procedure at the SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach and were included in the study. Complete data sets were available for 240 patients.

Results. A total of twelve patients suffered from a postoperative wound infection, which corresponds to an infection rate of 4.9 %. In the retrospective data analysis, the body mass index ($p = 0.048$), bronchial asthma ($p = 0.016$), arterial hypertension ($p = 0.005$) and the surgeon himself ($p = 0.022$) were identified as independent risk factors. Alcohol abuse, nicotine abuse, diabetes mellitus, hypothyroidism, renal insufficiency, immunosuppression, the duration of the surgery and the segment height of the instrumentation were not detected as significant risk factors for the occurrence of a postoperative wound infection. In the microbiological examinations of the swabs taken

intraoperatively, *Staphylococcus aureus* was most frequently detected (seven cases, 58.3 %). Mixed infections with the detection of several germs were present in three cases (25.0 %). On average, 2.3 revisions and 1.3 vacuum sealings were necessary. Primarily intravenous antibiotic therapy in line with the antibiogram, wound revision with generous debridement, irrigation and secondary suturing, or the implementation of vacuum therapy led to the complete recovery of all twelve patients.

Conclusion. The postoperative wound infection after PLIF / TLIF procedure leads to an increase in surgical measures and a significant extension of the hospitalization. This not only increases the costs for the health provider but also affects the quality of life for those affected. Arterial hypertension, bronchial asthma, a pathological BMI and less experience of the surgeon are potential risk factors for the occurrence of a postoperative wound infection. The most common germ to be expected is *Staphylococcus aureus*. In the event of an infection, a calculated antibiotic therapy can be started at an early stage. Surgical rehabilitation is mandatory for the specific detection of germs and for successful therapy.

The following measures were introduced to improve quality: increased awareness of possible risk factors, frequent changing of the locking pressure, more intensive rinsing, teaching and mentoring by doctors, retention of already established surgical and antibiotic therapy approaches in the event of postoperative wound infection. It is planned to discuss the identified risk factors for these surgeries in a team-time-out.

2. EINLEITUNG

2.1. Allgemein

Die Anzahl der in Deutschland durchgeführten operativen Eingriffe nahm in den vergangenen Jahrzehnten stetig zu. Dies betrifft auch Eingriffe an der Wirbelsäule (Abbildung 1), insbesondere bei Patienten über 65 Jahren [34] [50] und die daraus resultierende Anzahl nosokomialer Wundinfektionen. Daher sind die Prävention und die erfolgreiche Behandlung nosokomialer Infektionen auch in Zukunft von großer Bedeutung.

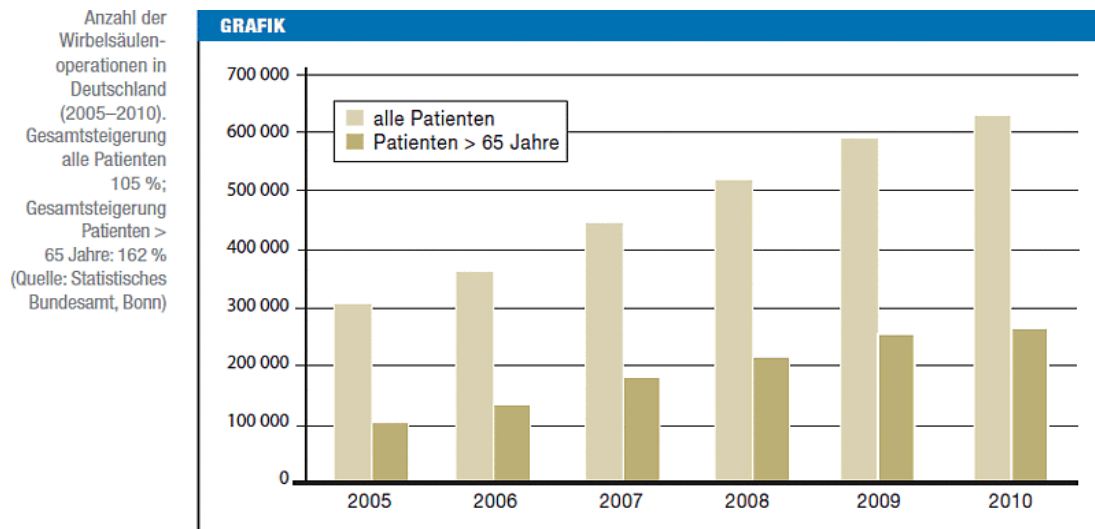


Abbildung 1: Anzahl der Wirbelsäulenoperationen in Deutschland nach Jahren, Quelle: Deutsches Ärzteblatt Int 2013; 110(37): Grafik 1 aus „Degenerative Lumbar Spinal Stenosis in Older People“, Abbildung genehmigt.

Die Prävention solcher Infektionen ist vor allem für den komplikationslosen postoperativen Verlauf von großer Bedeutung. Eine nosokomiale Infektion kann im weiteren Verlauf zu stärkeren Rückenschmerzen und somit zu einer Einschränkung des eigentlichen Behandlungserfolges des chirurgischen Eingriffes führen [48].

Für den Operateur ergeben sich zum Teil unangenehme Gespräche mit Patienten und Angehörigen bezüglich der Ursache. Eine persönliche und enge Patientenführung ist unbedingt angeraten. Neben dem gesundheitlichen Risiko für den Patienten sind für das Gesundheitssystem auch der durch die Infektion entstehenden Ressourcenverbrauch und die daraus resultierenden Kosten relevant [47] [67].

2.2. Zielsetzung der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es, neben der hausinternen Infektionsrate unterschiedliche Aspekte, die sich auf das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion, deren Behandlung und das Kurzzeit-Outcome auswirken, herauszufinden, um die Patienten

bestmöglich weiter zu behandeln, dadurch weitere Komplikationen zu verhindern und die entstehenden Kosten zu reduzieren.

Die Auswertung der Risikofaktoren für das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion erfolgte auf der Grundlage des KISS (Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System, siehe Punkt 2.3.3). Neben dem ASA-Score (American Society of Anesthesiologists), der OP-Dauer und dem Kontaminationsgrad der OP-Wunde [45] wurden zusätzlich Risikofaktoren wie Größe, Gewicht und der BMI (Body-Mass-Index) in die Auswertung mit einbezogen, um bestimmte Risikogruppen präoperativ gezielter zu identifizieren, gefährdete Patienten entsprechend zu überwachen und somit bestmöglich zu behandeln.

Zusammenfassend sollen folgende Fragen zu den Zielkriterien der Studie beantwortet werden:

1. Wie häufig treten nosokomiale Wundinfektionen nach der monosegmentalen Spondylodese in TLIF-/ PLIF-Technik im SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach auf?
2. Welche patientenbezogenen Faktoren (endogene Faktoren) und welche prozedurspezifischen Risikofaktoren (exogene Risikofaktoren) haben einen Einfluss auf das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion? Hierbei werden die folgenden Faktoren genauer betrachtet:

- Lebensalter,
- Körpermaße,
- arterielle Hypertonie,
- Asthma bronchiale und COPD (chronic obstructive pulmonary disease),
- Adipositas / BMI (Body-Mass-Index),
- Diabetes mellitus,
- Nikotin- sowie Alkoholabusus,
- Immunsuppression,
- Hypothyreose,
- Niereninsuffizienz,
- Operateur (Assistenzarzt, Facharzt, Oberarzt und Chefarzt),
- Segment-Höhe der Instrumentierung,
- operationstechnische Faktoren (OP-Dauer).

3. Welche in den intraoperativen Abstrichen besonders häufig nachgewiesenen Bakterienstämme treten bei postoperativen Wundinfektionen im SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach typischerweise auf?

4. Welche zusätzlichen Ressourcen werden benötigt?

5. Wie ist das Kurzzeit-Outcome der Patienten mit nosokomialer Wundinfektion nach der im SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach etablierten Therapie?

Im Folgenden werden nun die relevanten *Grundlagen* zur Beantwortung der Fragen dargestellt. Im Anschluss wird im Abschnitt „*Patienten und Methodik*“ das Vorgehen beim Sammeln der Daten und deren Auswertung beschrieben. Im Abschnitt „*Ergebnisse*“ erfolgt eine Darstellung der ermittelten Untersuchungsdaten, teilweise in Form von Tabellen, oder Schaubildern. Zum Abschluss werden die Ergebnisse in Zusammenschau mit der vorliegenden Literatur kritisch diskutiert.

2.3. Nosokomiale Infektionen

2.3.1. Begriff und Prävalenz

Der Begriff „nosokomial“ leitet sich aus dem Griechischen ab. Er setzt sich aus den Worten „nósos“ = „Krankheit“ und „komein“ = „pflegen“ zusammen. Im antiken Griechenland wurden Räumlichkeiten in Heilstätten, in denen Patienten mittels eines Heilschlafes behandelt wurden, als „Nosokomeion“ bezeichnet. Bis heute beschreibt dieser Ausdruck im weitesten Sinne ein Krankenhaus, eine nosokomiale Infektion somit umgangssprachlich eine Krankenhausinfektion.

Zu den nosokomialen Infektionen gehören neben postoperativen Wundinfektionen auch Harnwegsinfekte, Pneumonien und clostridienassoziierte Durchfälle.

Die allgemeine KISS (Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System, siehe Kapitel 2.3.3) - Definition einer nosokomialen Infektion wurde vom Robert-Koch-Institut (RKI) herausgegeben und lautet wie folgt:

„Eine Infektion wird als nosokomial bezeichnet, wenn es einen zeitlichen Zusammenhang zwischen der Aufnahme in ein Krankenhaus und dem Auftreten der ersten Symptome gibt. Eine Infektion wird als nosokomial bezeichnet, wenn der Infektionstag (= Tag mit dem ersten Symptom) frühestens der Tag 3 des Krankenhausaufenthaltes ist. Dabei gilt der Aufnahmetag in das Krankenhaus als Tag 1 und der Tag mit dem ersten (spezifischen oder unspezifischen) Infektionszeichen als Infektionstag.“ [46]

Die exakte Definition einer *postoperativen*, nosokomialen Wundinfektion ist:

„Eine Infektion nach einer Operation, welche die Inzision, das Organ oder eine eröffnete Körperhöhle betrifft, wird als postoperative nosokomiale Wundinfektion bezeichnet, wenn diese 3 bis 90 Tage nach der Operation auftritt. Die postoperative Wundinfektion kann sowohl ambulant als auch während des Aufenthaltes festgestellt werden“. [46]

In der 1994 durchgeführten NIDEP-I-Studie (NIDEP = Nosokomiale Infektionen in Deutschland – Erfassung und Prävention) [53] lag die Prävalenz für das Auftreten einer nosokomialen Infektion in Deutschland bei 3,8 %.

Eine 2011 durchgeführte Studie von Behnke et al. [3] zeigte ähnliche Ergebnisse, wonach die Prävalenz aller nosokomialen Infekte ebenfalls bei 3,8 % lag. In dieser Studie traten die postoperativen Wundinfektionen mit einem Gesamtanteil von 24,3 % am häufigsten auf (Abbildung 2).

Die häufigsten nosokomialen Infektionen (Anzahl der Krankenhäuser = 132)

Infektionsart	Anzahl	Prävalenz (%)	Anteil in %
postoperative Wundinfektionen	547	1,31	24,3
Harnwegsinfektionen	522	1,26	23,2
untere Atemwegsinfektionen	487	1,17	21,7
Clostridium-difficile-Infektion (CDI)	144	0,34	6,4
primäre Sepsis inklusive Katheter-assoziierte Infektionen	129	0,31	5,7
andere gastrointestinale Infektionen	103	0,24	4,6
Haut- und Weichteilinfektionen	53	0,13	2,4
systemische Infektionen	48	0,12	2,1
Knochen- und Gelenkinfektionen	40	0,10	1,8
Augen-, Ohren-, Nase- und Mund-Infektionen	28	0,07	1,2
Infektionen des kardiovaskulären Systems	15	0,04	0,7
Infektionen des zentralen Nervensystems	12	0,03	0,5
Infektionen des Reproduktionstraktes	12	0,03	0,5
andere Infektionen	108	n. r.	n. r.

r. = nicht relevant

Abbildung 2: Häufigkeit der nosokomialen Infektionen in Deutschland, Quelle: Deutsches Ärzteblatt Int 2013; 110(38); Tabelle 3 aus „Nosokomiale Infektionen und Antibiotika-Anwendung“, Abbildung genehmigt

In einem Literaturüberblick von Gerometta et al. [19] aus dem Jahr 2012 werden Infektionsraten zwischen 0,7 % und 11,9 % nach dorsalen Fusionsoperationen mit Instrumentierung genannt, abhängig von der Diagnose und der Komplexität des Eingriffes.

2.3.2. Verweildauer, Kosten und gesundheitliche Folgen

Die zusätzliche Verweildauer nach Wiederaufnahme bei einer postoperativen Wundinfektion nach Wirbelsäulenoperation beträgt laut Blumberg et al. [4] 9,6 Tage, laut McCormack et al. [41] 6,5 Tage. Patel et al. [47] postulierten eine Verlängerung der Aufenthaltsdauer um das 1,5 bis 2,6 - fache.

Durch die verlängerte Liegedauer und die Behandlung ergeben sich finanzielle Risiken für den Gesundheitsanbieter. Patel et al. [47] sprechen von nahezu einer Verdoppelung der Kosten, Yeramaneni et al. [67] sogar bis zu einer Verdreifachung.

Die Folgen einer nosokomialen Infektion sind für den einzelnen Patienten jedoch nicht minder gravierend. Für den Betroffenen ergeben sich Folgeeingriffe, zusätzliche Schmerzen, Sekundärkomplikationen und durch den verlängerten Arbeitsausfall auch soziale Probleme [56]. Die Mortalität liegt laut einer Metaanalyse von Patel [47] et al. zwischen 1,06 % und 2,3 %. Bei Veeravagu et al. [62] lag eine doppelt so hohe Sterblichkeitsrate bei den Patienten mit einer postoperativen Wundinfektion gegenüber den Patienten ohne eine Infektion vor. Das Outcome wird unter Umständen negativ beeinflusst: Petilon et al. [48] stellten bei 30 Patienten mit postoperativer Wundinfektion infolge lumbaler Fusionsoperation signifikant mehr Rückenschmerzen zwei Jahre postoperativ fest als bei einer Kontrollgruppe ohne Infekt.

2.3.3. Surveillance, NNIS und KISS

Bei der Surveillance handelt es sich um eine kontinuierliche Überwachung von Krankheits- beziehungsweise Todesfällen in der Bevölkerung. Laut Langmuir ist unter der Surveillance die fortlaufende, systematische Erfassung, Analyse und Interpretation der NI (Nosokomiale Infektion) - Daten, die für das Planen, die Einführung und Evaluation von medizinischen Maßnahmen notwendig sind, zu verstehen. Dazu gehört auch die aktuelle Übermittlung der Daten an diejenigen, die diese Informationen benötigen [38]. Die in den USA in den 1970er-Jahren durchgeführte „SCENIC-Studie“ („*Study on the efficacy of nosocomial infection control*“) konnte belegen, dass das Auftreten nosokomialer Infektionen in Krankenhäusern durch die Einführung einer Surveillance, in Kombination mit der Beseitigung der zur Infektion führenden Ursache und der Einhaltung entsprechender Hygienemaßnahmen, um bis zu 32 % reduziert werden kann [24]. Bereits 1970 wurde in den USA die „National Nosocomial Infections Surveillance“ (NNIS) durch das „Centers of Disease Control“ (CDC) etabliert, nachdem ausgewählte Krankenhäuser die gesammelten Surveillance-Daten in einer nationalen Datenbank zusammengeführt hatten.

Die NNIS galt als Vorbild für das sogenannte Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS). Dieses wurde, basierend auf den Ergebnissen der NIDEP-I-Studie [53] (siehe Kapitel 2.3.1.) 1996 vom Robert-Koch-Institut (RKI) und dem Nationalen Referenzzentrum für Krankenhaushygiene (NRZ) unter Beteiligung mehrerer nationaler Krankenhäuser zur internen Qualitätssicherung ins Leben gerufen. Der nationale Durchschnitt für Infektionsfälle und mögliche Risikofaktoren, die im KISS festgehalten werden, können jedem Krankenhaus als Vergleichswert dienen, woraufhin entsprechende infektionsvermeidende Maßnahmen ergriffen werden können [14].

Um den Zeitaufwand der Datenauswertung zu verringern und eine bessere Vergleichbarkeit der Daten zu erreichen, wurden Anfang der 1990er-Jahre in den USA sogenannte „Indikatoroperationen“ etabliert. Dabei handelt es sich um häufig durchgeführte und standardisierte Operationen, wodurch eine gute Vergleichbarkeit der Eingriffe gewährleistet wird [45]. Auch dies wurde in das KISS übernommen.

2.3.4. Risikofaktoren für postoperative Wundinfektionen

Risikofaktoren für postoperative Wundinfektionen werden nach exogenen und endogenen Ursachen unterschieden. Exogene Faktoren sind prozedurenspezifisch und können, beispielsweise durch regelmäßige Kontrollen und die Einhaltung bestimmter (Hygiene-) Maßnahmen, beeinflusst werden. Hierunter fallen neben der Operationsdauer, dem Operateur und der Operationsmethode auch standardisierte Prozeduren wie die Händedesinfektion. Endogene Faktoren wie beispielsweise Vorerkrankungen, Alter und Geschlecht bestimmen unter anderem den gesundheitlichen Zustand des Patienten und sind deshalb nur bedingt beeinflussbar.

2.3.5. Maßnahmen zur Prävention von postoperativen Wundinfektionen

Um postoperativen Wundinfektionen vorzubeugen, können neben der Einführung einer Surveillance weitere Maßnahmen ergriffen werden. Dazu gehören eine vollständige Anamnese zu den Vorerkrankungen eines Patienten, standardisierte Hygienemaßnahmen (Rasur des OP-Gebietes, Duschen vor der Operation, Hautdesinfektion), eine adäquate perioperative Antibiotikaphylaxe und die Einhaltung der Hygienebestimmungen im OP-Saal. Zur Prävention postoperativer Wundinfektionen wurden vom RKI Leitlinien mit den entsprechenden Empfehlungsgraden für die spezifischen Maßnahme herausgegeben [25].

2.4. Die Spondylodese

2.4.1. Begriff der Fusion / Spondylodese und aktuelle Techniken

Unter einer Fusion oder auch Spondylodese versteht man die Verschmelzung zweier Wirbelkörper durch einen operativen Eingriff. Dadurch erfolgt der irreversible Verlust der Bewegung in diesem Segment. Ziel ist es, das Bewegungsausmaß in krankhaft veränderten Segmenten zu verringern, die Wirbelsäule in einer korrigierten Stellung zu fixieren und folglich vorliegende Beschwerden zu reduzieren.

Die Fixierung erfolgt heute in der Regel über ein Pedikelschrauben-Stab-System. Zur dauerhaften knöchernen Fusion werden zusätzlich, nach Ausräumen der Bandscheibe, sogenannte Cages – hierbei handelt es sich um eine Art Bandscheibenplatzhalter aus Kunststoff, Metall oder Keramik – eingebracht. Diese können darüber hinaus mit autologem oder allogem Knochenmaterial befüllt werden. Dies kann über ein Segment (monosegmental) oder über mehrere Segmente durchgeführt werden.

Im Hinblick auf die operativen Zugangswege zur Wirbelsäule unterscheidet man zwischen dorsalen, dorso-ventralen und ventralen Zugängen. In der vorliegenden Arbeit wurden ausschließlich dorsale Fusionsverfahren beurteilt.

Ein häufig durchgeführtes dorsales Fusionsverfahren ist die „*posterior lumbar interbody fusion*“ (PLIF). Dieses Verfahren wurde 1952 von Cloward [12] beschrieben und seither kontinuierlich weiterentwickelt. Hierbei wird nach Laminektomie und bilateraler Ausräumung der Bandscheibe ein Cage zusammen mit autologem Knochen zwischen die Wirbelkörper eingebracht.

Eine Weiterentwicklung der PLIF-Methode ist die sogenannte „*transforaminal lumbar interbody fusion*“ (TLIF). Dabei handelt es sich um eine Operationstechnik, die 1998 von Harms und Jenzensky [27] beschrieben wurde. Hierbei erfolgt eine einseitige Erweiterung des Foramen intervertebrale durch eine partielle Facettengelenksresektion anstelle der bei der PLIF durchgeführten Laminektomie. Dadurch soll eine geringere Traumatisierung des umliegenden Gewebes und des Knochens erreicht werden [22]. Bei dieser Methode erfolgt auch das Einbringen des Cages transforaminal.

Im LWS-Bereich hat sich die Spondylodese aufgrund der überschaubaren Risiken als eine Standardtherapie mit einer steigenden Anzahl von Eingriffen etabliert [60] und ist im OP-KISS als Indikatoroperation registriert [46].

2.4.2 Indikation für die lumbale Spondylodese

Die Indikation für eine lumbale Spondylodese sollte kritisch gestellt werden. Hierbei müssen mehrere Faktoren wie beispielsweise Entzündungszeichen, neurologische

Defizite, Dauer der Beschwerden, vorherige Therapien und das Aktivitätsniveau beachtet werden.

Zeigt sich in der Zusammenschau der klinischen und radiologischen Befunde eine entsprechende Ursache für die Beschwerden des Patienten, muss ein operativer Eingriff diskutiert werden. Ebenfalls muss nach Ausschöpfung der konservativen Therapiemaßnahmen und anhaltenden Beschwerden bei einem entsprechenden radiologischen Korrelat eine operative Therapie in Betracht gezogen werden [6].

Der klassische Bandscheibenvorfall, die Spondylolisthese und die Spinalkanalstenose sind häufig gestellte Indikationen für eine dorsale Fusion. Durch das PLIF-/ TLIF-Verfahren wird neben der Reduktion lumboischialgiformer Beschwerden das sagittale Profil der Lendenwirbelsäule wieder hergestellt und es werden langfristig gute Fusionsraten erreicht [18].

Degenerative Veränderungen, Osteochondrose und Bandscheibenvorfall

Degenerative Veränderungen der Wirbelsäule und die damit verbundenen funktionellen Bewegungseinschränkungen entstehen aufgrund der Statik und der daraus resultierenden starken Beanspruchung der einzelnen Wirbelkörper und Bandscheiben mit zunehmendem Lebensalter bei fast jedem Menschen. Dieser Prozess kann durch unphysiologische Belastungen, beispielsweise durch harte körperliche Arbeit [68], beschleunigt werden. Auch die Körpergröße, das Körpergewicht [28], eine familiäre Vorbelastung [68] und psychosoziale Faktoren [68] spielen eine Rolle.

Pathogenese: Bei der Osteochondrose kommt es zunächst aufgrund der alltäglichen Belastung der Bandscheibe und dem altersbedingten verminderten Wasserbindungsvermögen des Gallertkernes (Nucleus pulposus) zu einer Rissbildung im Faserring (Anulus fibrosus). Die Dämpfungseigenschaften und die Stabilität der Bandscheibe nehmen im Stadium dieser Degeneration deutlich ab. Diese Veränderungen im Bewegungssegment verursachen zusätzlich Schmerzen und sind in manchen Fällen Ursache für eine degenerative Spondylolisthese (s.u.). Durch die erhöhte Druckübertragung auf die knöchernen Strukturen kommt es zu einer Verschmälerung des Zwischenwirbelaumes (Chondrose), zu knöchernen Abstützreaktionen (Spondylophyten) und zu einer Sklerosierung der Grund- und Deckplatte des Wirbelkörpers (Osteosklerose). Durch die Höhenminderung und Mehrbelastung des Bewegungssegmentes kann es, aufgrund der Veränderung der Auflagefläche der kleinen Wirbelgelenke, ebenfalls zu einer Verknöcherung dieser Gelenke (Spondylarthrose) und des angrenzenden

Bandapparates kommen. Eine degenerative Spinalkanalstenose (s.u.) ist eine mögliche Folge.

Das PLIF-/ TLIF- Verfahren bietet durch die Dekompression und das Wiederherstellen der Stabilität der Wirbelsegmente eine gute Möglichkeit bei ausbleibendem Erfolg der konservativen Maßnahmen die Schmerzen und neurologischen Probleme zu reduzieren.

Takahashi et al. [59] beschreiben beim klassischen Bandscheibenvorfall den TLIF als eine sichere und effektive Therapiemöglichkeit.

Spondylolisthese / Olisthese

Der Begriff „Spondylolisthese“ - kurz auch Olisthese genannt - stammt aus dem Griechischen und setzt sich aus den Wörtern „spondylos“ = „Wirbel“ und „olisthesis“ = „Gleiten“ zusammen. Die Spondylolisthese wird allgemein als das Gleiten eines Wirbels in sagittaler Richtung über den darunter liegenden Wirbel beschrieben. Sie ist entweder angeboren oder durch degenerative Prozesse erworben.

Eine Einteilung in Schweregrade erfolgt nach Meyerding [43]. Nur bei einem kleinen Anteil der Patienten wird die Spondylolisthese symptomatisch, beziehungsweise es besteht ein Zusammenhang zwischen der Diagnose und dem Auftreten von Rückenschmerzen [1].

Auch bei diesem Krankheitsbild bietet das PLIF-/ TLIF- Verfahren nach Ausschöpfung der konservativen Therapiemöglichkeiten durch die Wiederherstellung des sagittalen Profils, die Dekompression und der folglich Aufweitung des Spinalkanals, beziehungsweise der Foramina, eine gute Möglichkeit, die Beschwerden zu reduzieren. Die knöcherne Fusion verhindert ein weiteres fortschreiten des Wirbelgleitens und eine daraus resultierende Zunahme der Beschwerdesymptomatik.

Einer Studie von Weinstein et al. [65] zufolge, kam es bei Patienten nach einer operativen Behandlung der degenerativen Spondylolisthese zu einer deutlichen Schmerzlinderung und Verbesserung der Funktion innerhalb der ersten vier Jahre im Vergleich zu den konservativ behandelten Patienten.

Spinalkanalstenose

Die Spinalkanalstenose beschreibt eine Verengung des Rückenmarkkanals. Die radiologische Diagnose wird in der Computertomografie gestellt, wenn der Anterior-Posterior-Durchmesser des Spinalkanals unter 10 mm beträgt. Allerdings besitzt dieser morphologische Befund, ähnlich wie bei der Spondylolisthese, keinen Krankheitswert und korreliert häufig nicht mit der Schmerzsymptomatik [31]. Ein häufiges Symptom ist

die sogenannte Claudicatio spinalis [58]. Dabei handelt es sich um belastungsabhängige intermittierende Schmerzen, die zusammen mit neurologischen Defiziten wie Kribbelparästhesien auftreten, allerdings bei einer Entlordosierung (Bücken, Bergaufgehen) des Rückens sistieren.

Bei leichtgradigen Stenosen erfolgt zunächst die konservative Therapie, während bei höhergradigen Stenosen mit neurologischer Symptomatik oder erhöhtem Leidensdruck die operative Therapie bevorzugt wird. Auch hier muss, je nach Gesundheitszustand des Patienten und Krankheitsfortschritt, individuell entschieden werden [33]. Durch die knöcherne Fusion mittels PLIF / TLIF wird ein weiteres Fortschreiten der Spinalkanalstenose verhindert. Die Dekompression sorgt zusätzlich für eine Aufweitung des Spinalkanals und mindert somit die Beschwerden. Chou et al. [10] beschreiben hier eine leichte Überlegenheit der operativen gegenüber der konservativen Therapie innerhalb der ersten zwei Jahre. Diese Ergebnisse werden bezüglich des Beinschmerzes und des Funktionsstatus durch Chang et al. [7] über einen Beobachtungszeitraum von 10 Jahren bestätigt. Eine bessere Fusionsrate mit Instrumentierung im Vergleich zur alleinigen Dekompression bei allerdings geringer klinischer Überlegenheit wird im Cochrane-Report von 2005 [20] beschrieben.

2.5. Die ASA-Klassifikation und der BMI

Die ASA-Klassifikation (American Society of Anesthesiologists) und der BMI (Body-Mass-Index) sind wesentliche prädikative Faktoren für die Entstehung einer postoperativen Wundinfektion. Bei der ASA-Klassifikation erfolgt die Einteilung in sechs Schweregrade:

- ASA 1: gesunder Patient,
- ASA 2: Patient mit geringfügiger Erkrankung ohne Einschränkungen (leichte Allgemeinerkrankungen),
- ASA 3: Patient mit Erkrankung und deutlicher Beeinträchtigung (schwere Allgemeinerkrankungen),
- ASA 4: Patient mit lebensbedrohlicher Erkrankung,
- ASA 5: moribunder Patient, der ohne Operation die nächsten 24 Stunden wahrscheinlich nicht überleben wird,
- ASA 6: verstorbener Patient mit festgestelltem Hirntod, Organspender.

Ein wesentlicher Nachteil der ASA-Klassifikation ist die Subjektivität bei der Beurteilung des Patienten [26]. Je nach Untersucher kommt es regelmäßig zu einer unterschiedlichen Einteilung in die entsprechende Kategorie.

Beim BMI handelt es sich um einen aus Körpergröße und Körpergewicht abgeleiteten Wert, der die Ausprägung des Übergewichtes erfasst. Er berechnet sich nach der Formel $BMI = m/h^2$, wobei m das Körpergewicht in Kilogramm und h die Körpergröße in Metern bezeichnet. Anhand des BMI erfolgt die Einteilung in die entsprechenden Adipositas-Kategorie (Tabelle 1).

Kategorie	BMI [kg/m ²]
Untergewicht	< 18,5
Normalgewicht	18,5–24,9
Präadipositas	25,0–29,9
Adipositas I°	30,0–34,9
Adipositas II°	35,0–39,9
Adipositas III°	> 40

Tabelle 1: Einteilung in Adipositas-Kategorien basierend auf dem BMI.

3. PATIENTEN UND METHODEN

3.1. Studiendesign

Am SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach wurden die studienrelevanten Daten von Patienten gesammelt, die mittels einer monosegmentalen Spondylodese im LWS-Bereich zwischen dem 01.01.2014 und dem 31.12.2015 behandelt wurden.

Das Sammeln der Daten, deren Auswertung und die Definitionen der nosokomialen Wundinfektion orientierten sich am Modul OP-KISS (siehe Punkt 2.3.3.). Als Indikatoroperation wurde die Spondylodese (OPS-Code 5-836.3) gewählt. Bei allen Eingriffen handelte es sich um aseptische Wundkontaminationsklassen. Zusätzlich zum ASA-Score und der Operationsdauer wurden Risikofaktoren wie Größe, Gewicht, BMI (Body-Mass-Index), der Operateur und Vorerkrankungen miteinbezogen, um bestimmte Risikogruppen gezielter zu identifizieren.

Die Patientendaten wurden unter Durchsicht des täglichen Operationsplanes im Krankenhausinformationssystem Orbis© erfasst, in einer Microsoft Excel©-Tabelle zusammengeführt und anschließend mit dem Statistikprogramm SPSS© (Version 24) ausgewertet. Die Tabellen, Diagramme und Histogramme wurden ebenfalls mittels Microsoft Excel© erstellt.

Mit Hilfe der im Orbis© vorhandenen Anästhesieprotokolle, der Operationsprotokolle, der Operationsberichte, der klinischen, radiologischen und laborchemischen Befunde und anhand der vorliegenden Arztbriefe konnten relevante Informationen über die Vorerkrankungen der Patienten, Alter und Geschlecht, deren Körpergewicht, Körpergröße, den Operationsverlauf, den ASA-Score, die Operationsdauer, sowie den weiteren postoperativen Verlauf gewonnen werden. Es erfolgte eine univariate Analyse zur Ermittlung der relevanten Risikofaktoren. Die Berechnung der p-Werte (Signifikanzwerte) erfolgte bei qualitativen, unverbundenen Merkmalen über den exakten Chi-Quadrat-Test nach Fischer. Die p-Werte für quantitative Merkmale wurden, sofern keine Normalverteilung vorlag, mittels eines Mann-Whitney-U-Tests berechnet. Die Signifikanz wurde definiert für ein $p < 0,05$. Die Standardabweichung und die prozentuelle Verteilung der Daten wurden zur deskriptiven Auswertung ebenfalls angegeben. Die Betreuung der statistischen Auswertung erfolgte durch das IMBEI (Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik) der Universität des Saarlandes. Ein Ethikantrag für die Studie wurde bei der Landesärztekammer Baden-Württemberg eingereicht. Seitens der Ethikkommission bestanden bezüglich der Studiendurchführung keine Bedenken (Schreiben vom 04.12.2018, internes Aktenkennzeichen F-2017-037).

3.2. Patienten

Insgesamt wurden in die Datenauswertung der Studie 246 Patienten eingeschlossen, die im vorgegebenen Zeitraum mittels monosegmentaler Spondylodese (PLIF / TLIF) im LWS-Bereich behandelt worden waren. Bei zwölf der Patienten konnte nach den unten genannten Kriterien (siehe Punkt 3.6.1) die Diagnose einer postoperativen Wundinfektion gestellt werden.

Patienten unter 18 Jahren, Patienten mit Voroperationen im LWS-Bereich, Patienten mit Tumoren, beziehungsweise Metastasen, sowie Patienten mit einer vorbestehenden Infektion wurden aus der Studie ausgeschlossen.

Bei den Patienten, die operativ versorgt wurden, erfolgte vorab die Stellung folgender Diagnosen:

1. Degenerative Olisthese / Spondylolisthese
2. Osteochondrose,
3. Spinalkanalstenose,
4. Bandscheibenvorfall,
5. Sonstige Diagnosen (Neurinom, Zyste und degenerative Skoliose).

Bei allen behandelten Patienten lagen eine entsprechende OP-Indikation und eine Einverständniserklärung für den Eingriff vor.

Bei drei Patienten war aufgrund des fehlenden Anästhesie-Bogens keine vollständige Datenerhebung bezüglich der Körpergröße, des Körpergewichts, des BMI, des ASA-Scores, des Nikotin- und des Alkoholkonsums möglich. Bei einem Patienten konnte aufgrund des fehlenden Operationsprotokolls keine Auswertung der Operationsdauer erfolgen. Bei einem weiteren Patienten konnte die Antibiose-Therapie aus den vorliegenden Unterlagen nicht erschlossen werden.

Ein Patient mit Nachweis einer postoperativen Wundinfektion wurde extern revidiert. Hier konnte, trotz mehrmaliger Kontaktaufnahme mit der nachbehandelnden Klinik und dem Patienten, nur der Keim und die Dauer des Folgeaufenthaltes im Krankenhaus ermittelt werden. Die operationstechnischen Daten (OP-Dauer, Anzahl der Eingriffe, VAC-Behandlung) konnten bei diesem Fall somit nicht in die Auswertung einfließen.

3.3. Körperliche Untersuchung, Anamnese und bildgebende Verfahren

Die präoperative, körperliche Untersuchung erfolgte anhand der üblichen, klinischen Untersuchungsmethoden im LWS-Bereich.

Bei der Anamneseerhebung wurden Begleiterkrankungen und vorausgegangene Operationen im LWS-Bereich erfragt. Vorbefunde wurden in die Beurteilung mit einbezogen.

Präoperativ und postoperativ wurde eine Röntgenaufnahme der Lendenwirbelsäule in zwei Ebenen (anterior-posterior und seitlich) im Stehen angefertigt. Außerdem wurde präoperativ, entsprechend dem Krankheitsbild, zur Beurteilung des Rückenmarkes und der Spinalnerven eine Magnetresonanztomografie (MRT) und zur Beurteilung der knöchernen Strukturen eine Computertomografie (CT) durchgeführt. Die Daten aus der Bildgebung wurden digital gespeichert. Auch die externe Bildgebung wurde zu diagnostischen Zwecken eingelesen und mit einbezogen.

3.4. Technische Durchführung des operativen Eingriffes

Die operativen Eingriffe wurden wie folgt durchgeführt: Die Operation begann mit einem Team-Time-Out und einer prophylaktischen Single-Shot-Antibiose mit Cefuroxim. Diese wurde nach 4 Stunden Operationszeit durch eine zusätzliche Gabe des Antibiotikums in identischer Dosierung ergänzt. In Bauchlage wurde ein dorsaler Zugang zur LWS angelegt, pro Segment 4 Pedikelschrauben gesetzt, eine Dekompression durchgeführt, die Bandscheibe ausgeräumt, eine interkorporale Knochenplastik aus autologem lokalem oder iliakalem Knochen durchgeführt und zwei Cages eingesetzt (Abbildung 3). Die Art der Dekompression und des Zugangs zur Bandscheibe variierten geringfügig von Operateur zu Operateur. Abhängig von der individuellen Erfahrung kam eine laterale Freilegung (TLIF) oder eine mediale Freilegung (PLIF) zur Anwendung. Die Schrauben wurden durch Längsstäbe verbunden, das Segment komprimiert und eine dorsale Spondylodese angelegt. Die Einlage eines periduralen Schmerzkatheters, zwei subfasziale Redondrainagen und ein schichtweiser Wundverschluss schlossen die Operation ab.

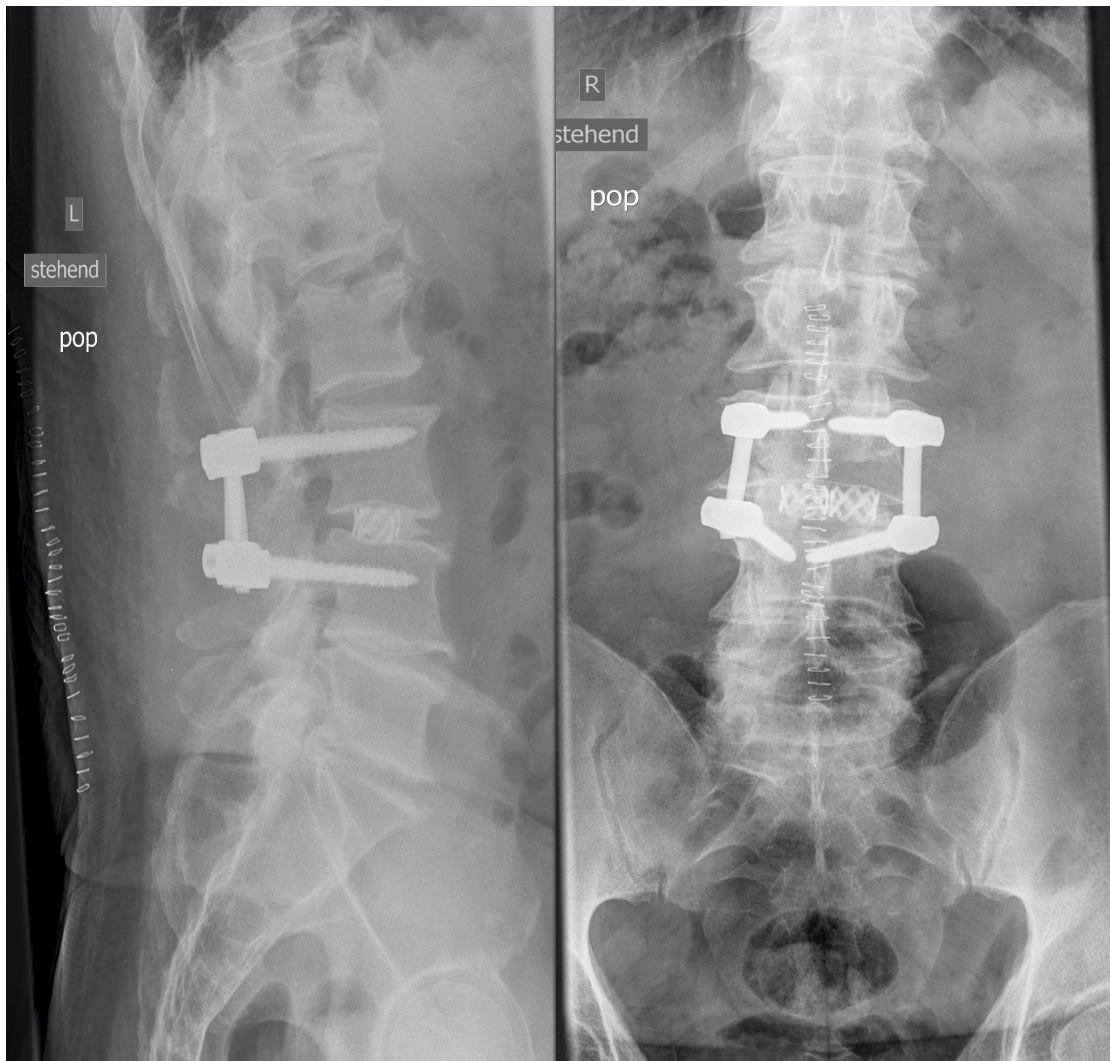


Abbildung 3: Darstellung der Spondylodese sowohl lateral als auch anterior-posterior im konventionellen Röntgen. Lage des Cages im Bandscheibenfach, Spongiosaplastik und Pedikelschrauben-Stab-System.

3.5. Nachbehandlung

Die Mobilisation des Patienten erfolgte am ersten postoperativen Tag unter krankengymnastischer Anleitung. Neben den regelmäßigen Labor- und Wundkontrollen wurden eine adäquate Schmerztherapie und eine Thromboseprophylaxe durchgeführt. Die Redondrainagen wurden in der Regel am zweiten postoperativen Tag entfernt. Die stationäre Behandlung wurde, sofern möglich, durch eine zeitnahe Anschlussheilbehandlung ergänzt. Zur Beurteilung der Materiallage wurde, aufgrund der im Vergleich mit den anderen Methoden besseren Verfügbarkeit und geringeren Strahlenbelastung, auch in den weiteren Nachuntersuchungen das konventionelle Röntgenverfahren in zwei Ebenen genutzt (Abbildung 3). Bei Auffälligkeiten wurde die Diagnostik durch eine Computertomographie oder eine Magnetresonanztomografie ergänzt.

Laborchemische und weitere radiologische Verlaufskontrollen wurden bei Auffälligkeiten entsprechend der klinischen Befunde und dem postoperativen Krankheitsverlauf durchgeführt. Komplikationen wurden dokumentiert und flossen in die Auswertung ein.

3.6. Postoperative Wundinfektionen

3.6.1. Kriterien und Einteilung der postoperativen Wundinfektionen

Die Dauer bis zum Auftreten einer postoperativen Infektion kann sehr unterschiedlich sein. Es wird zwischen Früh- und Spätinfekten unterschieden. Von einer Frühinfektion spricht man in der Regel, wenn die Infektion innerhalb der ersten drei Monate nach der OP auftritt. Ab dem vierten Monat spricht man von einer Spätinfektion. Da es sich bei der vorliegenden Studie um nosokomiale Wundinfektionen handelt und diese laut KISS-Definition innerhalb der ersten 90 Tage auftreten, waren ausschließlich die Frühinfekte Grundlage dieser Studie.

Das Vorliegen einer postoperativen Wundinfektion wurde in dieser Arbeit in Anlehnung an die KISS-Definitionen beurteilt. Eine postoperative Wundinfektion war entsprechend bei Vorliegen eines der folgenden Kriterien vorhanden:

- a) Es kommt klinisch zum Auftreten typischer Anzeichen wie Calor, Rubor, Dolor mit einer Indikation zur Wundrevision oder es kommt zu einer revisionspflichtigen Wundheilungsstörung (Wunddehiszenz) (gilt nicht bei negativen mikrobiologischen Untersuchungen).
- b) Eine eitrige Sekretion aus dem oberflächlichen Wundbereich, eine Eiterentleerung aus der Tiefe (auch während der Wundrevision), oder eine Eiterentleerung aus der inliegenden Drainage tritt auf.
- c) Erregernachweis in der mikrobiologischen Untersuchung (kulturell oder nicht-kulturell), aus dem während der Revision, nach spontaner Entleerung, oder aus der Drainage aseptisch entnommenem Untersuchungsmaterial.
- d) Es kommt neben typischen Infektzeichen (siehe Kriterium a)) serologisch zu einem erneuten Anstieg der Entzündungsparameter (CRP, Leukozyten, Procalcitonin) nach initial fallender Tendenz im postoperativen Verlauf beziehungsweise neu aufgetretenem Fieber. Weitere Ursachen für einen Anstieg der Entzündungsparameter (beispielsweise Harnwegsinfekt, Pneumonie, Zahnstatus, Rheuma, Tumorleiden, Abszess) werden durch die entsprechende radiologische, mikrobiologische und laborchemische Diagnostik ausgeschlossen.

Eine Wundinfektion wurde in der Studie außerdem nach der im KISS verwendete Lokalisation als oberflächlicher Wundinfekt (A1: epifaszial), als tiefer Wundinfekt (A2: subfaszial, paravertebraler Abszess) oder als Infekt von Räumen und Organen im Operationsgebiet (A3: erfasst den Wirbelkörper, Bandscheibe, Rückenmark, Spinalkanal, epiduraler Abszess) klassifiziert.

3.6.2. Behandlung postoperativer Wundinfektionen

Bei Verdacht auf eine nosokomiale Infektion erfolgte im SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach eine operative Revision mit einer genauen Inspektion der Wunde und einer intraoperativen Abstrichentnahme. Diese diente zum einen dem mikrobiologischen Keimnachweis und der Verifizierung des Verdachtes auf eine Infektion, zum anderen war sie für die Einleitung einer testgerechten Antibiotikatherapie über das erhaltene Antibiogramm notwendig.

Die Revisionen wurden wie folgt durchgeführt: Nach Eröffnung der Wunde, großzügigem Débridement und ausgiebiger Spülung der Wunde wurde bei sauberen Wundverhältnissen die Sekundärnaht durchgeführt. Bei einem ausgedehnten klinischen Befund erfolgte stattdessen die Anlage eines VAC-Systems („vacuum-assisted closure-therapy“ / Vakuumtherapie). Dabei handelt es sich um einen Wundverschluss mittels eines Schwammes, einer speziellen Folie und der Anlage einer Drainage mit einem definierten Sog. Hierbei wurden weitere Wundrevisionen geplant, bis sich saubere Wundverhältnisse zeigten. Erst dann erfolgte in diesen Fällen der sekundäre Wundverschluss.

Die Antibiotikatherapie wurde in der Regel mit einer intravenösen Gabe von Cefuroxim begonnen, idealerweise nach Abstrichentnahme. Entsprechend dem Keimnachweis und dem ermittelten Antibiogramm erfolgte dann im Verlauf gegebenenfalls eine testgerechte Umstellung der Antibiose-Therapie und bei Entlassung eine Oralisierung derselben.

4. ERGEBNISSE

4.1. Anzahl der Wundinfektionen

Bei zwölf der 246 Patienten konnte nach den oben genannten Kriterien (Kapitel 3.6.1) die Diagnose einer postoperativen Wundinfektion gestellt werden. Dies entspricht einer Infektionsrate von 4,9 %.

Tabelle 2 zeigt alle Patienten, die eine nosokomiale Wundinfektion entwickelten. Die untersuchten Risikofaktoren, das nachgewiesene Keimspektrum und die Latenzzeit bis zum Auftreten der Infektion werden ebenfalls dargestellt.

Patient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Geschlecht	m	w	w	m	w	w	m	w	m	w	W	m
Alter [a]	44	73	75	69	74	62	65	60	56	73	60	33
BMI	35	32	29	27	30	44	28	46	34	26	29	25
ASA	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2
Diabetes	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Hypertonie	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x
Asthma	-	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-
COPD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
Niereninsuffizienz	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypothyreose	-	2	-	-	-	x	-	-	-	x	x	-
Nikotinabusus	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alkoholabusus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OP-Dauer [min]	195	275	155	180	180	135	220	175	274	200	129	137
Infekttiefe	A1+ 2	A1+ 2+3	A1+ 2	A1	A1+2	A1	A1	A1	fehlt	A1	A1	A1
Latenz [d]	13	8	10	20	33	28	42	17	12	9	30	7

Legende: x = ja, - = nein, w = weiblich, m = männlich, A1 = oberflächlich, A2 = tief, A3 = Infektion von Organen/Körperhöhlen (Wirbelkörper, Bandscheibe, Rückenmark, bzw. Spinalkanal).

Tabelle 2: Patienten mit postoperativer Wundinfektion und den untersuchten Risikofaktoren, das nachgewiesene Keimspektrum, die Latenzzeit.

4.2. Endogene Risikofaktoren

Geschlecht

Die Geschlechterverteilung war relativ ausgeglichen. 127 Patienten (51,6 %) waren Frauen, 119 Patienten (48,4 %) Männer. Die Relation Männer zu Frauen war somit 1:1,07.

Während es bei sieben (5,5 %) der weiblichen Patienten zu einer postoperativen Wundinfektion kam, mussten fünf (4,2 %) männliche Patienten mit einer entsprechenden Wundinfektion stationär weiter behandelt werden, $p = 0,77$.

Alter

Die Abbildung 4 zeigt die Altersverteilung der Patienten in der vorliegenden Studie. Im Durchschnitt waren die Patienten zum OP-Zeitpunkt 62,8 Jahre alt (Standardabweichung (SD) = 12,5), mit einer Altersverteilung zwischen minimal 23 und maximal 89 Jahren. Der Großteil (235 Patienten, 95,5 %) der in die Studie eingeschlossenen Patienten war zwischen 40 und 85 Jahren alt. Das Durchschnittsalter der Patienten mit einer postoperativen Wundinfektion betrug 63,8 Jahre (SD = 13,1) und lag somit minimal über dem aller untersuchter Patienten, der Unterschied war nicht signifikant, $p=0,820$.

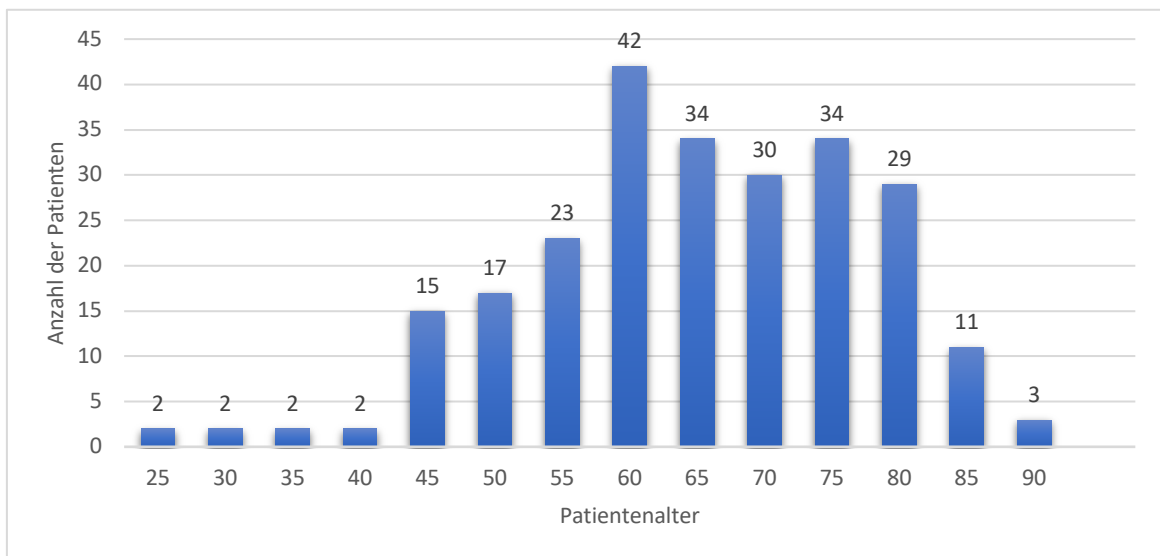


Abbildung 4: Altersverteilung aller Patienten in Jahren.

Gewicht und Körpergröße

Das durchschnittliche Körpergewicht aller Patienten lag bei 82,0 kg, bei Werten zwischen 44 und 150 kg (SD = 18,3). Die durchschnittliche Körpergröße betrug 169 cm (Werte zwischen 140 und 202 cm; SD = 9,6). Aus den Daten ergab sich ein durchschnittlicher BMI von 28,6 (Werte zwischen 18 und 50; SD = 5,4). Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die Körpergewichts- und Körpergrößenverteilung der Patienten. Das durchschnittliche Körpergewicht der Patienten mit einer postoperativen Wundinfektion lag bei 90,4 kg (SD 19,4) und somit über dem der Patienten ohne Wundinfektion, während die durchschnittliche Körpergröße dieser Patienten bei 168 cm (SD = 9,5) lag. Für die Körpergröße ergab sich $p = 0,622$, beim Körpergewicht $p = 0,140$.

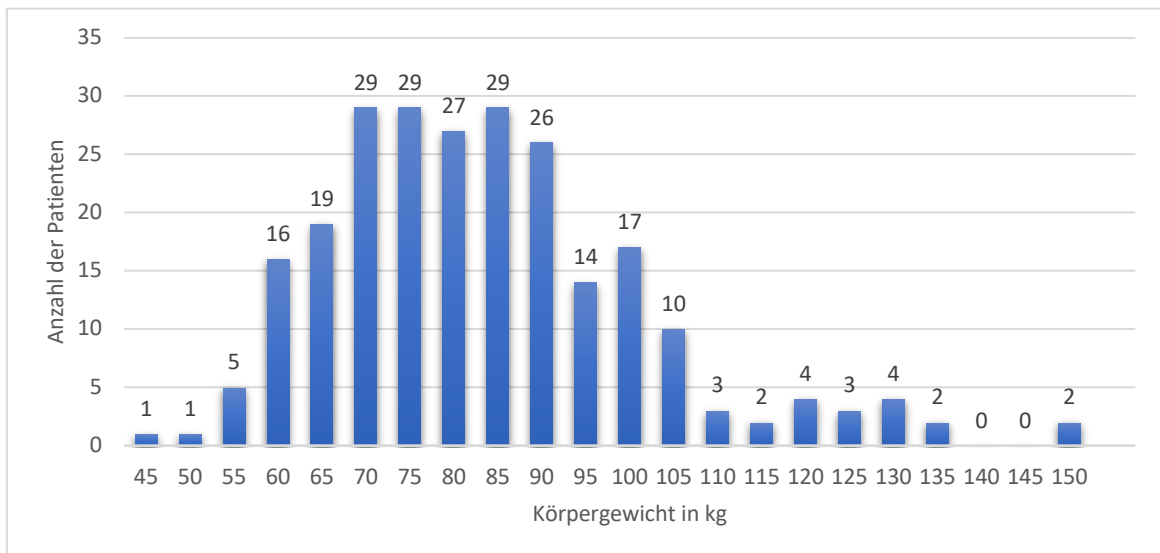


Abbildung 5: Verteilung des Körpergewichts [kg] aller Patienten.

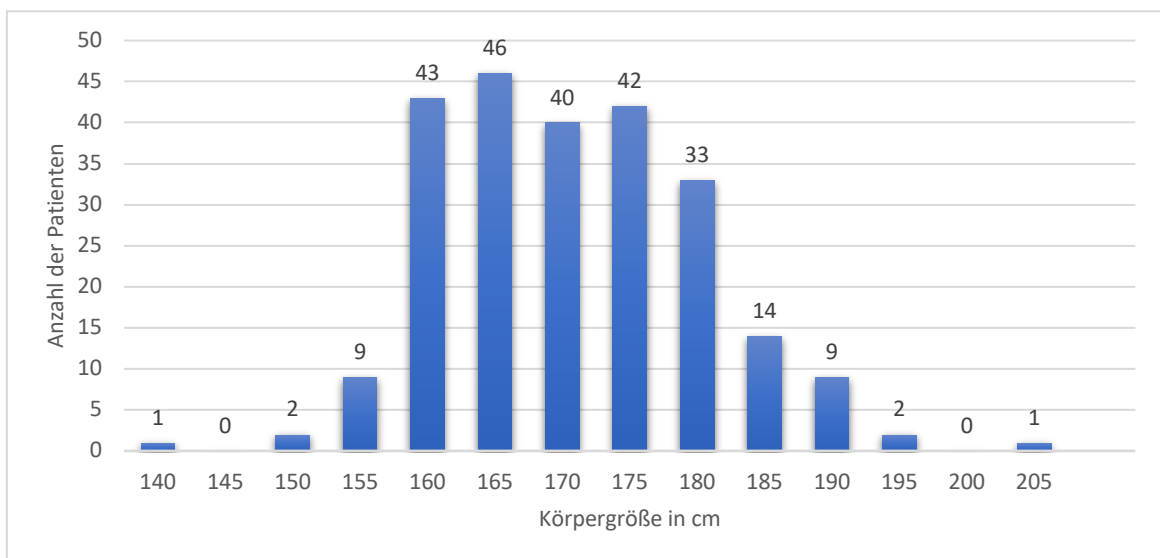


Abbildung 6: Verteilung der Körpergröße [cm] aller Patienten.

Adipositas und Body-Mass-Index

Die Einteilung der Patienten in die verschiedenen Adipositas-Klassen erfolgte anhand ihres BMI (siehe Tabelle 1). Abbildung 7 zeigt die Verteilung der Patienten auf die verschiedenen Gruppen und die Anzahl der Infekte. Die höchste prozentuale postoperative Wundinfektionsrate trat bei den Patienten mit einer Adipositas Grad III auf. Hier wurden bei zwei der zwölf Patienten dieser Gruppe (16,7 %) postoperative Wundinfektionen nachgewiesen.

Während beim gesamten Patientenkollektiv ein durchschnittlicher BMI von 28,6 (SD = 5,4) ermittelt wurde, war der durchschnittliche BMI bei den Patienten mit einer postoperativen Wundinfektion mit 32,1 (SD = 5,68) signifikant höher, $p=0,048$. Die

Verteilung der Patienten mit und ohne postoperativer Wundinfektion ist in Abbildung 7 dargestellt.

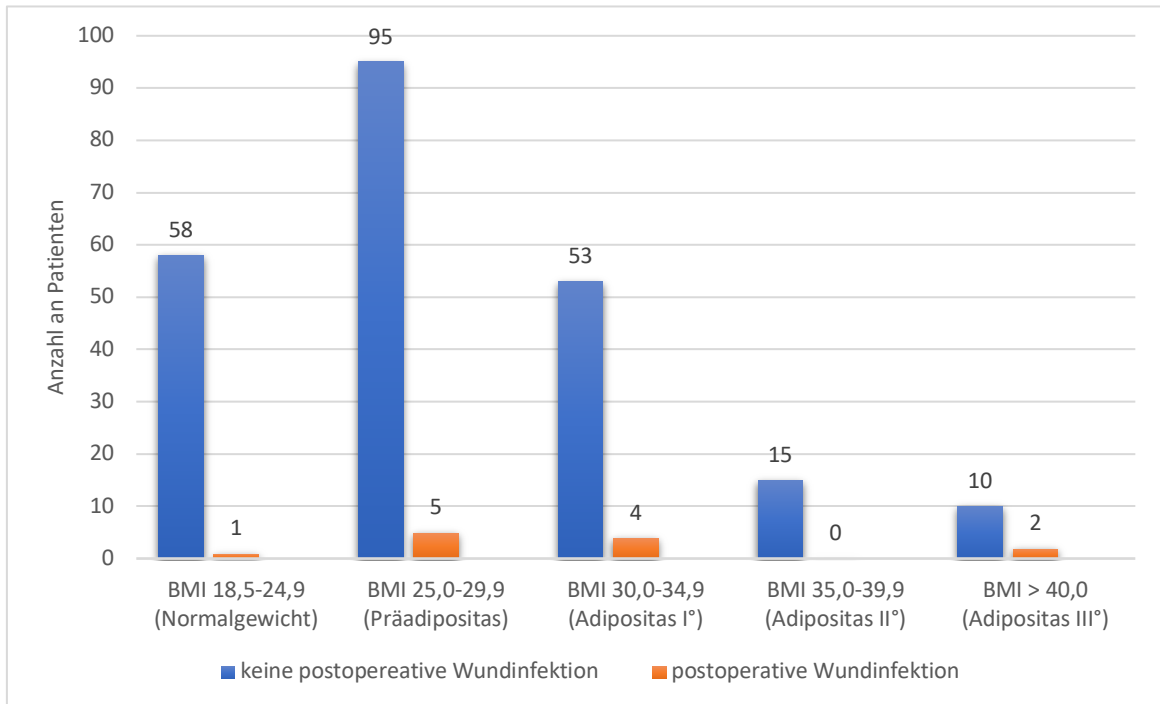


Abbildung 7: Säulendiagramm: Patienten mit pathologischem BMI haben signifikant häufiger Wundinfektionen.

Präoperative Diagnosen

Die Verteilung der Patienten entsprechend der verschiedenen Diagnosen, ist in Abbildung 8 dargestellt. Im Chi-Quadrat-Test wurde ein p-Wert von 0,663 ermittelt.

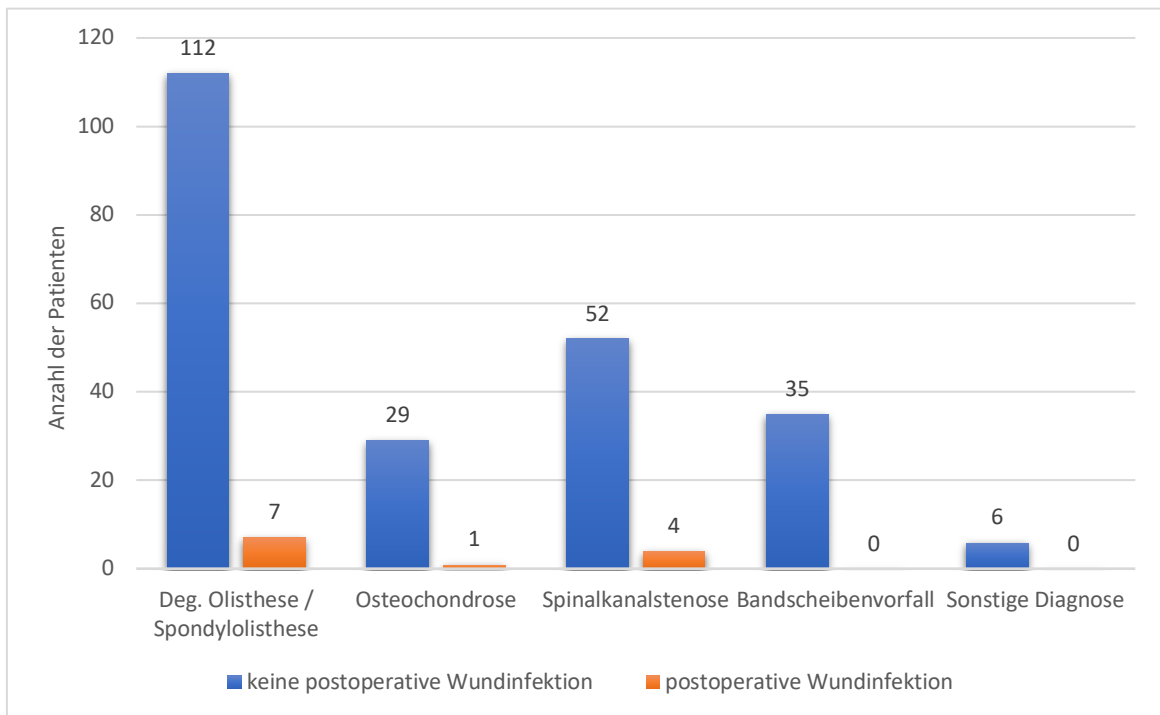


Abbildung 8: Säulendiagramm: Patienten nach Diagnosen kategorisiert, Anzahl an postoperativen Wundinfektionen.

Nikotin und Alkohol

Insgesamt konsumierten 52 Patienten (21,1 %) täglich Nikotin. In dieser Patientengruppe traten zwei postoperative Wundinfektionen auf. Der Prozentsatz an Wundinfektionen lag bei den Nichtraucher (zehn Infektionen bei 191 Patienten) höher als bei den Rauchern (5,2 % zu 3,8 %), $p = 1$.

Keinen, oder nur unregelmäßigen Alkoholkonsum gaben insgesamt 221 Patienten an. In dieser Gruppe kam es zu zwölf postoperativen Wundinfektionen (5,4 %). Regelmäßiger Alkoholkonsum (mehrmals die Woche) beziehungsweise ein Alkoholabusus wurde von 22 Patienten angegeben. In dieser Gruppe kam es zu keiner postoperativen Wundinfektion, $p = 0,609$.

Immunsuppression

Bei den sechs Patienten unter einer medikamentösen Immunsuppression kam es bei keinem zu einer postoperativen Wundinfektion, $p = 1$.

Übersicht endogenen Risikofaktoren

In Tabelle 3 erfolgt zur besseren Übersicht eine Zusammenfassung der ermittelten Werte aus den besprochenen endogenen Risikofaktoren.

	Anzahl der Patienten	Anzahl an Wundinfektionen	Anteil der Infektionen [%]	p-Wert
männlich	119	5	4,2	0,770
weiblich	127	7	5,5	
Alter	246	12	4,9	0,820
Gewicht	243	12	4,9	0,140
Größe	243	12	4,9	0,622
BMI	243	12	4,9	0,048
Degenerative Olisthese / Spondylolisthese	119	7	5,8	0,663
Osteochondrose	30	1	3,3	
Spinalkanalstenose	56	4	7,1	
Bandscheibenvorfall	35	0	0,0	
Sonstige Diagnose	6	0	0,0	
Nikotinkonsum	52	2	3,8	1
Regelmäßiger Alkoholkonsum	22	0	0,0	0,609
Immunsuppression	6	0	0,0	1

Tabelle 3: Zusammenfassung der untersuchten endogenen Risikofaktoren, die zum Auftreten einer nosokomialen Infektion führen.

4.3. Nebenerkrankungen

ASA Score

In der vorliegenden Studie erfolgte die Einteilung nach den in Kapitel 2.5. genannten Kriterien. Ein ASA-Score von 1 zeigte sich bei zwölf Patienten. Hier trat keine postoperative Wundinfektion auf. Insgesamt drei Infektionen traten bei den 118 Patienten mit einem ASA-Score von 2 auf (2,5 %). Bei einem ASA-Score von 3 traten mit 8,3 % die

meisten nosokomialen Wundinfektionen auf (108 Patienten, 9 Wundinfektionen). Bei den fünf Patienten in der Gruppe mit einem ASA-Score von 4 trat keine postoperative Wundinfektion auf, $p = 0,204$.

Diabetes mellitus

Bei insgesamt 40 Patienten lag ein insulinabhängiger oder insulinunabhängiger Diabetes mellitus vor. Bei einem dieser Patienten trat eine postoperative Wundinfektion auf (2,5 %). Im Chi-Quadrat-Test wurde für die Patienten mit der Diagnose Diabetes mellitus ein p-Wert von 0,697 ermittelt.

Asthma bronchiale und COPD (chronic obstructive pulmonary disease)

Bei zwölf Patienten wurde präoperativ die Diagnose Asthma bronchiale gestellt. Es kam bei drei Patienten dieser Diagnosegruppe zu einer postoperativen Wundinfektion (Abbildung 9), $p = 0,016$.

Bei der Diagnose COPD kam es bei einem von 18 betroffenen Patienten zu einer postoperativen Wundinfektion (5,5 %), $p = 0,612$.

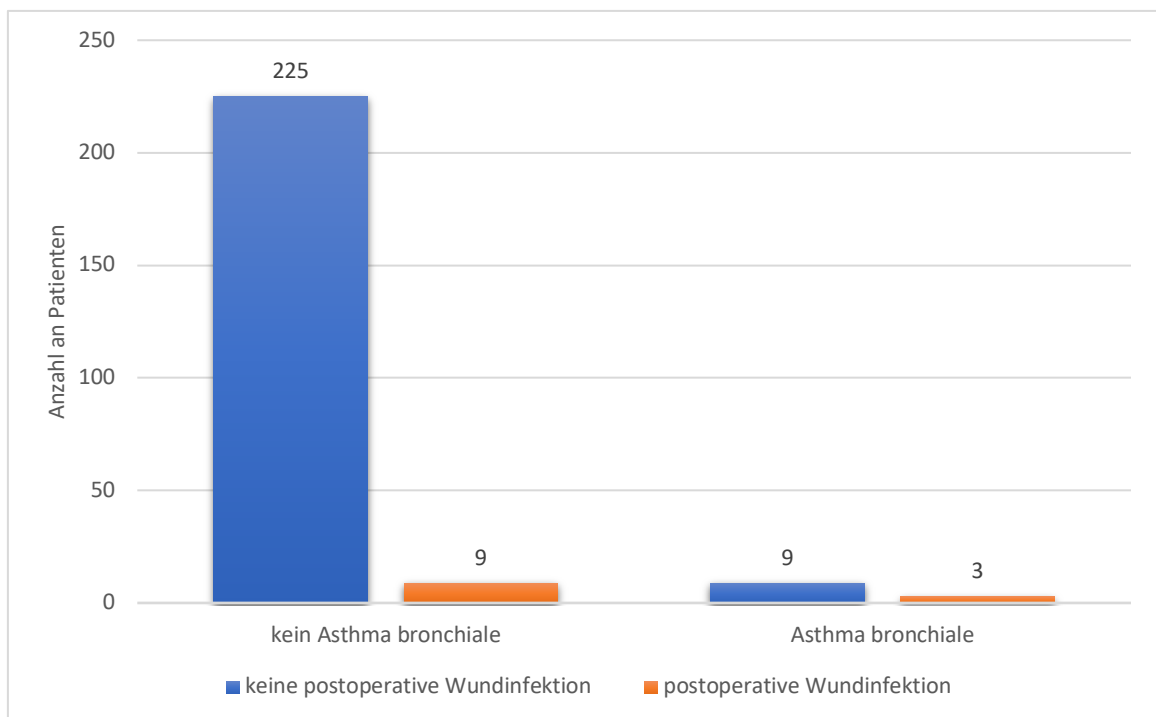


Abbildung 9: Säulendiagramm: Patienten mit Asthma bronchiale haben signifikant häufiger Wundinfektionen.

Arterielle Hypertonie

Bei 122 Patienten war zum OP-Zeitpunkt eine arterielle Hypertonie vorbekannt. In diesem Kollektiv trat bei elf Patienten eine postoperative Wundinfektion auf. Mit einer Infektionsrate von 9,0 % entspricht dies einem überdurchschnittlich hohen Anteil der Patienten dieser Diagnosegruppe. Im Chi-Quadrat-Test ergab sich $p = 0,005$. Abbildung 10 verdeutlicht das Ergebnis.

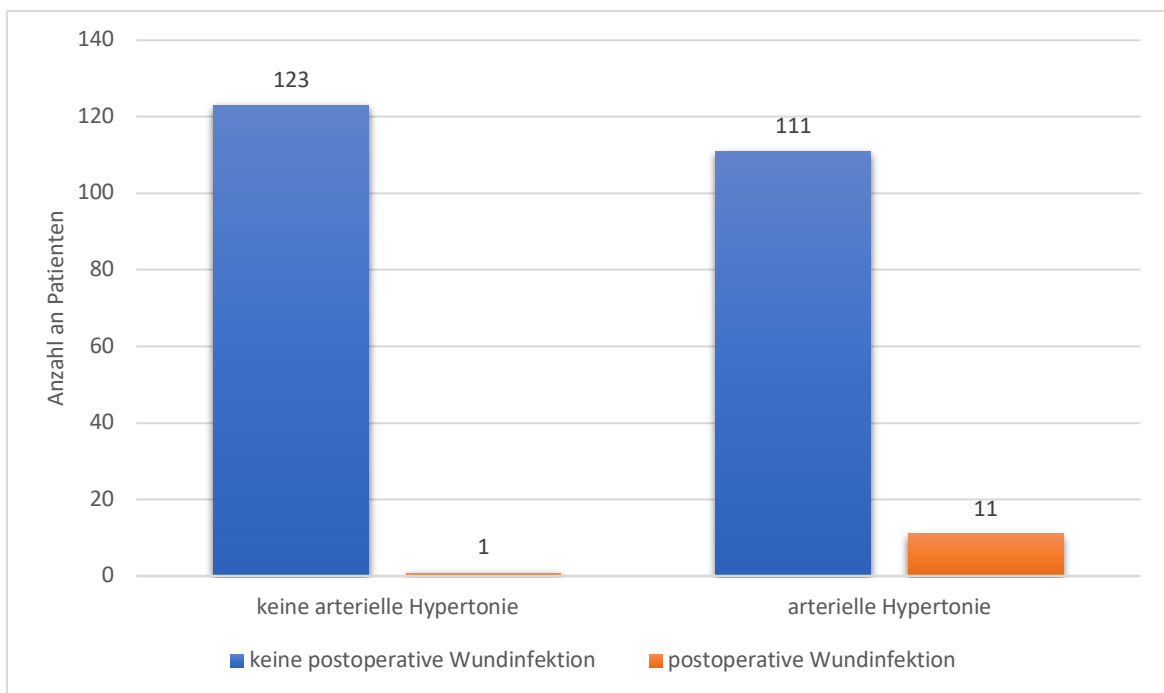


Abbildung 10: Säulendiagramm: Patienten mit arterieller Hypertonie haben signifikant häufiger Wundinfektionen.

Hypothyreose

Insgesamt wurden 31 Patienten mit einer Hypothyreose in die Studie eingeschlossen. Bei vier dieser Patienten entwickelte sich eine postoperative Wundinfektion, $p = 0,052$.

Niereninsuffizienz

Bei 22 Patienten lag eine Niereninsuffizienz als Nebenerkrankung vor. Bei einem von diesen trat im postoperativen Verlauf eine Wundinfektion auf, $p = 1$.

Übersicht Nebenerkrankungen

Zur besseren Übersicht erfolgt in Tabelle 4 die Zusammenfassung der Werte aus den untersuchten Nebenerkrankungen, die möglicherweise zum Auftreten einer nosokomialen Infektion führen.

	Anzahl der Patienten	Anzahl der Wundinfektionen	Anteil der Wundinfektionen [%]	p-Wert
ASA-Score	243	12	4,9	0,204
Diabetes mellitus	40	1	2,5	0,697
Asthma bronchiale	12	3	25,0	0,016
COPD	18	1	5,5	0,612
Arterielle Hypertonie	122	11	9,0	0,005
Hypothyreose	31	4	12,9	0,052
Niereninsuffizienz	22	1	4,5	1

Tabelle 4: Zusammenfassung der Nebenerkrankungen und der Häufigkeit der postoperativen Wundinfektionen.

4.4. Exogene Faktoren

Segment-Höhe der Instrumentierung

In Tabelle 5 ist die Verteilung der von einer operationsbedürftigen Erkrankung betroffenen Segmente und die Häufigkeit der aufgetretenen Wundinfektionen dargestellt.

	Anzahl der Patienten	Anzahl an Wundinfektionen	Anteil an Wundinfektionen [%]
L2/3	11	1	9,1
L3/4	34	1	2,9
L4/5	154	9	5,8
L5/S1	46	1	2,2
L6/S1	1	0	0

Tabelle 5: Häufigkeit der betroffenen Segmente und prozentualer Anteil an postoperativen Wundinfektionen in den entsprechenden Segmenten.

Im Chi-Quadrat-Test wurde für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion und der Segment-Höhe der Instrumentierung ein p-Wert von 0,593 ermittelt.

Operateur

In der vorliegenden Studie wurden vier Patienten (1,6 %) von einem Arzt in Weiterbildung (Assistenzarzt) operativ versorgt. Dabei kam es zu keiner postoperativen Wundinfektion. Bei den Fachärzten zeigte sich ebenfalls bei keinem der 18 operierten Patienten (7,3 %) eine postoperative Wundinfektion. Alle nosokomialen Infektionen traten bei den durch Oberärzte durchgeführten Spondylodese-Operationen auf. Hier kam es

bei 142 operierten Patienten (57,7 %) zu zwölf Wundinfektionen. Dies entspricht einer Infektionsrate von 8,5 %. Bei den durch Chefärzte geleiteten 82 operativen Eingriffen (33,3 %) kam es hingegen zu keiner nosokomialen Wundinfektion. Für den Zusammenhang zwischen der Wundinfektion und dem Operateur wurde ein p-Wert von 0,022 ermittelt. Das Ergebnis wird in Abbildung 11 verdeutlicht.

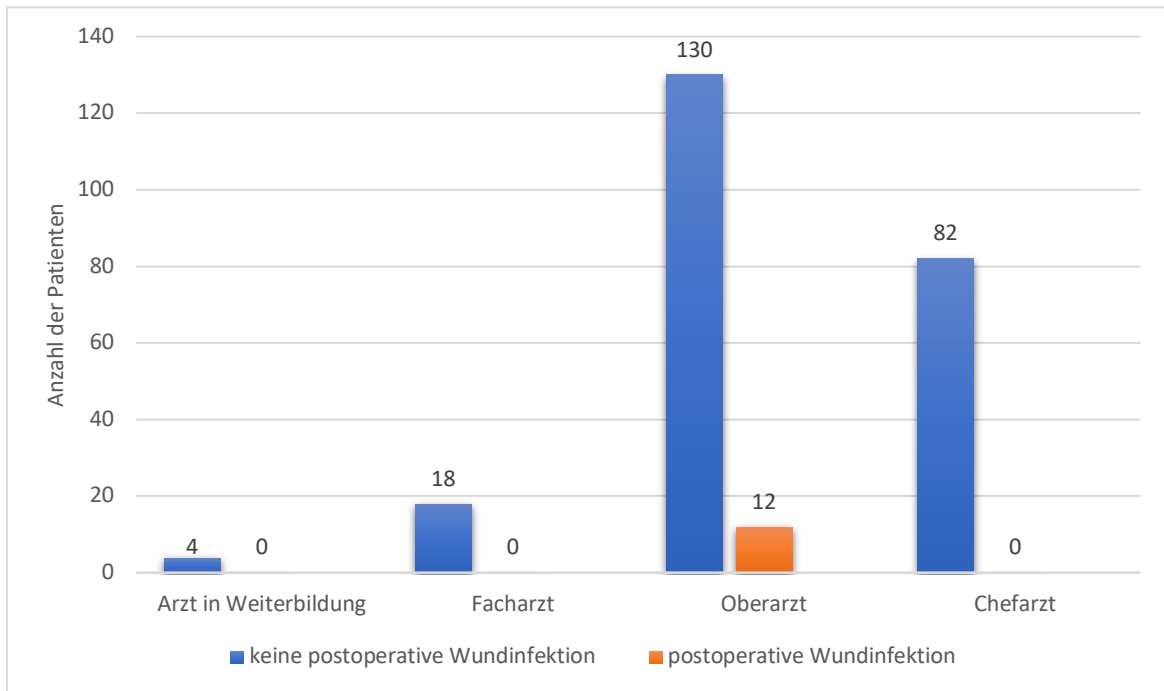


Abbildung 11: Säulendiagramm: Die Erfahrung des Operateurs beeinflusst die Häufigkeit von Wundinfektionen.

Operationsdauer

In der vorliegenden Untersuchung ergab sich eine durchschnittliche Operationsdauer von 196,7 Minuten (SD = 63,3). Die kürzeste Schnitt-Naht-Zeit betrug 75 Minuten, die längste 405 Minuten. Am häufigsten wurden zwischen 130 Minuten und 290 Minuten (197 Patienten, 80,1 %) für die Operationen benötigt. Abbildung 12 veranschaulicht die Anzahl der Patienten bezogen auf die entsprechende Dauer des Eingriffs. Bei den Patienten mit einer postoperativen Wundinfektion betrug die durchschnittliche OP-Dauer 187,9 Minuten (SD = 58,6). Hierbei lag die Schnitt-Naht-Zeit zwischen 129 und 275 Minuten, $p = 0,685$.

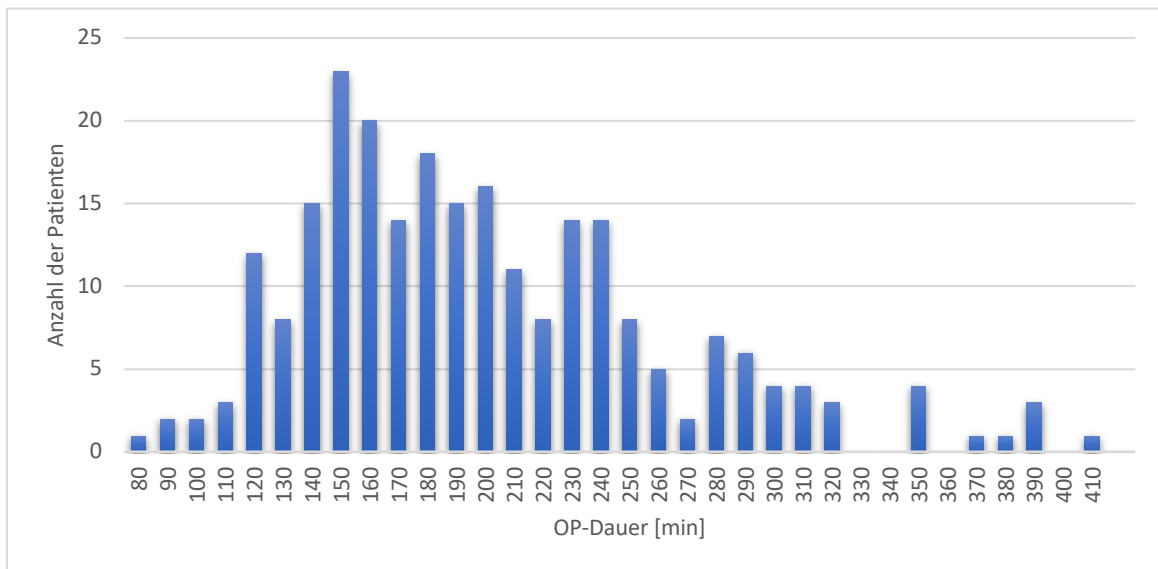


Abbildung 12: Verteilung aller Patienten bezogen auf die Dauer des operativen Eingriffes.

4.5. Dauer bis zum Auftreten der postoperativen Wundinfektion

Die Dauer ab dem OP-Zeitpunkt bis zum Auftreten einer postoperativen Wundinfektion lag in dieser Studie zwischen sieben und 42 Tagen, wobei jeweils zwei Infektionen nach zehn und zwölf Tagen auftraten. Bei acht der zwölf nosokomialen Infektionen (66,7 %) traten entsprechende Symptome innerhalb der ersten 17 Tage auf. Die durchschnittliche Dauer bis zum Auftreten einer Infektion lag bei 19,1 Tagen (SD = 11,5 Tage).

4.6. Keimspektrum

Generell zeigte sich in der durchgeführten Studie ein breites Keimspektrum. Der mikrobiologische Keimnachweis erfolgte ausschließlich nach intraoperativer Abstrichentnahme während der Revision.

Der am häufigsten (in sieben Fällen) nachgewiesene Keim war *Staphylococcus aureus*. Dieser trat bei 58,3 % der Patienten mit einer postoperativen Wundinfektion auf. Ein Keim (14,3 % der *Staphylococci aurei*, 8,3 % insgesamt) wurde als Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA) eingestuft.

Mit jeweils zwei mikrobiologischen Nachweisen und somit 16,6 %, folgten *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis* und die *Bacteroides*-Gruppe. Die *Bacteroides*-Gruppe wurde bei zwei Patienten mit insgesamt drei verschiedenen Untergruppen (*Bacteroides thetaiotaomicron*, *Bacteroides vulgatus*, *Bacteroides fragilis*) nachgewiesen. Die exakte Verteilung der aufgetretenen Keime und der prozentuale Anteil

bei den Patienten mit einer Infektion ist in Tabelle 6 dargestellt; Abbildung 13 zeigt die prozentuale Verteilung bei einem Einzelkeimnachweis.

Keim	Häufigkeit	Prozentuale Verteilung der nachgewiesenen Keime auf die postoperativen Wundinfektionen [%]
Staphylococcus aureus	siebenmal	58,3
Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus	davon einmal	8,3
Staphylococcus epidermidis	zweimal	16,6
Escherichia coli	einmal	8,3
Enterococcus faecalis	zweimal	16,6
Proteus mirabilis	einmal	8,3
Bacteriodes-Gruppe (vulgatus, thetaiotaomicron, fragilis)	zweimal	16,6
Streptococcus anginosus	einmal	8,3
Propionibakterium-Gruppe	einmal	8,3
Morganella morganii	einmal	8,3

Tabelle 6: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der nachgewiesenen Keime bei Infektionen mit einem Keim und bei Mischinfektionen.

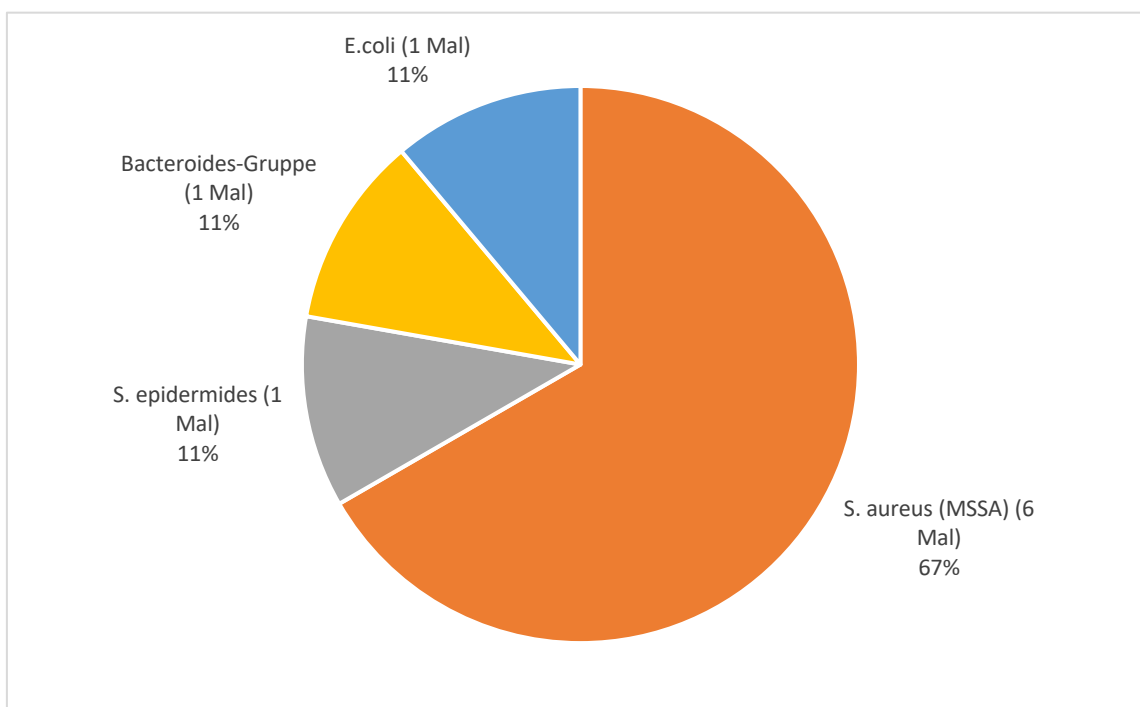


Abbildung 13: Kreisdiagramm zur Darstellung der prozentualen Verteilung beim Einzelkeimnachweis.

Eine Mischinfektion trat in drei Fällen (25,0 %) auf. Bei einer der Mischinfektionen wurden drei, bei einer weiteren vier und bei einer anderen sechs unterschiedliche Keime nachgewiesen. In zwei der drei Fälle (66,7 %) war *Enterococcus faecalis* an der Mischinfektion beteiligt. Die genaue Keimverteilung bei den drei Mischinfektionen war:

1. *Staphylococcus epidermidis* mit *Propionibakterium* und *Streptococcus anginosus*,
2. Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* mit *Bacteroides fragilis* / *thetaiotaomicron* und *Enterococcus faecalis*,
3. *Proteus mirabilis* mit *Morganella morganii* und *Bacteroides ovatus* / *thetaiotaomicron* / *vulgatus* und *Enterococcus faecalis*.

4.7. Therapie postoperativer Wundinfektionen

Nach stationärer Wiederaufnahme der Patienten mit einer postoperativen Wundinfektion erfolgte zeitnah die operative Revision mit Abstrichentnahme und parallel dazu der Beginn einer intravenösen Antibiotikatherapie mit Cefuroxim. Nach Auswertung der Antibiogramme wurde in sechs Fällen (50 %) die Antibiose mit Cefuroxim (einmal in Kombination mit Clindamycin) fortgesetzt. Zweimal wurde Clindamycin (einmal in Kombination mit Cefuroxim), zweimal Rifampicin, einmal Ciprofloxacin und einmal Imipinem verabreicht. Bei einem Patienten konnte die Antibiose-Therapie aus den vorliegenden Unterlagen nicht erschlossen werden. Auch nach der Entlassung der Patienten wurde bei allen Patienten die orale Antibiotikatherapie noch für einen bestimmten Zeitraum fortgesetzt.

Je nach klinischem Befund erfolgte die Entscheidung über das operative Verfahren beim Auftreten einer postoperativen Wundinfektion. Bei sieben Patienten (58,3 %) zeigte sich ein so ausgeprägter intraoperativer Befund, dass eine VAC-Behandlung notwendig war. Im Durchschnitt waren 2,3 Revisionen und 1,3 VAC-Anlagen notwendig. Die Entfernung der Instrumentation war bei keinem Patienten notwendig. Keiner der Patienten mit postoperativer Wundinfektion verstarb an den Folgen.

5. DISKUSSION

5.1. Häufigkeit nosokomialer Wundinfektionen

Die in der Literatur angegebenen prozentualen Wundinfektionsraten nach lumbaler Spondylodese schwanken. Kim et al. [34] fanden bei 1.831 PLIF-Operationen eine Infektrate von 1,6%. Andrés-Cano et al. [2] fanden eine Infektrate von 11,5% nach 139 lumbalen posterolateralen Fusionsoperationen. Pull ter Gunne et al. fanden [49] in einer retrospektiven Kohortenstudie mit 3.174 Patienten 132 postoperative Wundinfektionen nach Wirbelsäulenoperationen, was einer Infektrate von 4,1 % entspricht. In einem Literaturüberblick von Gerometta et al. [19] werden nach Fusionsoperationen mit Instrumentierung Infektionsraten zwischen 0,7 % und 11,9 % genannt. Verglichen mit unserer Infektrate von 4,9% nach TLIF-/ PLIF-Operationen finden sich also in der Literatur sowohl höhere, als auch niedrigere Werte. Die Schwankung der Werte liegt einerseits am unterschiedlichen Patientengut der verschiedenen Studien, andererseits spielen die Erfahrung des Operateurs, der zu fusionierende Bereich und die Ausstattung der Klinik eine Rolle. Auch die Detektion einer postoperativen Wundinfektion ist trotz einheitlicher Definition über die KISS- beziehungsweise CDC-Kriterien nicht immer eindeutig möglich. Insbesondere das klinische Erscheinungsbild kann durch verschiedene Untersucher unterschiedlich beurteilt werden. Partiiell könnten die Schwankungen auch dadurch erklärt werden, dass hier unterschiedliche Operationsverfahren bezüglich der postoperativen Infektraten verglichen werden, wie etwa postero-laterale Fusion bei Andrés-Cano et al. [2] und nach dorsaler Instrumentierung bei Gerometta et al. [19]. Tatsächlich ist es nicht unwesentlich, welche spinalen Eingriffe auf ihre Infekthäufigkeit untersucht werden. Es erfolgte der Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit den Ergebnissen in einer bereits zuvor im SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach durchgeführten Untersuchung zu Spondylodesen der gesamten Wirbelsäule aus dem Jahr 2014. Hier wurden 761 Operationen via OPS-Kodierung erfasst. Im beobachteten Zeitraum wurden 11 nosokomiale Wundinfekte (1,4%) registriert, also ein deutlich geringerer Wert. Eine mögliche Erklärung für die niedrigere Infektrate bei allen in der Abteilung für Wirbelsäulenchirurgie am SRH-Klinikum Karlsbad-Langensteinbach durchgeführten Spondylodesen im Vergleich zur Infektrate nach TLIF / PLIF sind: Einschluss langstreckiger Spondylodesen mit langstreckigem Zugang und folglich geringerem Sperrerrdruck. Hierdurch könnte eine geringere Ischämie bei langstreckigen Operationen im Zugangsbereich postuliert werden und hieraus wiederum eine niedrigere Infektrate. Auch eine Mischpopulation in Bezug auf das Alter und die Vorerkrankungen ist eine

mögliche Ursache: Die vorherige Studie schloss auch Kinder ein, die erwartungsgemäß weniger zu Wundinfekten neigen.

5.2. Endogene Risikofaktoren

Adipositas und Body-Mass-Index

Adipositas wird von den meisten Autoren als ein Risikofaktor für die Entwicklung einer postoperativen Infektion nach einer Wirbelsäulenoperation angesehen. Mehta et al. [42] beschreiben, dass sowohl starke Fettleibigkeit (BMI > 30) als auch die Dicke des Fettgewebes und ein großer Haut-Lamina-Abstand signifikante Risikofaktoren für einen Infekt darstellen. Fei et al. [17] fanden in einer Metaanalyse von zwölf Studien mit 13.476 Patienten einen BMI > 35 als wichtigen Risikofaktor für eine Wundheilungsstörung nach Eingriffen an der Wirbelsäule. In einer retrospektiven Kohortenstudie von Pull ter Gunne et al. [49] wurde ebenfalls ein Zusammenhang zwischen einer Adipositas und einer Infektion nachgewiesen. Weitere Studien von Jiang et al. [32], Fang et al. [16], Wen Wei et al. [66], Haleem et al. [23] und Lai et al. [37] lieferten ähnliche Ergebnisse. Auch die Daten aus unserer Studie deuten in die gleiche Richtung: Während es bei den 59 normalgewichtigen Patienten zu nur einer postoperativen Wundinfektion (1,7 %) kam, trat bei den Patienten mit einer Adipositas Grad I bei 7,0 % (vier von 57 Patienten) der Patienten und mit einer Adipositas Grad III sogar bei 16,7 % (zwei von zwölf Patienten) der Patienten ein Wundinfekt auf.

Asthma bronchiale und COPD

In der vorliegenden Arbeit entwickelten insgesamt drei von zwölf Patienten (25,0 %) mit der Diagnose Asthma bronchiale eine postoperative Wundinfektion. Somit kann ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Erkrankung und dem Auftreten der nosokomialen Wundinfektion vermutet werden.

Bei den Patienten mit der Diagnose COPD trat in der vorliegenden Arbeit im Gegensatz zu einer prospektiven Kohortenstudie von Hijas-Gómez et al. [29], in der bei Patienten mit einer COPD ein erhöhtes Risiko für das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion nach Spondylodese nachgewiesen wurde, bei 5,6 % dieser Gruppe eine solche Wundinfektion auf. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion und einer COPD konnte in unserer Studie nicht nachgewiesen werden.

Arterielle Hypertonie

Ähnlich wie in einer Fall-Kontroll-Studie von Haleem et al. [23] mit 2.309 Patienten (2,3 % Infektrate) nach Laminektomie, zeigte sich auch in der hier vorliegenden Studie die arterielle Hypertonie als signifikanter Risikofaktor für das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion. Insgesamt war bei 122 Patienten die Nebendiagnose arterielle Hypertonie vorbekannt. Bei elf Patienten kam es zu einer nosokomialen Wundinfektion. Dies entspricht einer Infektionsrate von 9,0 %. Die Ursachen hierfür könnten mit zusätzlichen kardiovaskulären Begleiterkrankungen, beispielsweise der Adipositas und deren Auswirkungen, zusammenhängen. Dieser Zusammenhang sollte in weiteren Studien überprüft werden.

Geschlecht

In mehreren Studien wurde der Einfluss des Geschlechts auf das Auftreten nosokomialer Wundinfektionen nachgewiesen. Es liegt die Vermutung nahe, dass sich auch geschlechtsabhängige Vorerkrankungen indirekt auf das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion auswirken. Eine Fall-Kontroll-Studie von Rao et al. [51] aus dem Jahr 2011 zeigte ein signifikant erhöhtes Risiko für eine nosokomiale Wundinfektion bei Männern nach einer spinalen Fusionsoperation. Zu demselben Ergebnis kamen Grammatico-Guillon et al. [21] in einer Fünf-Jahres-Kohortenstudie nach Implantation einer Knie- beziehungsweise Hüft-TEP (Totalendoprothese). Während es in unserer Studie bei 4,2 % der männlichen Patienten zu einer postoperativen Wundinfektion kam, war dies bei 5,5 % der weiblichen Patienten der Fall. Obwohl rein prozentual gesehen das weibliche Geschlecht häufiger eine postoperative Wundinfektion entwickelte, konnte hier aber kein signifikanter geschlechtsabhängiger Effekt nachgewiesen werden.

Alter

Mit zunehmendem Alter steigt häufig die Anzahl der Nebenerkrankungen. Auch die Anfälligkeit für Infektionen kann zunehmen. Dies kann zu einer indirekten Beeinflussung der postoperativen Wundinfektionsrate führen. In mehreren Studien von Christodoulou et al. [11], Fang et al. [16], Hollenbeck et al. [30] und Massie et al. [40] wurde ein positiver Zusammenhang zwischen fortgeschrittenem Alter und dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion nach einer Wirbelsäulenoperation nachgewiesen. Weinstein et al. [64] errechneten in einer Studie mit 2.391 operativen Eingriffen an der Wirbelsäule (davon 46 mit Infekten) ein mittleres Erkrankungsalter von 57,2 Jahren. In unserer Studie ergab sich ein höheres Durchschnittsalter von 63,8 Jahren. Der Zu-

sammenhang zwischen dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion und dem Alter konnte durch unsere Ergebnisse jedoch nicht bestätigt werden.

Gewicht und Körpergröße

Auch die Größe und das Gewicht der Patienten können einen Einfluss auf das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion haben. Allerdings spielen der ermittelte BMI und die daraus resultierende Einteilung in die entsprechenden Adipositas-Grade (Tabelle 1) eine weitaus wichtigere Rolle. Weder im Hinblick auf die Körpergröße, noch beim Körpergewicht konnte hier ein signifikanter Zusammenhang mit dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion gefunden werden.

Präoperative Diagnose

Die präoperative Diagnose, die zur Operationsindikation führt, beeinflusst neben dem Ausmaß der Operation auch die Dauer der Operation. In einer von Weinstein et al. [64] durchgeführten Studie mit insgesamt 46 postoperativen Wundinfektionen nach 2.391 operativen Eingriffen an der Wirbelsäule wurde präoperativ bei 28 Patienten (60,9%) mit einer postoperativen Wundinfektion eine degenerative Skoliose oder Spinalkanalstenose diagnostiziert. Acht Patienten wurden wegen eines Bandscheibenvorfalles (17,4 %) operiert, vier aufgrund von Metastasen in der Wirbelsäule (8,7%), ein Patient litt unter einer degenerativen Bandscheibenerkrankung (2,2 %) und bei fünf Patienten (10,9 %) war eine andere Ursache der Grund für die Operation. Im Vergleich zu dieser Studie war bei den zwölf in unserer Arbeit betrachteten postoperativen Wundinfektionen mit sieben Patienten die degenerative Olisthese / Spondylolisthese (58,3 %) die häufigste präoperative Diagnose, gefolgt von vier Patienten mit einer Spinalkanalstenose (33,3 %) und einem Patienten mit einer Osteochondrose (8,3 %). Im Chi-Quadrat-Test konnte kein Zusammenhang zwischen der Diagnose und dem Auftreten einer nosokomialen Wundinfektion nachgewiesen werden.

Nikotin

Eine Metaanalyse von Sorensen aus dem Jahre 2012 [57] ergab, dass Raucher ein um 2,26-fach höheres Risiko für Wundheilungskomplikationen haben als Nichtraucher. In einer multivariaten Analyse von Veeravagu et al. [62] traten bei 752 von insgesamt 24.774 Patienten (3,0 %) postoperative Wundinfektionen nach spinaler Dekompression und Fusion auf, wobei ein Zusammenhang zwischen dem Rauchen und dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion nachgewiesen wurde. Fang et al. [16], Schimmel et al. [54], Lai et al. [37] und Kong et al. [36] kamen in ihren Studien zu ähnlichen

Ergebnissen. Hierbei kann die aus der Durchblutungssituation oftmals resultierende schlechtere Wundheilung eine mögliche Ursache sein. In der von uns durchgeführten Studie traten bei den Nichtrauchern (5,2 %) prozentual gesehen mehr Infekte auf, als bei den Rauchern (3,8 %). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer nosokomialen Wundinfektion und den Rauchgewohnheiten konnte in dieser Studie jedoch nicht nachgewiesen werden. Wie in Kapitel 5.8. (siehe unten) erwähnt, kann allerdings aufgrund der anamnestischen Befragung der Patienten zum Rauchverhalten und der Rauchanamnese in der Vergangenheit ein Zusammenhang nicht sicher ausgeschlossen werden. Auch die geringe Anzahl der Raucher (52 Patienten) kann einen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

Alkohol

Auch ein übermäßiger Alkoholkonsum kann zu einer Erhöhung der Rate an postoperativen Wundinfektionen führen. Zum einen können Folgeerkrankungen, beispielsweise eine Leberzirrhose und eine Mangelernährung (Vitaminmangel) zu einer Beeinflussung des Immunsystems und der Wundheilung führen. Andererseits beeinflusst der Konsum von Alkohol auch direkt die Funktion des Immunsystems [13]. Einen Zusammenhang zwischen dem Alkoholkonsum und dem Auftreten einer nosokomialen Wundinfektion konnten Fang et al. [16] anhand von 1.095 Wirbelsäulenoperationen im Jahr 2005 zeigen. In dieser Studie zeigte sich ein Alkoholabusus als statistisch signifikanter Risikofaktor. Grammatico-Guillon et al. [21] konnten diesen Zusammenhang nach Implantation einer Hüft- beziehungsweise Knie-TEP bestätigen. In der von uns durchgeführten Studie traten alle postoperativen Infektionen bei den 221 Patienten auf, die weniger als einmal pro Woche Alkohol konsumierten. Bei den 22 Patienten mit regelmäßigem Alkoholkonsum, beziehungsweise einem Alkoholabusus, kam es hingegen zu keinen Infektionen. Statistisch ergab sich hier ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten der postoperativen Wundinfektion und dem Alkoholkonsum. Hier gilt es allerdings ähnliche, potenzielle Fehlerquellen wie beim Nikotinkonsum zu bedenken.

Immunsuppression

Patienten unter einer medikamentösen Immunsuppression unterliegen ebenfalls einem besonderen Risiko für nosokomiale Wundinfektionen. Während Massie et al. [40] bereits 1992 bei Patienten unter medikamentöser Immunsuppression diese als Risikofaktor für eine Wundinfektion nach dorsalen Fusionsoperationen beschrieb, wurde auch bei Sebastian et al. [55] in einer unabhängigen retrospektiven Studie aus dem Jahr

2016 der Gebrauch von Steroiden als Risikofaktor für eine nosokomiale Wundinfektion aufgeführt. In unserer Studie trat allerdings keine postoperative Wundinfektion bei den Patienten unter Immunsuppression auf. Ein Grund dafür ist möglicherweise die geringe Patientenanzahl (sechs Patienten) unter Immunsuppression.

5.3. Nebenerkrankungen

ASA Score

In mehreren Studien wurde ein Zusammenhang zwischen ASA-Score und dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion beschrieben. Rao et al. [51] zeigten 2011 in einer retrospektiven Fall-Kontroll-Studie mit 1.587 Patienten, dass ein hoher ASA-Score bei einer dorsalen Fusionsoperation ein unabhängiger Risikofaktor ist. Dies konnte durch Walsh et al. [63] in einer neueren retrospektiven Fall-Kontroll-Studie nach 5.437 durchgeführten Spondylodesen belegt werden. Auch die Arbeit von Veeravagu et al. [62] bestätigt diese Ergebnisse. In unserer Studie wurde im Chi-Quadrat-Test keine positive Korrelation zwischen dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion und dem ASA-Score nachgewiesen. Es gilt jedoch auch zu berücksichtigen, dass der ermittelte ASA-Score, wie oben bereits beschrieben, einer gewissen subjektiven Einschätzung des Untersuchers unterliegt.

Hypothyreose

Die Schilddrüse kann über ihren Beitrag zum Stoffwechsel das Immunsystem des Menschen beeinflussen. Komatsu et al. [35] konnten 2015 in einer retrospektiven Kohortenstudie keinen signifikanten Zusammenhang zwischen einer Hypothyreose und dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion nachweisen. Bei vier der 31 Patienten mit einer Hypothyreose (12,9 %) trat in der von uns durchgeführten Studie eine postoperative Wundinfektion auf. Im Chi-Quadrat-Test konnte allerdings kein eindeutiger Zusammenhang ermittelt werden.

Diabetes mellitus

Chen et al. [8] zeigten in einer retrospektiven Kohortenstudie aus dem Jahr 2009 an 195 Patienten nach dorsaler Instrumentierung, dass der Diabetes mellitus ein unabhängiger Risikofaktor für das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion ist. Weitere Studien von Massie et al. [40], Fang et al. [16], Pull ter Gunne et al. [49], Veeravagu et al. [62], Schimmel et al. [54], Wen Wei et al. [66], Lai et al. [37] und Hijas-Gómez et al. [29] bestätigten dieses Ergebnis. Von den in unserer Studie 40 untersuchten Patienten

mit einem insulinabhängigen und insulinunabhängigen Diabetes mellitus trat bei insgesamt zwei Patienten eine postoperative Wundinfektion auf (5 %). Im Gegensatz zur vorliegenden Literatur konnte in unserer Studie kein signifikanter Zusammenhang zwischen Diabetes mellitus und dem Auftreten einer nosokomialen Infektion festgestellt werden.

Niereninsuffizienz

Auch bei Patienten mit einer Niereninsuffizienz wird ein höheres Risiko für postoperative Wundinfektionen vermutet. Vor allem die höhergradigen, dialysepflichtigen Funktionseinschränkungen sind hier von Bedeutung [16]. Eine von Chikawa et al. [9] im Jahr 2011 retrospektiv durchgeführte Untersuchung an 814 Patienten nach vorausgegangener Wirbelsäulenoperation ergab ein statistisch signifikantes Ergebnis für das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion bei Patienten mit Hämodialysetherapie. Auch ein erhöhtes perioperatives Kreatinin wurde von Tominaga et al. [61] als Risikofaktor identifiziert. Jedoch konnte in unserer Untersuchung kein Zusammenhang zwischen der Niereninsuffizienz und einer nosokomialen Wundinfektion nachgewiesen werden.

5.4. Exogene Risikofaktoren

Operateur

Die Fähigkeiten und die Erfahrung eines Operateurs können einen Einfluss auf die Operationsmethode, die Operationsdauer, die Kontaminationsgefahr, das Auftreten intraoperativer Komplikationen und folglich auch auf die postoperative Wundheilung haben. Muilwijk et al. [44] konnten in einer multizentrischen, prospektiven Kohortenstudie aus dem Jahr 2007 einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion und der Erfahrung des Operateurs nachweisen. Auch unsere Studie liefert hierzu bemerkenswerte Ergebnisse: Während es bei den Oberärzten bei 142 durchgeführten Eingriffen zu zwölf Wundinfektionen kam (8,5 %), trat bei den 82 durch die Chefärzte geleiteten Eingriffe keine postoperative Wundinfektion auf. Bei den vier durch Assistenzärzte und den 18 durch Fachärzte durchgeführten Operationen kam es ebenfalls zu keiner Wundinfektion. Es zeigte sich hierbei ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion und dem Operateur. Somit können die Ergebnisse von Muilwijk et al. [44] bestätigt werden. Letztlich liegt die Vermutung nahe, dass das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion mit der Erfahrung des Operateurs zusammenhängt. Aufgrund der geringeren Anzahl der durch die Assistenzärzte und

Fachärzte durchgeführten Eingriffe, beziehungsweise des möglichen geringeren, Schwierigkeitsgrades der zugehörigen Operationen sind die Ergebnisse unsere Studie in weiteren Untersuchungen zu überprüfen.

Segmenthöhe der Instrumentierung

Je nach Operationsbereich muss zu den entsprechenden Segmenten ein etwas modifizierter Zugangsweg gewählt werden. Dadurch können die Operationsdauer und das Infektionsrisiko negativ beeinflusst werden. Im Chi-Quadrat-Test konnte kein Anhaltspunkt für einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Höhe der monosegmentalen Spondylodese und dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion gefunden werden.

Operationsdauer

Die Operationsdauer hängt von unterschiedlichen Einflussfaktoren ab. Dazu gehören neben der Erfahrung des Operateurs auch die Operationstechnik und die technischen Voraussetzungen der jeweiligen Klinik. In mehreren Studien, unter anderem von Puller Gunne et al. [49], Veeravagu et al. [62] und Lai et al. [37] wurde der Einfluss der Operationsdauer auf das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion diskutiert und nachgewiesen. Im durchgeführten Mann-Whitney-U-Test ergab sich in unserer Arbeit im Gegensatz zur Literatur jedoch kein Hinweis auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Dauer der Operation und dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion.

5.5. Dauer bis zum Auftreten der postoperativen Wundinfektion

Die Dauer bis zum Auftreten einer nosokomialen Wundinfektion kann von unterschiedlichen Faktoren abhängig sein. Hierzu zählt neben dem Keim und dessen Virulenz auch das Immunsystem des Patienten. Dieses wiederum kann durch bestimmte Vorerkrankungen beziehungsweise Risikofaktoren beeinflusst werden. Des Weiteren spielt das Ausmaß der Kontamination der Wunde eine Rolle. Auch der diagnostische Aspekt und die klinische Beurteilung der Wundverhältnisse, die zur Diagnose einer postoperativen Wundinfektion führen, sollten hierbei beachtet werden. Die Dauer bis zum Auftreten einer Infektion lag in dieser Arbeit zwischen sieben und 42 Tagen, mit einem Durchschnittswert von 19,1 Tagen (SD = 11,5 Tage). In einer Studie von Schimmel et al. [54] aus dem Jahre 2010 wurde eine mittlere Zeitspanne zwischen dem operativen Eingriff und der Erstdiagnose der nosokomialen Wundinfektion von

13,5 Tagen ermittelt, was folglich unter dem hier ermittelten Wert liegt. Rao et al. [51] kamen mit $13,5 \pm 8$ Tage postoperativ zu ähnlichen Ergebnissen wie Schimmel et al. [54]. In beiden Studien lag somit die Latenzzeit unter der von uns ermittelten Zeitspanne bis zum Auftreten einer postoperativen Wundinfektion.

5.6. Keimspektrum

Das bei postoperativen Wundinfektionen nach dorsaler Fusionsoperation nachgewiesene Keimspektrum und das entsprechende Antibiogramm spielen für den Beginn der empirischen Antibiotikatherapie eine entscheidende Rolle, um eine weitere Ausbreitung der Keime und daraus resultierende mögliche Komplikationen zu verhindern.

Eine Metaanalyse von Patel et al. [47] aus dem Jahre 2017 bietet eine Zusammenfassung verschiedener Keimhäufigkeiten nach Wirbelsäulenoperationen. Am häufigsten erfolgt der Nachweis von *Staphylococcus aureus*. Des Weiteren tauchen häufig Koagulase-negative-Staphylococci, wie beispielsweise *Staphylococcus epidermidis*, auf. Auch gramnegative Keime, wie Enterobakterien und Pseudomonaden, wurden nachgewiesen. Bei den Mischinfektionen war laut Schimmel et al. [54] häufig *Staphylococcus aureus* beteiligt.

In unserer Studie wurde, wie in der vorliegenden Literatur, *Staphylococcus aureus* in 58,3 % der Fälle als häufigster Keim nachgewiesen. An zweiter Stelle folgten die Koagulase-negative Staphylococci (*Staphylococcus epidermidis*), *Enterococcus faecalis* und die Keime aus der *Bacteroides*-Gruppe (jeweils 16,6 %).

Mischinfektionen mit unterschiedlichen Keimen traten in 25 % der Fälle auf, wobei *Enterococcus faecalis* in 66,6 % dieser Fälle beteiligt war.

Das ermittelte Keimspektrum deckt sich größtenteils mit dem von Fang et al. [16], Puller Gunne et al. [49], Rao et al. [51], Wen Wei et al. [66], Haleem et al. [23] und Patel et al. [47] nachgewiesenen Keimspektrum in deren Studien.

5.7. Therapie postoperativer Wundinfektionen

Nach stationärer Wiederaufnahme der Patienten erfolgte der Beginn einer intravenösen Antibiotikatherapie mit Cefuroxim während in einer Studie von Schimmel et al. [54] intravenös Cefazolin verwendet wurde.

Pro Patient mit postoperativer Wundinfektion waren 2,3 Revisionen und 1,3 VAC-Anlagen notwendig. Bei Schimmel et al. [54] ergab sich mit 2,1 Revisionen und bei Rickert et al. [52] mit 2,2 Revisionen pro Patient ein ähnlicher Wert. Canavese et al. [5] zeigten in einer Studie, dass in Fällen einer postoperativen Wundinfektion nach

dorsaler Instrumentation die Anlage eines VAC-Systems in Kombination mit einem intraoperativen Débridement und einer zusätzlichen Antibiotikatherapie die Anzahl der folgenden Weichteileingriffe verringert und auch das Entfernen der Instrumentation verhindert werden kann. Laut Lehner et al. kann bei einem Frühinfekt die Instrumentierung häufig belassen werden [39]. Auch in unserer Studie zeigen sich ähnlichen Ergebnisse. Durch Kombinationen aus oben genannter operativer Therapie, gegebenenfalls zusätzlicher Vakuumtherapie und dem Beginn einer gezielten Antibiotikatherapie, konnten unter engmaschiger Kontrolle der Patienten alle postoperativen Wundinfektionen erfolgreich behandelt werden, wobei bei allen Patienten die Instrumentierung belassen wurde.

5.8. Limitation der Ergebnisse

Aufgrund der relativ geringen Anzahl an nosokomialen Infektionen (zwölf Infektionen), die im Rahmen dieser Studie aufgetreten sind, ist eine Aussage bezüglich des Einflusses der endogenen und exogenen Risikofaktoren auf die postoperative Wundinfektion nur bedingt möglich. Dies zeigt sich beispielsweise in Kapitel 4.4. wo eine Infektion auf Höhe Segment L2/3 bei lediglich elf Patienten eine Wundinfektionsrate von 9,1 % verursacht hat. Auch das nachgewiesene Keimspektrum ist durch die Infektanzahl limitiert. Durch die Analyse eines größeren Patientenkollektivs, beispielweise über mehrere Jahre hinweg, nach lumbaler, monosegmentaler Spondylodese könnten die erhaltenen Ergebnisse besser beurteilt werden.

Die retrospektive Datenerhebung birgt eine weitere Fehlerquelle. Eventuelle Unklarheiten in der Anamnese, beziehungsweise fehlende Patientendaten, können die Ergebnisse der Studie beeinflussen und im Nachhinein nur unzureichend korrigiert werden. Hier sollte auch die medizinische Betreuung der Patienten während des Aufenthaltes und die Datenerhebung durch der Studie nicht zugehörige Personen erwähnt werden. Insbesondere bei Auftreten einer postoperativen Wundinfektion unterliegt die klinische Beurteilung der Wunde einer gewissen Subjektivität des Untersuchers und kann im Nachhinein nicht eindeutig überprüft werden. Hier wäre eine Fotodokumentation bei entsprechendem Befund aufschlussreich.

Des Weiteren stellen anamnestisch erhobene Daten eine potenzielle Fehlerquelle dar. Durch eine mögliche Stigmatisierung sind insbesondere die Fragen zu Alkohol- und Rauchverhalten in diesem Zusammenhang zu nennen, da diese tendenziell von den Patienten zurückhaltend beantwortet werden. Nicht erfasste Vorerkrankungen und Risikofaktoren können ebenfalls einen Einfluss auf die Ergebnisse der Studie haben. Der

durch einen Anästhesisten erhobene ASA-Score ist, wie oben bereits erwähnt, teilweise von der Subjektivität des Untersuchers abhängig [26].

Eine weitere Fehlerquelle liegt in fehlenden Dokumenten (Anästhesie-Protokolle, Operationsberichte, Operationsprotokolle, Unterlagen von extern behandelten Patienten). Wegen diesen konnten die Daten bezüglich des Nikotin- und Alkoholkonsums, des Gewichtes und der Körpergröße, beziehungsweise des daraus errechneten BMI, von mehreren Patienten nicht vollständig mit in die Auswertung einfließen. Ebenfalls konnte in einem Fall die Operationsdauer des Eingriffes nicht berücksichtigt werden. Es sollte daher eine konsequente Dokumentation beziehungsweise eine regelmäßige Überprüfung aller Akten auf Vollständigkeit stattfinden.

5.9. Vorteile der Studie

Die auf den Ergebnissen dieser Studie beruhenden Verbesserungen lassen sich leicht umsetzen. Neben der Surveillance können beispielsweise die entsprechenden Risikofaktoren präoperativ im Team-Time-Out nochmals angesprochen werden.

Aufgrund der Methodik können die Erfolge der Maßnahmen, die Infektrate und die Risikofaktoren durch weitere Datenanalysen der Folgejahre - und folglich an einem größeren Patientenkollektiv - auch in anderen Kliniken überprüft werden.

Durch die Studie wurde nicht in bereits etablierte Therapieansätze und Vorgehensweisen eingegriffen. Es wurden lediglich Verbesserungsvorschläge geliefert, die nicht zwingend umgesetzt werden müssen. Dementsprechend erhielten die Patienten die bestmögliche Behandlung. Des Weiteren wurden keine unnötigen Untersuchungen durchgeführt, die dem Patienten ebenfalls schaden könnten. Außerdem entstand für die Patienten durch die Studie kein nennenswerter Mehraufwand.

5.10. Ausblick und klinische Relevanz

Bei einer steigenden Anzahl an operativen Eingriffen und folglich auch der postoperativen Wundinfektionen, ist diese Komplikation auch in Zukunft von großer Bedeutung: Bei Auftreten einer postoperativen Wundinfektion gilt es schnellstmöglich die richtigen Therapiemaßnahmen einzuleiten, um eine vollständige Genesung des Patienten zu erreichen. Hierbei ist ein einheitliches Vorgehen, das Einführen einer Surveillance, die Latenzzeit und das mögliche Keimpektrum ausschlaggebend. Ein wesentliches Ziel dieser Studie ist es, aus den gewonnenen Daten *hausinterne* Maßnahmen abzuleiten, die zu einer Verbesserung der Versorgungsqualität führen können. Bezüglich der patientenbezogenen Daten (Hypertonie, Asthma bronchiale, pathologischer BMI) haben

wir im SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach geplant, diese Risikofaktoren im Team-Time-Out mit der Anästhesie, welches bereits routinemäßig durchgeführt wird, einzupflegen. Möglicherweise hilft dieser Hinweis bereits, die Infektrate zu senken. Auf jeden Fall wird die diesbezügliche Aufmerksamkeit aller durch diese einfach umzusetzende Maßnahme erhöht. Abteilungintern wurde außerdem der Einfluss des Sperrerrucks auf das Auftreten von Gewebenekrosen und somit auf das Auftreten postoperativer Wundinfektionen diskutiert. Aus diesem Aspekt heraus haben wir damit begonnen, speziell beim TLIF / PLIF den Sperrerruck nach 15 bis 20 Minuten zu reduzieren, kurz reduziert zu lassen und den Sperrer dann, wenn nötig, wieder zu öffnen und noch intensiver zu Spülen (Zielmenge: 2 Liter bei einer TLIF-/ PLIF-Operation). Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Infektionsrate und Erfahrung des Operateurs wurde im Rahmen der Mentorenbetreuung im Zentrum die Ausbildungsintensität erhöht, vor allem durch fortlaufende, strukturierte Ausbildungseinheiten und intraoperative gezielte Ausbildung. Bei einer ersten Auswertung der Daten der Folgejahre fiel auf, dass keine Unterschiede in der Infektrate mehr zwischen chefärztlicher oder oberärztlicher Versorgung gefunden wurden. Die operative Therapie, gegebenenfalls inklusive Vakuumtherapie und die gezielte antibiotische Therapie mittels Cefuroxim bei Patienten mit einer postoperativen Wundinfektion wurden im Hinblick auf die ermittelten Ergebnisse beibehalten.

Aufgrund der geringen Anzahl an postoperativen Wundinfektionen in unserer Studie sollten zur Bestätigung der Ergebnisse und zur Ermittlung weiterer Risikofaktoren auch in Zukunft kontinuierliche Untersuchungen in diesem Bereich erfolgen. Deshalb ist eine weitere Zwei-Jahres-Analyse der Folgejahre in Arbeit.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. Andrade NS, Ashton CM, Wray NP, Brown C, Bartanusz V (2015) Systematic review of observational studies reveals no association between low back pain and lumbar spondylolysis with or without isthmic spondylolisthesis. *Eur Spine J* 24(6):1289-95A
2. Andrés-Cano P, Cerván A, Rodríguez-Solera M, Ortega A, Rebello N, Guerado E (2018) Surgical Infection after Posterolateral Lumbar Spine Arthrodesis: CT Analysis of Spinal Fusion. *Orthop Surg* 10(2):89-97
3. Behnke M, Hansen S, Leistner R, Pena Diaz LA, Gropmann A, Sohr D, Gastmeier P, Piening B (2011) Nosocomial infection and antibiotic use: a second national prevalence study in Germany. *Dtsch Ärztebl Int* 110(38):627-33
4. Blumberg TJ, Woelber E, Bellabarba C, Bransford R, Spina N (2018) Predictors of increased cost and length of stay in the treatment of postoperative spine surgical site infection. *Spine* 18:300–306
5. Canavese F, Marengo L, Corradin M, Mansour M, Samba A, Andreatchio A, Rousset M, Dimeglio A (2017) Deep postoperative spine infection treated by negative pressure therapy in patients with progressive spinal deformities. *Arch Orthop Trauma Surg* 138(4):463-469
6. Casser HR, Seddigh S (2016) Acute lumbar back pain - investigation, differential diagnosis and treatment. *Dtsches Ärzteblatt Int* 113(13):223–234
7. Chang Y, Singer DE, WuYa, Keller RB, Atlas SJ. (2005) The effect of surgical and nonsurgical treatment on longitudinal outcomes of lumbar spinal stenosis over 10 years. *J Am Geriatr Soc* 53:785–92
8. Chen S, Anderson MV, Cheng WK, Wongworawat MD (2009) Diabetes associated with increased surgical site infections in spinal arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res* 467(7):1670-3
9. Chikawa T, Sakai T, Bhatia NN, Sairyo K, Utunomiya R, Nakamura M, Nakano S, Shimakawa T, Minato A (2011) Retrospective study of deep surgical site infections following spinal surgery and the effectiveness of continuous irrigation. *Br J Neurosurg* 25(5):621-4
10. Chou R, Baisden J, Carragee EJ, Resnick DK, Shaffer WO, Loeser JD (2009) Surgery for low back pain: a review of the evidence for an American Pain Society Clinical Practice Guideline. *Spine* 34:1094–109

11. Christodoulou AG, Givissis P, Symeonidis PD, Karataglis D, Pournaras J (2006) Reduction of postoperative spinal infections based on an etiologic protocol. *Clin Orthop Relat Res* 444:107-13
12. Cloward RB (1952) The treatment of ruptured lumbar intervertebral discs; criteria for spinal fusion. *Am J Surg* 86(2):145-51
13. Curtis BJ, Hlavin S, Brubaker AL, Kovacs EJ, Radek KA (2014) Episodic Binge Ethanol Exposure Impairs Murine Macrophage Infiltration and Delays Wound Closure by Promoting Defects in Early Innate Immune Responses. *Alcohol Clin Exp Res* 38(5):1347-1355
14. Emori TG, Culver DH, Horan TC, Jarvis WR, White JW, Olson DR, Banerjee S, Edwards JR, Martone WJ, Gaynes RP (1991) National Nosocomial Infection Surveillance System (NNIS): Description of surveillance methodology. *Am J Infect Control* 19(1):19-35
15. Erkocak OF, Yoo JY, Restrepo C, Maltenfort MG, Parvizi J (2016) Incidence of Infection and Inhospital Mortality in Patients with Chronic Renal Failure after Total Joint Arthroplasty. *J Arthroplasty* 31(11):2437-2441
16. Fang A, Hu SS, Endres N, Bradford DS (2005) Risk factors for infection after spinal surgery. *Spine* 30(12):1460–1465
17. Fei Q, Li J, Lin J, Wang B, Meng H, Wang Q, Su N, Yang Y (2016) Risk Factors for Surgical Site Infection After Spinal Surgery: A Meta-Analysis. *World Neurosurg* 95:507-15
18. Fleege C, Rickert M, Rauschmann M (2015) The PLIF and TLIF techniques. Indication, technique, advantages, and disadvantages. *Orthopäde* 44(2):114-23
19. Gerometta A, Rodriguez Olaverri JC, Bitan F (2012) Infections in spinal instrumentation. *Int Orthop* 36(2):457-64
20. Gibson JN, Waddell G (2005) Surgery for degenerative lumbar spondylosis: updated Cochrane Review. *Spine* 30: 2312–20
21. Grammatico-Guillon L, Baron S, Rosset P, Gaborit C, Bernard L, Rusch E, Astagneau P (2015) Surgical site infection after primary hip and knee arthroplasty: a cohort study using a hospital database. *Infect Control Hosp Epidemiol* 36(10):1198-207
22. Hackenberg L, Halm H, Bullmann V, Vieth V, Schneider M(2005) Transforaminal lumbar interbody fusion: a safe technique with satisfactory three to five year results. *Eur Spine J* 14(6):551–558

23. Haleem A, Chiang HY, Vodela R, Behan A, Pottinger JM, Smucker J, Greenlee JD, Clark C, Herwaldt LA (2016) Risk Factors for Surgical Site Infections Following Adult Spine Operations. *Infect Control Hosp Epidemiol* 37(12):1458-1467
24. Haley RW (1985) The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals. *Am J Epidemiol* 121(2):182-205
25. Hansis M, Kramer A, Mittelmeier W, Trautmann M, Exner M, Mielke M, Tannheiser M (2018) Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, Springer-Verlag 61:448-473
26. Harling DW (1995) Consistency of ASA Grading. *Anaesthesia* 50(7):659
27. Harms JG, Jeszensky D (1998) Die posteriore, lumbale, interkorporelle Fusion in unilateraler transforaminaler Technik. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, Springer 10(2):90-102
28. Heliövaara M. (1987) Body height, obesity, and risk of herniated lumbar intervertebral disc. *Spine* 12(5):469-72
29. Hijas-Gómez AI, Egea-Gámez RM, Martínez-Martín J, González-Díaz R, Losada-Viñas JI, Rodríguez-Caravaca G (2017) Surgical Wound Infection Rates and Risk Factors in Spinal Fusion in a University Teaching Hospital in Madrid, Spain. *Spine* 42(10):748-754
30. Hollenbeck BL, McGuire KJ, White AP, Yassa DS, Wright SB (2017) Invasiveness Index as a Predictor of Surgical Site Infection after Spinal Fusion, Revision Fusion, or Laminectomy. *Infect Control Hosp Epidemiol* 38(1):11-17
31. Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, Modic MT, Malkasian D, Ross JS (1994) Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without back pain. *N Engl J Med* 331(2):69–73
32. Jiang J, Teng Y, Fan Z, Khan S, Xia Y (2014) Does obesity affect the surgical outcome and complication rates of spinal surgery? A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 472(3):968-75
33. Kalff R, Ewald C, Waschke A, Gobisch L, Hopf C (2013) Degenerative lumbale Spinalkanalstenose im höheren Lebensalter. *Dtsch Arztebl Int* 110(37):613-24
34. Kim JH, Ahn DK, Kim JW, Kim GW (2015) Particular Features of Surgical Site Infection in Posterior Lumbar Interbody Fusion. *Clin Orthop Surg* 7(3): 337-43

35. Komatsu R, You J, Maschea EJ, Sessler DI (2015) The Effect of Hypothyroidism on a Composite of Mortality, Cardiovascular and Wound Complication after Noncardiac Surgery: A retrospective Cohort Analysis. *Anaesth Analg* 121(3):716-26
36. Kong L, Liu Z, Meng F, Shen Y. (2017) Smoking and Risk of Surgical Site Infection after Spinal Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Surg Infect* 18(2):206-214
37. Lai Q, Song Q, Guo R, Bi H, Liu X, Yu X, Zhu J, Dai M, Zhang B (2017) Risk factors for acute surgical site infections after lumbar surgery: a retrospective study. *J Orthop Surg Res* 12(1):116
38. Langmuir AD (1963) The surveillance of communicable diseases of national importance. *N Engl J Med* 268:182–192
39. Lehner B, Akbar M, Beckmann NA (2018) Infections after reconstructive spinal interventions: How do I deal with them? *Orthopäde* 47(4):288-295
40. Massie JB, Heller JG, Abitbol JJ, McPherson D, Garfin SR (1992) Postoperative posterior spinal wound infections. *Clin Orthop Relat Res* (284):99-108
41. McCormack RA, Hunter T, Ramos N (2012) An analysis of causes of readmission after spine surgery. *Spine* 37:1260–1266
42. Mehta AI, Babu R, Karikari IO, Grunch B, Agarwal VJ, Owens TR, Friedman AH, Bagley CA, Gottfried ON (2012) The distribution of body mass as a significant risk factor for lumbar spinal fusion postoperative infections. *Spine* 37(19):1652-6
43. Meyerding HW, Henry W (1943) Spondylolisthesis, surgical treatment and results. *Journal of Bone and Joint Surgery* 25(1): 65-77
44. Muilwijk J, van den Hof S, Wille JC (2007) Associations between surgical site infection risk and hospital operation volume and surgeon operation volume among hospitals in the Dutch nosocomial infection surveillance network. *Infect Control Hosp Epidemiol* 28(5):557-63
45. Nationales Referenzzentrum (NRZ) für Surveillance von nosokomialen Infektionen, Robert Koch- Institut (2017) Protokoll zur Surveillance postoperativer Wundinfektionen (01/2017)
46. Nationales Referenzzentrum (NRZ) für Surveillance von nosokomialen Infektionen, Robert Koch- Institut (2017) Definitionen nosokomialer Infektionen für die Surveillance im Krankenhaus-Infektions- Surveillance-System (KISS-Definitionen)

47. Patel H, Khoury H, Girgenti D, Welner S, Yu H (2017) Burden of Surgical Site Infections Associated with Select Spine Operations and Involvement of *Staphylococcus aureus*. *Surg Infect* 18(4):461-473
48. Petilon JM, Glassman SD, Dimar JR, Carreon LY (2012) Clinical outcomes after lumbar fusion complicated by deep wound infection: a case-control study. *Spine* 37(16): 1370-4
49. Pull ter Gunne A, Cohen D (2009) Incidence, prevalence, and analysis of risk factors for surgical site infection following adult spinal surgery. *Spine* 34(13):1422–1428
50. Rajaei SS, Bae HW, Kanim LE, Delamarter RB (2012) Spinal fusion in the United States: analysis of trends from 1998 to 2008. *Spine* 37(1):67
51. Rao SB, Vasquez G, Harrop J, Maltenfort M, Stein N, Kaliyadan G, Klibert F, Epstein R, Sharan A, Vaccaro A, Flomenberg P (2011) Risk factors for surgical site infections following spinal fusion procedures: a case-control study. *Clin Infect Dis* 53(7):686-92
52. Rickert M, Schleicher P, Fleege C, Arabmotlagh M, Rauschmann M, Geiger F, Schnake KJ (2016) Management of postoperative wound infections following spine surgery. First results of a multicenter study. *Orthopäde*. 45(9):780-8
53. Rüden H, D.F., Schumacher M (1995) Nosokomiale Infektionen in Deutschland - Erfassung und Prävention (NIDEP-Studie). Band 56 der Schriftenreihe des Bundesministeriums für Gesundheit. Nomos, Baden-Baden
54. Schimmel JJ, Horsting PP, de Kleuver M, Wonders G, van Limbeek J (2010) Risk factors for deep surgical site infections after spinal fusion. *Eur Spine J* 19(10):1711-9
55. Sebastian A, Huddleston P, Kakar S, Habermann E, Wagie A, Nassr A (2016) Risk factors for surgical site infection after posterior cervical spine surgery: an analysis of 5,441 patients from the ACS NSQIP 2005-2012. *Spine J* 16(4):504-9
56. Sjoerd Nota P, Braun Y, Ring D, Schwab JH (2015) Incidence of Surgical Site Infection After Spine Surgery: What Is the Impact of the Definition of Infection? *Clin Orthop Relat Res* 1 473(5):1612-9
57. Sorensen LT (2012) The Clinical Impact of Smoking and Smoking Cessation: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Surg* 147(4):373-83
58. Suri P, Rainville J, Kalichman L, Katz JN (2010) Does this older adult with lower extremity pain have the clinical syndrome of lumbar spinal stenosis? *JAMA* 304(23):2628–36

59. Takahashi T, Hanakita J, Minami M (2011) Surgical outcome and postoperative work status of lumbar discogenic pain following transforaminal interbody fusion. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 51:101-7
60. Taylor VM, Deyo RA, Cherkin DC, Kreuter W (1994) Low back pain hospitalization. Recent United States trends and regional variations. *Spine* 19(11):1207-1212
61. Tominaga H, Setoguchi T, Kawamura H, Kawamura I, Nagano S, Abematsu M, Tanabe F, Ishidou Y, Yamamoto T, Komiya S (2016) Risk factors for unavoidable removal of instrumentation after surgical site infection of spine surgery: A retrospective case-control study. *Medicine (Baltimore)* 95(43):5118
62. Veeravagu A, Patil CG, Lad SP, Boakye M (2009) Risk factors for postoperative spinal wound infections after spinal decompression and fusion surgeries. *Spine* 34(17):1869-72
63. Walsh TL, Querry AM, McCool S, Galdys AL, Shutt KA, Saul MI, Muto CA (2017) Risk Factors for Surgical Site Infections Following Neurosurgical Spinal Fusion Operations: A Case Control Study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 38(3):340-347
64. Weinstein MA, McCabe JP, Cammisa FP Jr (2000) Postoperative spinal wound infection: a review of 2,391 consecutive index procedures. *J Spinal Disord* 13(5):422-6
65. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD (2009) Surgical compared with nonoperative treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis. Four-year results in the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) randomized and observational cohorts. *J Bone Joint Surg Am* 91:1295-304
66. Wen Wei Gerard EE, Wen Liang JL, William Y, Yap Von B, (2014) Does minimally invasive surgery have a lower risk of surgical site infections compared with open spinal surgery? *Clin Orthop Relat Res* 472(6):1718-24
67. Yeramaneeni S, Robinson C, Hostin R (2016) Impact of spine surgery complications on costs associated with management of adult spinal deformity. *Curr Rev Musculoskelet Med* 9, 3: 327–332
68. Zhang SY, Huang P, Huang X, Chen T, Zhao X, Liang CM, Li LX, Tan HZ (2009) Study on risk factors and predictive model for lumbar intervertebral disc herniation in the rural population. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 30(11):1152-5

7. PUBLIKATIONEN / DANK

7.1. Publikationen

Teilergebnisse aus dieser Dissertation wurden bereits auf dem 14. Jahrestag der Deutschen Wirbelsäulengesellschaft (28. - 30. November 2019, München) vorgestellt:

Nosokomiale Wundinfekte bei monosegmentalen TLIF/PLIF-Operationen – 2-Jahres-Analyse von Inzidenz, Folgen und Risikofaktoren zur Verbesserung der Versorgungsqualität

H. Meinig, P. Bohner, U. Heiler, M. Ruf, T. Pitzen

7.2. Dank

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Tobias Pitzen für die Möglichkeit, die Dissertation in seiner Abteilung durchführen zu dürfen, für die Überlassung des Themas und die Ideen die zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Arbeit geführt haben.

Ich danke herzlich Herrn Dr. med. Holger Meinig für die Betreuung während der Auswertung der Daten und während des Schreibprozesses, die Ideen und Anregungen, seine motivierenden Worte und sein Engagement.

Abschließend bedanke ich mich bei meinen Eltern Karlheinz und Gerlinde ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre, sowie meiner Schwester Christina für die Durchsicht der Arbeit und ihre Ratschläge.

8. LEBENSLAUF

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung nicht veröffentlicht.

9. ABBILDUNGSVERZEICHNIS / TABELLEN

Abbildung 1: Anzahl der Wirbelsäulenoperationen in Deutschland nach Jahren, Quelle: Deutsches Ärzteblatt Int 2013; 110(37): Grafik 1 aus „Degenerative Lumbar Spinal Stenosis in Older People“, Abbildung genehmigt.

Abbildung 2: Häufigkeit der nosokomialen Infektionen in Deutschland, Quelle: Deutsches Ärzteblatt Int 2013; 110(38); Tabelle 3 aus „Nosokomiale Infektionen und Antibiotika-Anwendung“, Abbildung genehmigt.

Abbildung 3: Darstellung der Spondylodese sowohl lateral als auch anterior-posterior im konventionellen Röntgen. Lage des Cages im Bandscheibenfach, Spongiosaplastik und Pedikelschrauben-Stab-System.

Abbildung 4: Altersverteilung aller Patienten in Jahren.

Abbildung 5: Verteilung des Körpergewichts [kg] aller Patienten.

Abbildung 6: Verteilung der Körpergröße [cm] aller Patient.

Abbildung 7: Säulendiagramm: Patienten mit pathologischem BMI haben signifikant häufiger Wundinfektionen.

Abbildung 8: Säulendiagramm: Patienten nach Diagnose kategorisiert, Anzahl an postoperativen Wundinfektionen.

Abbildung 9: Säulendiagramm: Patienten mit Asthma bronchiale haben signifikant häufiger Wundinfektionen.

Abbildung 10: Säulendiagramm: Patienten mit arterieller Hypertonie haben signifikant häufiger Wundinfektionen.

Abbildung 11: Säulendiagramm: Die Erfahrung des Operateurs beeinflusst die Häufigkeit von Wundinfektionen.

Abbildung 12: Verteilung aller Patienten bezogen auf die Dauer des operativen Eingriffes.

Abbildung 13: Kreisdiagramm zur Darstellung der prozentualen Verteilung beim Einzelkeimnachweis.

Abbildung 14: Kreisdiagramm zur Darstellung der Verteilung der Keime bei Mischinfektionen.

Tabelle 1: Einteilung in Adipositas-Kategorien basierend auf dem BMI.

Tabelle 2: Patienten mit postoperativer Wundinfektion und den untersuchten Risikofaktoren, das nachgewiesene Keimspektrum, die Latenzzeit.

Tabelle 3: Zusammenfassung der untersuchten endogenen Risikofaktoren, die möglicherweise zum Auftreten einer nosokomialen Infektion führen.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Nebenerkrankungen und der Häufigkeit der postoperativen Wundinfektionen bzw. deren statistischer Signifikanz.

Tabelle 5: Häufigkeit der betroffenen Segmente und prozentualer Anteil an postoperativen Wundinfektionen in den entsprechenden Segmenten.

Tabelle 6: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der nachgewiesenen Keime bei Infektionen mit einem Keim und Mischinfektionen.

Tag der Promotion:	02.11.2021
Dekan:	Univ.-Prof. Dr. med. Michael D. Menger
Berichterstatter:	Prof. Dr. Tobias Pitzen Prof. Dr. Joachim Oertel