

**Aus der Abteilung Neurochirurgie
(Prof. Dr. med. V. Rohde)
im Zentrum Neurologische Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen**

**Risikofaktoren postoperativer Infektionen nach neurochirurgischen
Eingriffen und die Rolle der perioperativen Antibiotikaprophylaxe**

INAUGURAL – DISSERTATION

**zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Georg-August-Universität zu Göttingen**

vorgelegt von

Franziska Pauly (geb. Müller)

aus Stuttgart

Göttingen 2011

Dekan:	Prof. Dr. med. Frömmel
I. Berichterstatterin:	PD Dr. med. Gutenberg
II. Berichterstatter/in:	PD Dr. med. Weig
III. Berichterstatter/in:	Prof. Dr. rer. nat. Virsik-Köpp
Tag der mündlichen Prüfung:	21.05.2012

Meinen lieben Eltern in großer Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
1.1	Problematik postoperativer Infektionen.....	7
1.2	Historie des aseptischen neurochirurgischen Operierens.....	8
1.3	Risikofaktoren nosokomialer Infektionen nach chirurgischen Eingriffen	9
1.4	Antibiotika und perioperative Antibiotikaphylaxe.....	11
1.5	Fragestellung der vorliegenden Arbeit	12
2.	Material und Methoden	14
2.1	Patientengut.....	14
2.2	Auswertungskriterien	14
2.3	Operationsgruppen	17
2.3.1	Gruppe I: Kraniotomien.....	17
2.3.2	Gruppe II: Fremdmaterialimplantationen	17
2.3.3	Gruppe III: Transsphenoidale Eingriffe	18
2.4	Art der Infektion	18
2.4.1	Primär erworbene, ambulante Infektionen	18
2.4.2	Sekundär postoperativ erworbene Infektionen.....	18
2.4.3	Allgemein sekundär erworbene Infektionen	19
2.5	Infektionsanalyse und potentiell beeinflussende Faktoren.....	19
2.5.1	Geschlecht und Alter	20
2.5.2	Stationäre Liegedauer	20
2.5.3	Intensivstationärer Aufenthalt	20
2.5.4	Operationsdauer	20
2.5.5	Erfahrung des Operateurs	20
2.5.6	Perioperative Antibiotikagabe	21
3.	Ergebnisse	22
3.1	Demographische Daten: Operationshäufigkeiten der Jahre 2002- 2004	22
3.2	Operationskategorien	22
3.3	Operationsgruppen	23
3.3.1	Kraniotomien.....	24
3.3.2	Kranielle Fremdmaterialimplantationen	25
3.3.3	Transsphenoidale Eingriffe	25
3.4	Patientencharakteristika	26
3.4.1	Geschlechterverteilung	26
3.4.2	Geschlechterverteilung nach Operationsgruppen.....	26
3.4.3	Altersverteilung	26
3.5	Perioperative Daten	27
3.5.1	Stationäre Gesamtliegedauer	27
3.5.2	Gesamtliegedauer nach Operationsgruppen	28
3.5.3	Gesamtliegedauer nach Operationskategorien.....	28
3.5.4	Liegedauer in Abhängigkeit zur perioperativen Antibiotikagabe	29
3.5.5	Liegedauer und Antibiotikagabe in den 3 Operationsgruppen	30
3.5.6	Operationszeit in den Operationsgruppen	31
3.6	Intensivstationärer Aufenthalt	31
3.6.1	Intensivstationärer Aufenthalt nach Operationsgruppen	32
3.6.2	Intensivstationärer Aufenthalt nach Operationskategorien	33
3.7	Perioperative Antibiotikaphylaxe.....	34
3.7.1	Perioperative Antibiotikaphylaxe nach Operationsgruppen	35

3.7.2	Perioperative Antibiotikaprophylaxe nach Operationskategorien.....	36
3.7.3	Dauer der perioperativen Antibiotikaprophylaxe	37
3.8	Primäre ambulant erworbene Infektionen des zentralen Nervensystems	38
3.9	Sekundäre Infektionen.....	39
3.9.1	Einteilung postoperativer Infektionen nach Kategorien.....	39
3.9.2	Postoperative Infektionen nach Operationsgruppen	40
3.9.3	Postoperative Infektionen nach Operationskategorien	41
3.9.4	Geschlechterverteilung postoperativer Infektionen.....	42
3.9.4.1	Geschlechterverteilung einzelner sekundär postoperativer Infektion.....	43
3.9.4.2	Geschlechterverteilung einzelner allgemein sekundärer Infektionen.....	43
3.9.5	Altersverteilung bei postoperativ auftretenden Infektionen	44
3.9.6	Postoperative Infektionen und stationäre Liegedauer.....	45
3.9.6.1	Postoperative Infektionen und intensivstationärer Aufenthalt	46
3.9.7	Postoperative Infektionen und Operationsdauer.....	47
3.9.8	Infektionsrate und operative Erfahrung des Operateurs	47
3.10	Infektionen nach perioperativer antibiotischer Prophylaxe.....	48
3.10.1	Antibiotikaprophylaxe und Operationsdauer	49
3.10.2	Infektionen in Abhängigkeit zur perioperativen antibiotischen Gabedauer.....	50
3.11	Erregerspektrum der Infektionsarten	51
3.11.1	Erregerspektrum primär (ambulant) erworbener Infektionen	51
3.11.2	Erregerspektrum aller postoperativer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe	52
3.11.3	Erregerspektrum sekundär postoperativer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe).....	53
3.11.4	Erregerspektrum allgemein sekundärer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe).....	54
3.11.5	Erregerspektrum simultaner Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe)	55
3.12	Erregerspektrum der Operationsgruppen und -kategorien	56
3.12.1	Erregerspektrum nach Operationsgruppen.....	56
3.12.1.1	Kraniotomien (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe)	56
3.12.1.2	Fremdmaterialimplantationen (unabhängig von perioperative Antibiotikaprophylaxe)	57
3.12.1.3	Transsphenoidale Eingriffe (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe)	58
3.12.2	Erregerspektrum nach Operationskategorien	59
3.12.2.1	Elektiveingriffe (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe) ...	59
3.12.2.2	Notoperationen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe)..	60
3.12.3	Erregernachweis nach Eingriffszeitpunkt.....	61
3.12.3.1	Primäreingriffe (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe) ...	61
3.12.3.2	Revisionseingriffe (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe.....	62
3.12.4	Erregernachweis nach vorausgegangener perioperativer	63
3.12.4.1	Mit perioperativer Antibiotikaprophylaxe	63
3.12.4.2	Ohne perioperative Antibiotikaprophylaxe.....	64
3.13	Erregerspektrum sekundär postoperativer Infektionen	65
3.13.1	Erregerspektrum postoperativer Meningitiden	65
3.13.2	Erregerspektrum postoperativer Enzephalitiden	65
3.13.3	Erregerspektrum postoperativer Wundinfektionen.....	66
3.14	Erregerspektrum allgemein sekundärer Infektionen	67

3.14.1	Erregerspektrum der Infektionen des Respirationstraktes	67
3.14.2	Erregerspektrum postoperativer Septikämien.....	68
3.14.3	Erregerspektrum postoperativer Harnwegsinfektionen	68
4.	Diskussion	70
4.1	Primäre Infektionen des Zentralen Nervensystems	70
4.2	Postoperative Infektionen nach aseptischen Eingriffen	72
4.3	Risikofaktoren sekundär postoperativer und allgemein sekundärer	
	Infektionen	76
4.3.1	Operationsgruppen	76
4.3.1.1	Sekundär postoperative Infektionen nach Kraniotomien ohne.....	
	Fremdmaterialimplantationen	76
4.3.1.2	Sekundär postoperative Infektionen nach Kraniotomien mit	
	Fremdmaterialimplantationen	77
4.3.1.3	Sekundär postoperative Infektionen nach transssphenoidalen	
	Operationen	79
4.3.1.4	Allgemein sekundäre Infektionen in den drei Operationsgruppen.....	80
4.3.2	Operationskategorien	81
4.3.2.1	Revisions- und Mehrfacheingriffe	81
4.3.2.2	Notfalleingriffe.....	81
4.3.3	Patientencharakteristika als Risikofaktoren	82
4.3.3.1	Alter	82
4.3.3.2	Geschlecht.....	83
4.3.4	Vorbestehende Infektionen.....	84
4.3.5	Perioperative Parameter als Risikofaktoren.....	84
4.3.5.1	Operationsdauer	84
4.3.5.2	Erfahrenheit des Operateurs.....	85
4.3.5.3	Stationäre Liegedauer	86
4.3.5.4	Intensivstationärer Aufenthalt	87
4.4	Risikofaktoren einzelner postoperativer Infektionen	88
4.4.1	Meningitiden und Enzephalitiden	88
4.4.2	Wundinfektionen	92
4.4.3	Infektionen des Respirationstraktes.....	93
4.4.4	Infektionen der ableitenden Harnwege	94
4.4.5	Septikämien	94
4.5	Perioperative Antibiotikaprophylaxe.....	95
4.6	Erregerspektrum postoperativ auftretender Infektionen.....	102
4.6.1	Erregerspektrum der Operationsgruppen und Operationskategorien	102
4.6.2	Erregerspektrum nach Kraniotomien	104
4.6.3	Erregerspektrum nach Fremdmaterialimplantationen	105
4.6.4	Erregerspektrum nach transssphenoidalen Eingriffen	106
4.6.5	Erregerspektrum und perioperative Antibiotikaprophylaxe	106
5.	Zusammenfassung.....	108
6.	Literatur.....	110
7.	Anhang.....	119
7.1	Abkürzungen.....	119
7.2	Abbildungsverzeichnis	119
7.3	Tabellenverzeichnis	121

1. Einleitung

„Kann es wohl einen größeren Widerspruch geben als eine Spitalkrankheit? Ein Übel, welches man da erst bekommt, wo man sein eigenes loszuwerden gedenkt?“ (J.P. Frank 1745-1821)
(Kramer et al. 2001 S. 4)

1.1 Problematik postoperativer Infektionen

Durch zahlreiche Verbesserungen der operativen Verfahren und Fortschritte in der Krankenhaushygiene konnte in den letzten Jahrzehnten das Auftreten lokaler und systemischer postoperativer Infektionen gesenkt werden. Trotzdem beeinträchtigen postoperative Infektionen weiter deutlich den Erfolg chirurgischer Maßnahmen und belasten durch die Verlängerung der stationären Aufenthalte das Gesundheitssystem.

Die präzise Analyse postoperativ auftretender Infektionen einer operativen Einrichtung sollte Voraussetzung zur Qualitätskontrolle für jede chirurgische Disziplin sein.

Grundlage einer erfolgreichen Infektionsprophylaxe sind zunächst Diagnose und Dokumentation stattgehabter Infektionen sowie die Erfassung möglicher begünstigender Risikofaktoren. Adäquate therapeutische Maßnahmen sollten ergriffen und potentielle Risikofaktoren minimiert werden, um die gezielte Infektionsprävention einer operativen Einrichtung optimieren zu können.

Postoperativ auftretende Infektionen nach neurochirurgischen invasiven Eingriffen stellen zumeist schwerwiegende Komplikationen dar. Sie können den Regenerationsprozess verzögern, die stationäre Therapiedauer eines Patienten verlängern, operative Revisionen bedingen oder im schlimmsten Falle bleibende neurologische Schäden verursachen. Eine längere stationäre Liegedauer, bedingt durch postoperative Infektionen, erhöht zudem die Inzidenz weiterer nosokomialer Infekte (z.B. Pneumonien, Harnwegs- und Pilzinfektionen) sowie das Risiko thrombembolischer Ereignisse. Morbiditäts- und Mortalitätsziffern jeweiliger neurochirurgischer Krankheitsbilder werden hierdurch negativ beeinflusst. Nicht zuletzt wird ein finanziell erheblicher Mehraufwand generiert.

Aus den genannten Gründen war und ist die Forschung nach Infektionsursachen und entsprechenden Präventivmethoden eine der Kernbestrebungen medizinischer Arbeit.

1.2 Historie des aseptischen neurochirurgischen Operierens

Richtungsweisende Meilensteine auf dem Weg zum aseptischen Operieren stellen die Entdeckungen der Dampfsterilisation durch Friedrich Trendelenburg im Jahr 1882 sowie das erstmalige perioperative Tragen eines Mundschutzes in Breslau 1896 durch Johann von Mikulicz-Radecki dar. 1888 führte Carl Schimmelbusch erstmalig Autoklaven zur Sterilisation von Verbandstoffen in Wasserdampf ein. (Povacz 2007)

Durch Cushing wurde 1938 erstmalig eine Arbeit über postoperative Infektionen nach neurochirurgischen Eingriffen veröffentlicht. Die Infektionsrate seiner Studie nach primär aseptischen neurochirurgischen Operationen lag bei 20%, von ihm kritisch bewertet: jede neu aufgetretene sekundäre Infektion nach primär aseptischen

Operationen sei seiner Auffassung nach „unverzeihlich“ (Cushing und Eisenhardt 1938).

1.3 Risikofaktoren nosokomialer Infektionen nach chirurgischen Eingriffen

Je nach Zeitpunkt ihrer Einflussnahme können Risikofaktoren, welche die Entstehung nosokomialer Infektionen im Rahmen chirurgischer Eingriffe beeinflussen, in präoperativ, intraoperativ sowie postoperativ eingeteilt werden. Darüber hinaus müssen patientenabhängige sowie erregerspezifische Risikofaktoren unterschieden werden (Bernasconi und Francioli 2000).

Zu den präoperativen Risikofaktoren zählen zum einen bereits kontaminierte Wunden, wie Schusswunden, Hunde- und Menschenbissverletzungen, Wunden mit Fremdkörperverunreinigungen, sowie offene Schädelhirntraumata. Ferner zählen zu dieser Gruppe Notfalleingriffe, bei denen die anerkannten Hygienevorschriften auf Grund der Dringlichkeit der Situation nicht eingehalten werden können, sowie ein verlängerter präoperativer stationärer Aufenthalt (Bernasconi und Francioli 2000, Korinek 1997, Lauwers und de Smet 1998, Kasatpibal et al. 2005).

Zu den intraoperativen Risikofaktoren während chirurgischer und neurochirurgischer Eingriffe gehören nach Auffassung verschiedener Autoren eine mehr als dreistündige Operationsdauer, intraoperativ starke, transfusionspflichtige Blutungen, Operationsbedingte Komplikationen, Mehrfacheingriffe, Hypoxie und Hypothermie während des jeweiligen Eingriffes, sowie Fremdkörperimplantationen (Schwarzkopf et al. 2010, Beldi et al 2009, Valentini et al. 2008, Korinek 1997, Lietard et al. 2008, Bernasconi und Francioli 2000, Kasatpibal et al. 2005).

Zu den postoperativen Risikofaktoren zählen Wund- oder Zieldrainagen, die über 3 Tage im Operationsgebiet belassen werden, postoperative Hypothermie, Dauerkatheterisierung der Harnblase sowie die Anlage eines zentralvenösen Katheters. Postoperativ schlecht durchblutetes oder bereits nekrotisches Wundgewebe sowie Wunden mit Fremdkörpern zeigen bei gleich bleibendem bakteriellem Kontaminationsgrad ein insgesamt höheres Risiko für die Entwicklung einer postoperativen Infektion (Bernasconi und Francioli 2000, Lietard et al. 2008).

Neben den operationsabhängigen Risikofaktoren stehen jene, die durch die Konstitution des Patienten zum Zeitpunkt des operativen Eingriffes bedingt werden. Darunter zählen Faktoren wie hohes Lebensalter, mangelnder Ernährungszustand, Adipositas, Stoffwechsellentgleisungen, eine Immuninkompetenz (u.a. bei Diabetes mellitus und HIV), präoperativ vorbestehende Infektionen sowie Notfalleingriffe (Okabayashi et al. 2009, Pessaux et al. 2003, Bernasconi und Francioli 2000, Park et al. 2009, Chen et al. 2009, Valentini et al. 2008, Walz et al. 2006, Kasatpibal et al. 2005).

Weitere infektionsbegünstigende Faktoren sind verschiedene Eigenschaften der Krankheitserreger selbst, z.B. deren individuelle Fähigkeit zur Gewebeinvasion und -adhärenz, wodurch diese sich ggf. der patienteneigenen Immunabwehr und der perioperativen antibiotischen Prophylaxe entziehen können (Bernasconi und Francioli 2000).

1.4 Antibiotika und perioperative Antibiotikaphylaxe

Die Entdeckung und Anwendung von antibiotisch wirksamen Substanzen gilt als eine der bedeutendsten Entwicklungen der Medizingeschichte.

1928 entdeckte der Forscher Alexander Fleming zufällig beim Experimentieren mit Kulturen des Bakteriums *Staphylococcus aureus*, dass ein Pilz, genannt *Penicillium notatum*, die Fähigkeit besaß, Bakterienkulturen in ihrem Wachstum zu hemmen (Fischer und Breitenbach 2010). Mit der Entdeckung des Penicillins legte der spätere Nobelpreisträger den Grundstein zur Heilung, Linderung und Prophylaxe lebensbedrohlicher bakterieller Krankheiten.

Das berühmteste Antibiotikum neben Penicillin ist wohl das Streptomycin. Der Wirkstoff, gewonnen aus dem Pilz *Streptomyces griseus*, wurde 1943 in den Laboratorien von Selman A. Waksam in den USA von dem Studenten Albert Schatz entdeckt (Comroe 1978). Es war das erste wirksame Medikament im Kampf gegen die Tuberkulose.

Durch die Verschiebung der demographischen Entwicklung unter relativer Zunahme älterer Patientengruppen sowie durch den Anstieg abwehrgeschwächter Patienten (z.B. durch HIV und immunsuppressive Therapien) gewinnt die antibiotische Infektionsbehandlung aktuell weiter an Bedeutung. Eine besondere Entwicklung und Herausforderung der modernen antibakteriellen Therapie stellt in jüngerer Zeit die zunehmende Zahl an multiresistenten Erregern dar (Heizmann 2000).

1.5 Fragestellung der vorliegenden Arbeit

Zur zukünftigen Verbesserung der Prävention postoperativer Infektionen in der neurochirurgischen Abteilung der Universität Göttingen sollen in dieser Arbeit

1. potentielle patientenassoziierte Risikofaktoren wie Alter und Geschlecht der Patienten zum Zeitpunkt des operativen Eingriffes, sowie Operationszeit, stationäre Liegedauer, Erfahrungheit des Operateurs, Art und Dauer der perioperativ verabreichten antibiotischen Prophylaxe und der Einfluss eines intensivstationären Aufenthaltes analysiert und mit Ergebnissen der Literatur verglichen werden;

2. durch die Erfassung postoperativer Infektionsraten einzelner neurochirurgischer Eingriffe besonders risikobehaftete Operationsmethoden identifiziert werden, um zukünftig präventiv agieren zu können.

Daher erfolgt eine Zusammenfassung aller durchgeführter intrakranieller, neurochirurgischer Operationen, die während des erfassten Zeitraumes vom 01. 01. 2002 bis zum 31. 03. 2004 an der neurochirurgischen Abteilung der Georg- August- Universität Göttingen durchgeführt wurden, in 3 unterschiedliche Operationskategorien, die sich in ihrem theoretischen Infektionsrisiko unterscheiden;

3. alle auftretenden postoperativen Infektionen nach intrakraniellen Eingriffen erfasst und analysiert werden. Hierbei werden einerseits die nosokomialen sekundären Infektionen, wie Meningoenzephalitiden und Wundinfektionen, ausgewertet, die unmittelbar im Zusammenhang mit dem vorausgegangenen operativen Eingriff zu sehen sind, sowie ferner

4. sämtliche postoperativen Begleitinfektionen pro Krankheitsgruppe (z.B. Harnwegsinfekte, Pneumonien und Septikämien), die potentiell durch die Bedingungen des stationären Krankenhausaufenthaltes begünstigt werden erfasst und ausgewertet werden. Letztere finden in der verfügbaren neurochirurgischen Literatur außer weniger Ausnahmen bisher nahezu keine Beachtung. Kurz behandelt werden auch die ambulant erworbenen primären Infektionen, wie Meningoenzephalitiden und Hirnabszesse, deren Ursachen zeitlich vor dem stationären Krankenhausaufenthalt liegen;
5. der Einsatz einer perioperativen antibiotischen Prophylaxe zur Prävention postoperativ auftretender Infektionen analysiert werden;
6. die jeweiligen Erregerspektren der unterschiedlichen Infektionsarten in den Operationsgruppen ausgewertet und nachfolgend analysiert werden, ob und inwieweit dieses durch jeweilige antibiotische Prophylaxe abgedeckt bzw. durch Operationsart und Mehrfacheingriffe beeinflusst wird.

2. Material und Methoden

2.1 Patientengut

Im Zeitraum vom 01. Januar 2002 bis zum 31. März 2004 wurden an der neurochirurgischen Klinik der Universität Göttingen n= 1422 intrakranielle Operationen an n= 918 Patienten durchgeführt.

2.2 Auswertungskriterien

Mit Hilfe der Krankenakten, Operationsberichte, Laborwerte, Pflegeberichte und mikrobiologischen Analysen wurden alle zu erhebenden Daten des genannten Zeitraumes unter Verwendung von Microsoft Excel 2007 für MS- Windows sowie SPSS Version 14.0 erfasst und ausgewertet.

Zunächst wurden die operativen Eingriffe nach Operationstechnik bzw. Zugangsweg in 3 Gruppen kategorisiert:

1.) Kraniotomien, 2.) Fremdmaterialimplantationen und 3.) Transssphenoidale Eingriffe

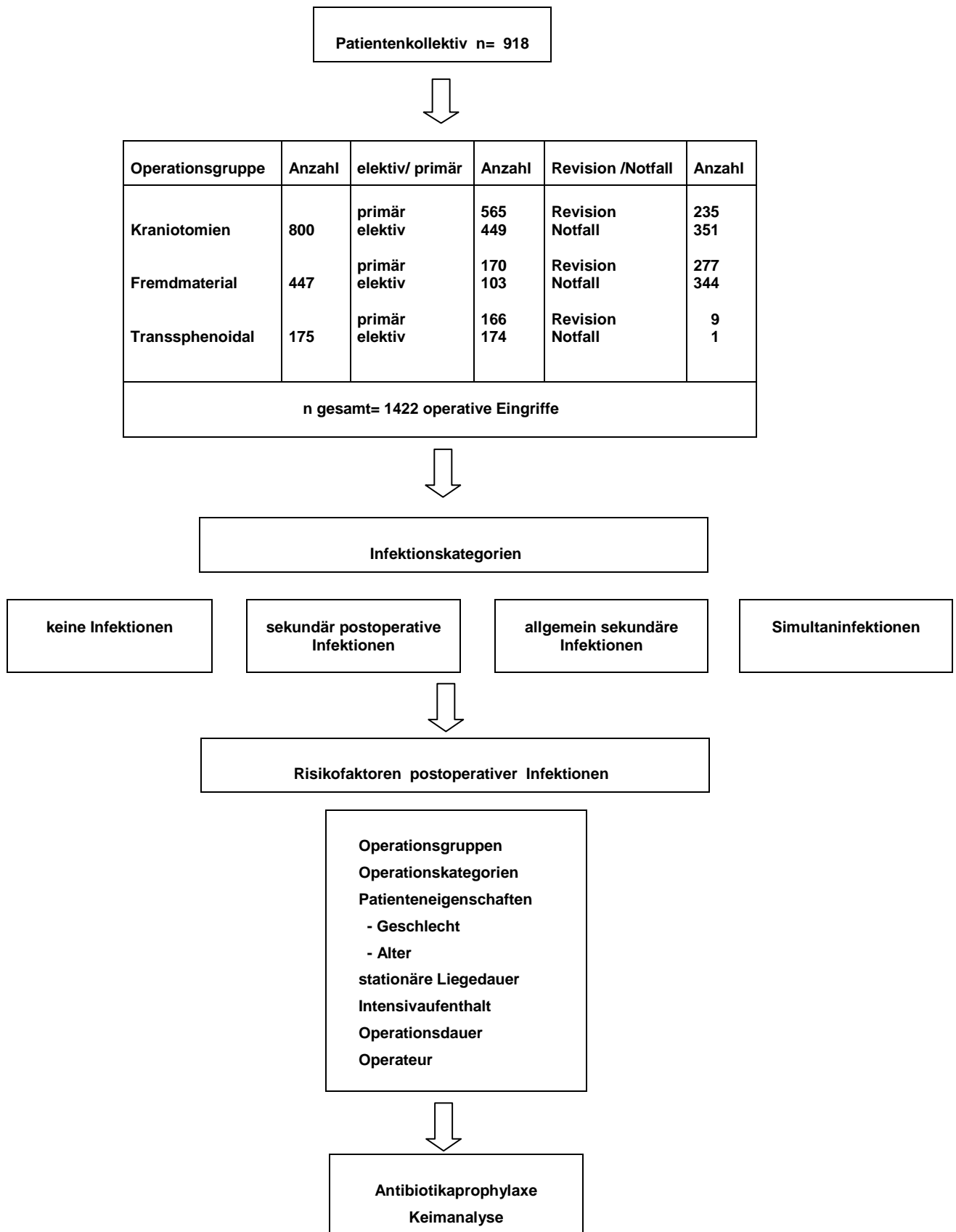
Zusätzlich wurde eine Einteilung der Eingriffe anhand ihres Infektionsrisikos in Primär- und Revisionseingriffe sowie nach Elektiv- und Notfalloperationen vorgenommen und die jeweiligen Infektionsraten untereinander verglichen.

Die postoperativ registrierten Infektionen wurden aus den erhobenen Daten isoliert und einer genaueren Einteilung nach Art der Infektionen zugeführt. Es wurde zwischen ambulant erworbenen (primären) Infektionen sowie nosokomialen, (sekundären) Infektionen unterschieden. Im Anschluss erfolgte eine genauere Unterteilung der sekundär nosokomialen Infektionen in 2 Untergruppen: Eine Untergruppe umfasst Infektionen, die verfahrensassoziiert im zeitlichen Verlauf der

Operation im jeweiligen Operationsgebiet entstehen und als sekundär postoperative Infektionen bezeichnet werden. Die zweite Untergruppe umfasst Infektionen in Organsystemen, die nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem operativen Eingriff stehen und als allgemein sekundäre Infektionen bezeichnet werden.

Zusätzlich wurden aus den Patientenakten Daten mit potentieller Affektion der Infektionsrate erhoben, wie die Dauer des (intensiv-)stationären Aufenthaltes, Operationsdauer, die Erfahrung des Operateurs, sowie Geschlecht und Alter der Patienten. Bei den auftretenden Infektionsfällen wurden alle im Rahmen der mikrobiologischen Analyse isolierten Keime dokumentiert. Bei postoperativen Infektionen war von Interesse, ob perioperativ eine Antibiotikaprophylaxe verabreicht wurde. Fand die Gabe einer Prophylaxe statt, wurden der Applikationszeitpunkt, die Applikationshäufigkeit und die Art des antibiotischen Präparates aus den Krankenakten zur späteren Analyse dokumentiert.

Abb. II-1: Auswertungskriterien



Um Unterschiede im Auftreten postoperativer Infektionen bei den einzelnen Operationstechniken zu untersuchen, wurden die durchgeführten n= 1422 Eingriffe drei Operationskategorien zugeteilt, welche nach der Art der Operationstechnik differenziert wurden. Weiter wurden die Kraniotomien, Fremdmaterialimplantationen und transsphenoidalen Eingriffe nach Primär- und Revisionseingriffen, sowie nach Elektiv- und Notfalloperationen unterteilt.

2.3 Operationsgruppen

2.3.1 Gruppe I: Kraniotomien

Zu dieser Gruppe zählen supra- und infratentorielle Operationen, die bei Tumoren des zentralen Nervensystems durchgeführt werden, sowie Eingriffe bei Gefäßanomalien wie Aneurysmata, bei denen das Infektionsrisiko einem Standardwert entspricht. Ferner wurden dieser Kategorie Operationen epi-/subduraler und subarachnoidaler Hämatome und Eingriffe bei Impressionsfrakturen der Kalotte zugeordnet sowie Palacoplastiken, osteoklastische Trepanationen und Knochendeckelentfernungen.

2.3.2 Gruppe II: Fremdmaterialimplantationen

In dieser Gruppe werden alle operativen Eingriffe mit Implantationen von Fremdmaterialien in das zentrale Nervensystem zusammengefasst. Hierzu zählen unter anderem Kunststoffmaterialien zur notfallmäßigen Liquordrainage (externe Ventrikeldrainage) sowie ventrikuloatriale bzw. ventrikuloperitoneale Shuntimplantationen bei Vorliegen eines Hydrozephalus.

2.3.3 Gruppe III: Transsphenoidale Eingriffe

Operationen bei Hypophysentumoren, Kraniopharyngeomen und weiteren Prozessen im Bereich der Sella turcica und des Clivus werden in dieser Operationsgruppe zusammengefasst. Der operative Zugangsweg bei diesen Eingriffen ist hierbei transsphenoidal paraseptal oder sublabial.

2.4 Art der Infektion

2.4.1 Primär erworbene, ambulante Infektionen

Unter diesem Begriff sind Infektionen zusammengefasst, die außerhalb des Krankenhauses bereits erworben wurden und zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme weiter bestanden, jedoch kausal nicht mit dem operativen Eingriff oder dem Krankenhausaufenthalt zusammenhängen. Es handelt sich also um ambulant erworbene Infektionen. Diese sind von den sekundären, nosokomialen Infektionen zu unterscheiden. Die separate Auswertung dieser Infektionen dient der Analyse einer potentiellen Begünstigung sekundärer Infektionen bei Patienten mit bereits geschwächtem Immunstatus zum Zeitpunkt ihrer stationären Aufnahme.

2.4.2 Sekundär postoperativ erworbene Infektionen

Als sekundär postoperative Infektionen werden in der vorliegenden Arbeit Komplikationen bezeichnet, die im jeweiligen Operationsgebiet auftreten und zeitlich wie kausal mit dem vorausgegangenen chirurgischen Eingriff in Verbindung zu bringen sind. Hierzu zählen z.B. Wundinfektionen, Meningitiden und Enzephalitiden.

2.4.3 Allgemein sekundär erworbene Infektionen

Unter dem Begriff der allgemein sekundären Infektionen werden nosokomiale, infektiöse Erkrankungen bakteriellen oder viralen Ursprungs zusammengefasst, die während eines stationären Klinikaufenthaltes erstmalig auftraten. Dies sind Begleitinfektionen, welche nicht unmittelbar auf die vorausgehenden Operationen zurückzuführen sind, sondern vielmehr von Faktoren wie stationärer Liegezeit, Aufenthalt auf einer Intensivstation, sowie von konstitutionellen Eigenschaften des Patienten beeinflusst werden. Diese allgemein sekundären Infektionen betreffen Organsysteme, die in keinem Zusammenhang mit dem vorausgegangenen Operationsgebiet stehen und sich peripher z.B. als Harnwegsinfekte, Septikämien oder Infektionen des Respirationstraktes manifestieren.

2.5 Infektionsanalyse und potentiell beeinflussende Faktoren

Nach Zuordnung der Patienten in die jeweiligen Operationsgruppen erfolgte eine genaue Analyse der auftretenden Infektionen. Diese wurden nach ihrer Lokalisation in Infektionsgruppen eingeteilt. Risikofaktoren, die potentiell auf die Entstehung postoperativer Infektionen Einfluss nehmen (z.B. Alter und Geschlecht der Patienten, stationäre Liege- und Operationsdauer, Erfahrung des Operateurs, intensivstationärer Aufenthalt sowie perioperative antibiotische Prophylaxe) wurden in Anlehnung an die Literatur in einem weiteren Schritt bestimmt und in den Operations- und Infektionsgruppen separat analysiert.

2.5.1 Geschlecht und Alter

Eine eventuelle Einflussnahme von Geschlecht und Alter der Patienten auf die Auftretenswahrscheinlichkeit einer postoperativen Infektion wurde in den einzelnen Operationsgruppen analysiert und untereinander verglichen.

2.5.2 Stationäre Liegedauer

Korrelationen zwischen stationärer Aufenthaltsdauer und Infektionsrate wurden ausgewertet und auf Unterschiede zwischen den 3 Operationsgruppen geprüft.

2.5.3 Intensivstationärer Aufenthalt

Anhand der Krankenakten wurden intensivstationäre Aufenthalte von über 48h erfasst und in analoger Weise ausgewertet.

2.5.4 Operationsdauer

Anhand der vorliegenden Operationsberichte wurde die Zeitdauer des operativen Eingriffes in Minuten erfasst und ein Zusammenhang mit dem Auftreten einer postoperativen Infektion untersucht.

2.5.5 Erfahrung des Operateurs

Um eine eventuelle Einflussnahme der operativen Erfahrung eines Operateurs auf die Auftretenswahrscheinlichkeit einer postoperativen Infektion zu klären, wurden die

Operateure anonymisiert in Gruppen nach Assistenz- und Fachärzten eingeteilt und anschließend eine Infektionsstatistik erstellt.

2.5.6 Perioperative Antibiotikagabe

In den einzelnen Infektionsgruppen wurde das perioperativ verabreichte Antibiotikum, sowie die perioperative Therapiedauer der jeweiligen Präparate erfasst. Im Anschluss erfolgte der Abgleich zwischen den nachgewiesenen Keimen postoperativer Infektionen mit dem Wirkspektrum der perioperativen Antibiotikaprofylaxe. Es wurde geprüft, ob eine standardisierte perioperative Antibiotikaprofylaxe einen signifikanten Vorteil hinsichtlich geringerer Infektionsraten birgt.

3. Ergebnisse

3.1 Demographische Daten: Operationshäufigkeiten der Jahre 2002- 2004

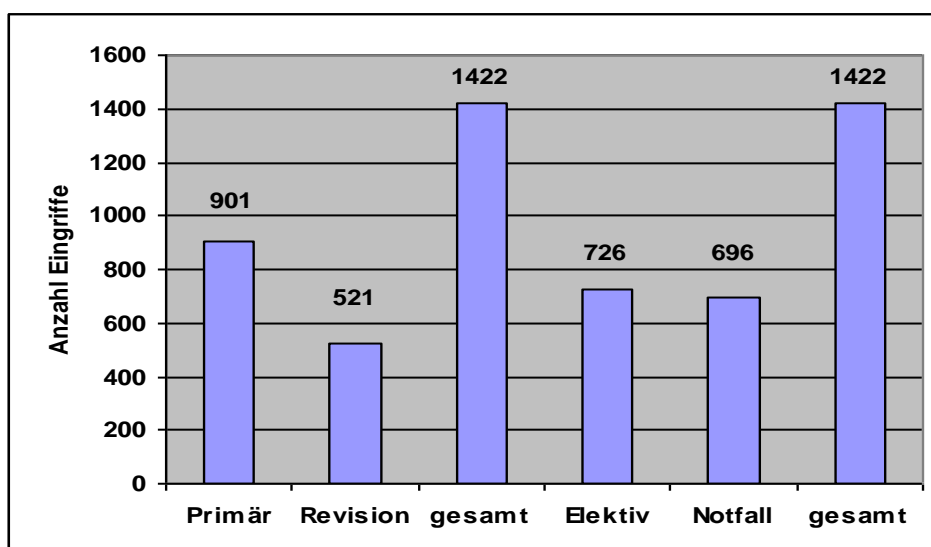
Im Zeitraum vom 01. Januar 2002 bis zum 31. März 2004 wurden n= 1422 intrakranielle operative Eingriffe in der neurochirurgischen Abteilung der Universität Göttingen durchgeführt.

3.2 Operationskategorien

Zur genaueren Differenzierung und zum weiteren Vergleich untereinander erfolgte die Zuordnung der 1422 intrakraniellen Eingriffe in die Operationskategorien Primär- und Revisions- sowie Elektiv- und Notfalleingriffe.

63% der n=1422 operierten Patienten erhielten einen Primäreingriff, 37% wurden im Laufe des stationären Aufenthaltes einem Mehrfach- oder Revisionseingriff zugeführt. 51% der n= 1422 Primär- und Revisionseingriffe konnten elektiv durchgeführt werden, 49% erfolgten hingegen als Notfalleingriffe (Abb. III-1).

Abb. III-1: Einteilung der Eingriffe in Operationskategorien

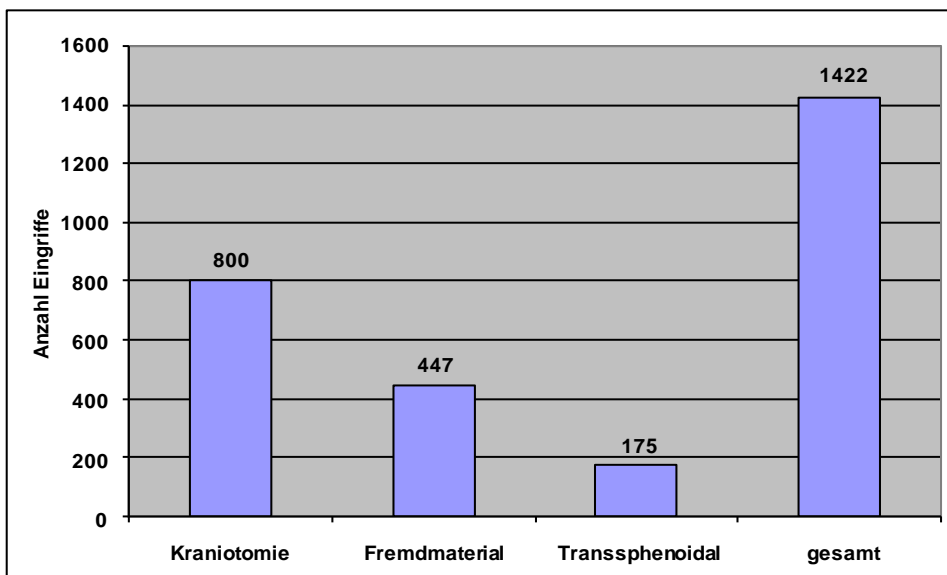


3.3 Operationsgruppen

Eine weitere Einteilung der n= 1422 Eingriffe erfolgte in Anlehnung an die Literatur in 3 Operationsgruppen in Abhängigkeit zur vorausgegangenen Technik der einzelnen operativen Eingriffe (Lietard et al. 2008, Erman et al. 2005, Blomstedt 1992, Klastersky et al. 1981, Balch 1967, Hoefnagel et al. 2008).

Die Operationsgruppen teilen sich in Kraniotomien mit n= 800, Fremdmaterialimplantationen mit n= 447 und transssphenoidale Eingriffe mit n=175 auf.

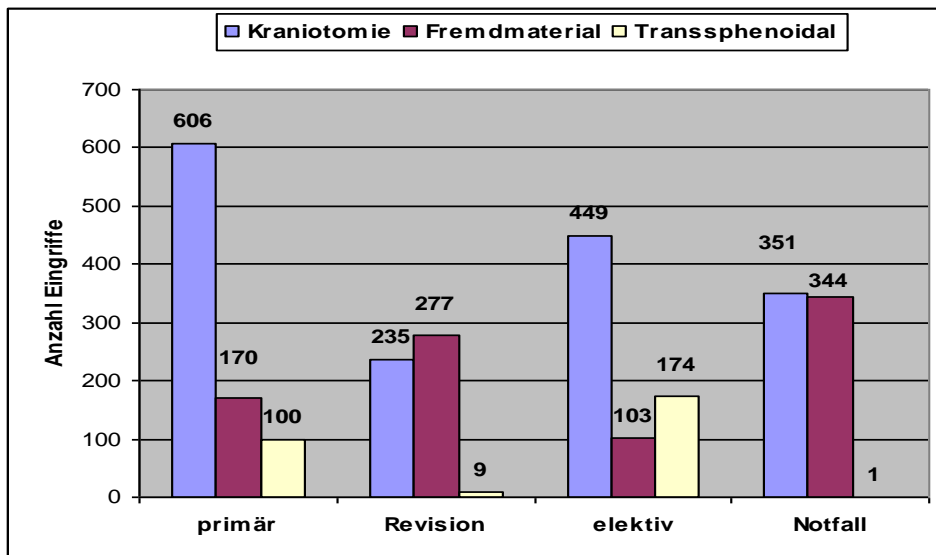
Abb. III-2: Einteilung der n= 1422 Eingriffe in Operationsgruppen



Die Operationsgruppe Fremdmaterialimplantationen weist unter den Operationsgruppen mit 77% den höchsten Anteil an Notfalleingriffen auf, welcher damit erheblich oberhalb des Anteiles der transssphenoidalen Eingriffe (1% Notfalleingriffe) und dessen der Kraniotomien (44%) liegt (Abb. III-3).

Darüber hinaus wurden in der Gruppe Fremdmaterialien die meisten Mehrfach- bzw. Revisionseingriffe erforderlich (62%), während diese Rate bei den transssphenoidalen Operationen 5% und bei den Kraniotomien 29% betrug.

Abb. III-3: Einteilung der Eingriffe in Operationsgruppen und Operationskategorien



3.3.1 Kraniotomien

Die Gruppe der Kraniotomien stellt mit n= 800 (56%) Eingriffen die zahlenstärkste unter den drei Kategorien dar. Sie beinhaltet intrakranielle Operationen ohne Verwendung verbleibender Fremdmaterialien wie z.B. Drainagen und Shunts. Unter den Kraniotomien werden zerebrale Tumorexplantationen, Dura-/ Palaco- und Schädeldachplastiken, Bohrlochtrepanationen, Aneurysmaclippings, Frontobasisrevisionen, Knochendeckelex- und Implantationen, Hemikraniektomien, Heben von Kalottenimpressionsfrakturen, Orbitotomien, intrakranielle Biopsien, Abszessausträumungen und Zystenevakuationen zusammengefasst. Die 800 Eingriffe dieser Operationsgruppe setzen sich aus 565 (71%) Primär- und 235 (29%) Revisions- und

Mehrfacheingriffen zusammen (Abb. III-3). N= 449 Operationen (56%) wurden als Elektiv- sowie n= 351 (44%) als Notfalleingriffe durchgeführt.

3.3.2 Kranielle Fremdmaterialimplantationen

Zweitstärkste Gruppe mit insgesamt n= 447 operativen Eingriffen sind kranielle Fremdmaterialimplantationen. Zu dieser Operationsgruppe zählen Eingriffe wie Anlagen von externen Ventrikeldrainagen, ventrikuloperitonealen Shunts und Rickhamkapseln, sowie von intrazerebralen (sog. Codman-) und epiduralen (sog. Spiegelberg-) Drucksonden.

Die n= 447 operativen Eingriffe mit kranialen Fremdmaterialimplantationen setzen sich aus n= 170 (38%) Primär- und n= 277 (62%) Revisions- und Mehrfacheingriffen zusammen (Abb. III-3). N= 103 (23%) der 447 Operationen wurden elektiv-, die weiteren 344 (77%) Operationen als Notfalleingriffe durchgeführt.

3.3.3 Transssphenoidale Eingriffe

Die Gruppe der transssphenoidalen Eingriffe umfasst n= 175 Operationen und stellt somit den kleinsten Anteil der insgesamt n= 1422 Eingriffe dar. Eingriffe mit transssphenoidalem Zugangsweg zur Entfernung von Raumforderungen im Bereich des Clivus und der Sella turcica, wie Hypophysenadenome oder Kraniopharyngeome, werden in dieser Kategorie zusammengefasst.

Die n= 175 transssphenoidalen Eingriffe setzten sich aus n= 166 (95%) Primär- und lediglich n= 9 (5%) Revisions- und Mehrfacheingriffen zusammen (Abb. III-3). N= 174 (99%) Operationen konnten als geplante Elektiveingriffe durchgeführt werden. Lediglich eine transssphenoidale Operation (1%) musste als Notfalleingriff erfolgen.

3.4. Patientencharakteristika

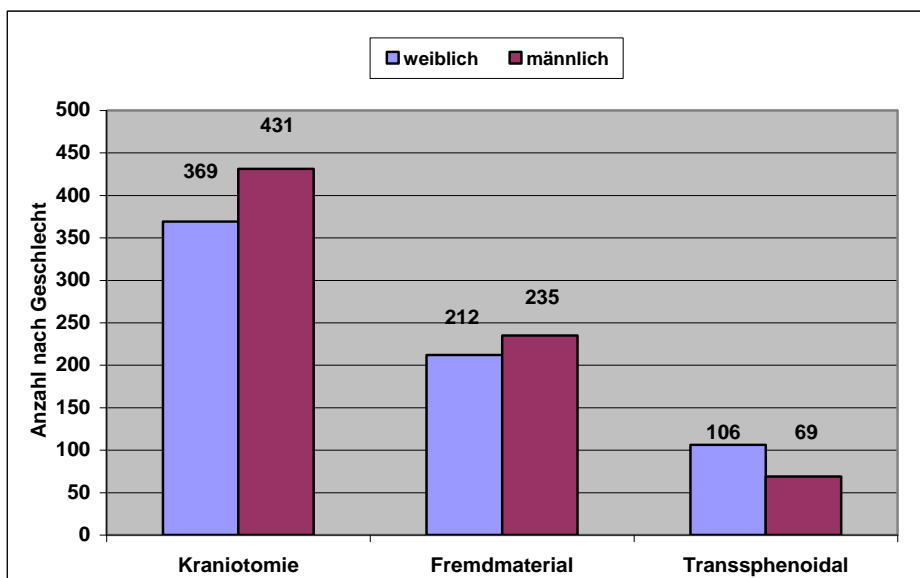
3.4.1 Geschlechterverteilung

Das Verhältnis weiblicher zu männlichen Patienten stellt sich in der vorliegenden Arbeit nahezu ausgeglichen dar: n= 687 (48%) der operierten Patienten waren weiblichen, n= 735 (52%) männlichen Geschlechts.

3.4.2 Geschlechterverteilung nach Operationsgruppen

In den Operationsgruppen Kraniotomie (54%) und Fremdmaterialimplantation (53%) wurden geringfügig mehr Männer behandelt, bei transssphenoidalen Eingriffen hingegen mehrheitlich Patientinnen (61%), (Abb. III-4).

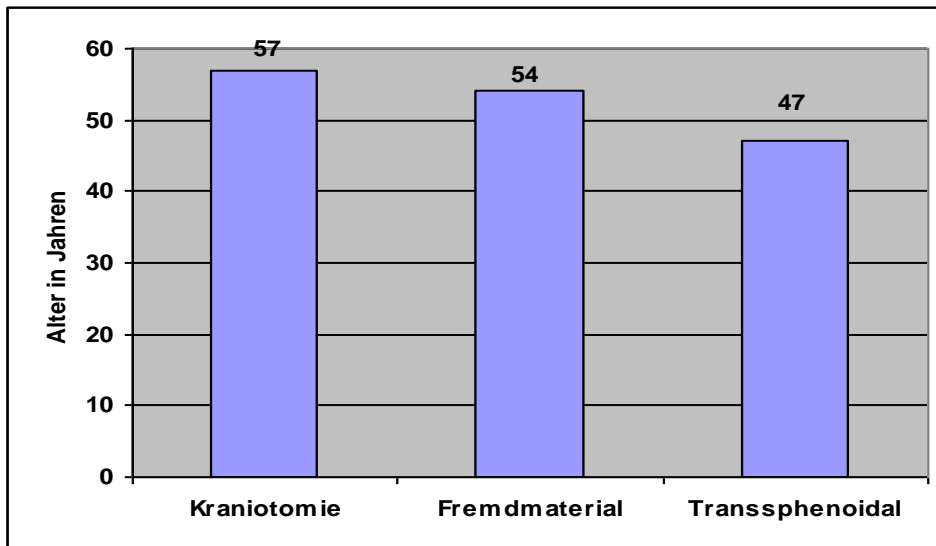
Abb. III-4: Geschlechterverteilung in den einzelnen Operationsgruppen



3.4.3 Altersverteilung

Das durchschnittliche Alter aller n= 1422 Patienten der vorliegenden Studie liegt bei 52 Jahren (Range: 0-92 Jahre), (Abb III-5).

Abb. III-5: Durchschnittsalter in den Operationsgruppen



Das durchschnittliche Alter operierter Patienten der Gruppe Kraniotomien liegt bei 57 Jahren (Range: 0-92 Jahre), bei 54 Jahren (Range: 0-90 Jahre) in der Gruppe Fremdmaterialimplantationen und mit 47 Jahren (Range: 1-80 Jahre) signifikant geringer in der Gruppe der transsphenoidalen Eingriffe ($p = 0.0001$, Kruskal-Wallis) (Abb. III-5).

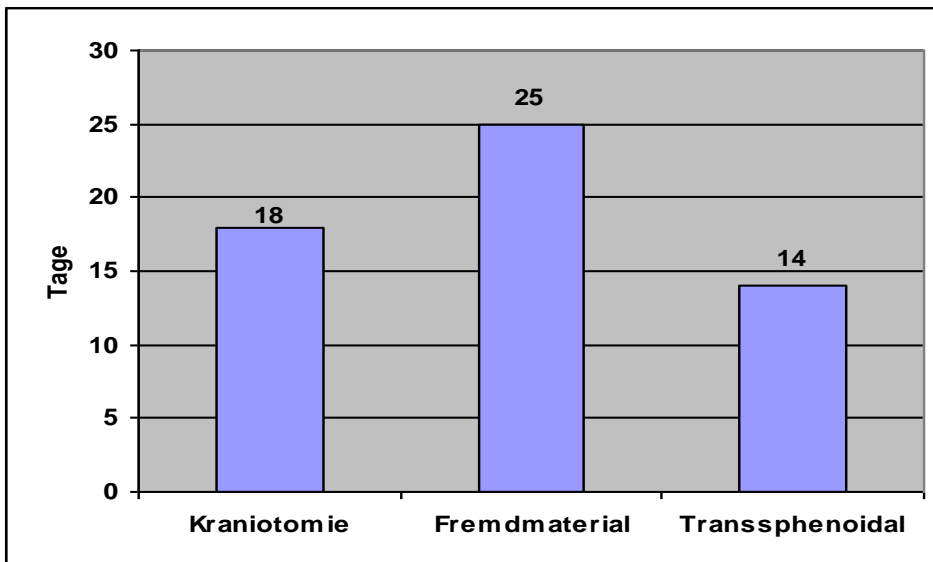
3.5 Perioperative Daten

3.5.1 Stationäre Gesamtliegedauer

Die durchschnittliche prä- und postoperative Gesamtliegedauer aller $n = 1422$ Patienten der vorliegenden Arbeit beträgt 24 Tage (Range 1-142 Tage).

3.5.2 Gesamtliegedauer nach Operationsgruppen

Abb. III-6: Mittlere Liegedauer in den 3 Operationsgruppen



Der Median der stationären prä- und postoperativen Liegedauer von Patienten der Operationsgruppe Fremdmaterialien liegt bei 25 Tagen, in der Gruppe der Kraniotomien bei 18 Tagen und signifikant geringer in der Gruppe transsphenoidaler Eingriffe bei 14 Tagen ($p < 0.0001$, Kruskal-Wallis). (Abb. III-6).

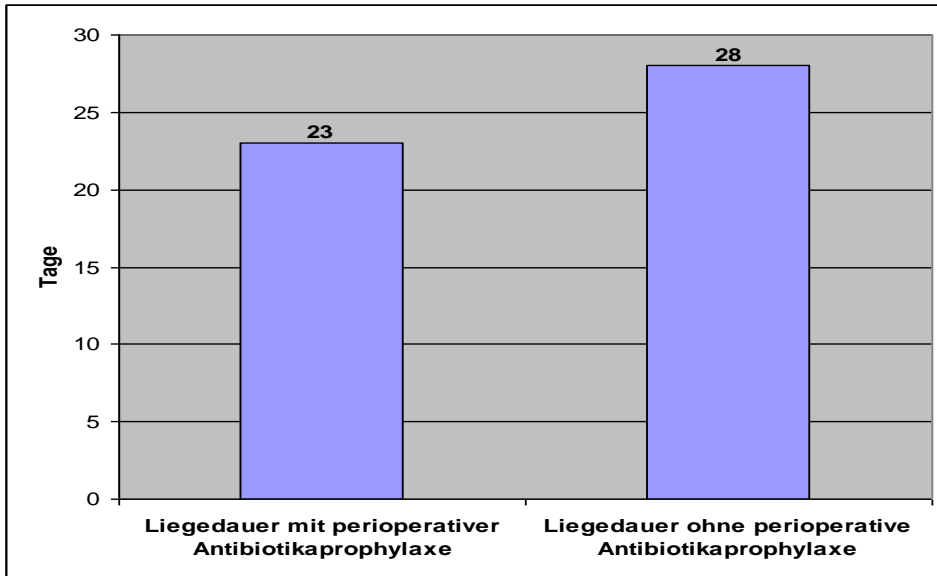
3.5.3 Gesamtliegedauer nach Operationskategorien

Patienten, die elektiv operiert wurden, wiesen eine mittlere Liegedauer von 28,62 +/- 23,55 Tagen auf und verblieben somit signifikant ca. 5,5 Tage länger stationär als Patienten mit Notfalleingriffen und einer Liegedauer von 23,09 +/- 20,57 Tagen ($p < 0.0001$, t-Test).

Bei Revisionseingriffen verlängerte sich der stationäre Aufenthalt signifikant um 14,4 Tage bei einer mittleren Liegedauer von 34,9 +/- 27,26 gegenüber Patienten mit Primäreingriffen, die einen mittleren stationären Aufenthalt von 20,53 +/- 16,53 Tagen aufweisen ($p < 0.0001$, t-test).

3.5.4 Liegedauer in Abhängigkeit zur perioperativen Antibiotikagabe

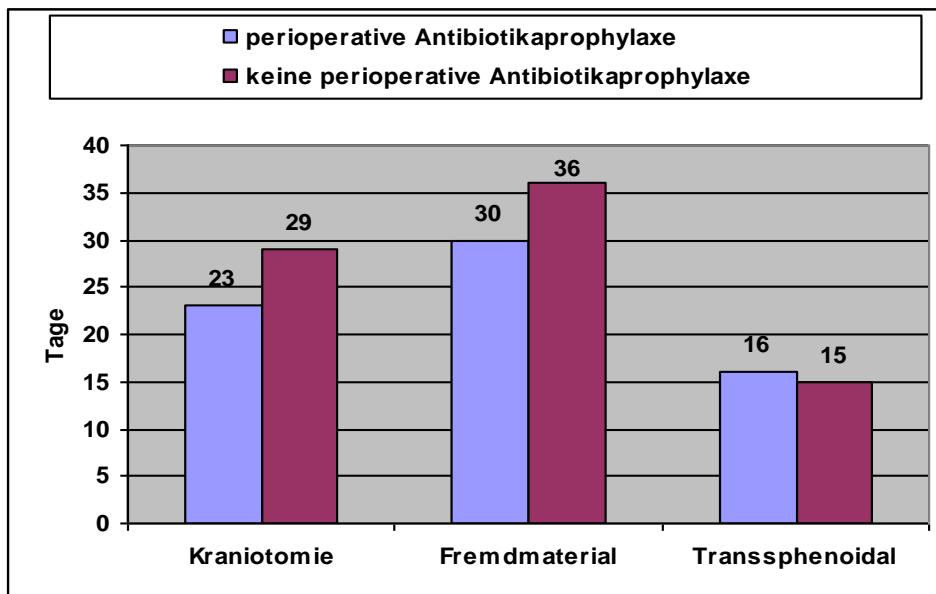
Abb. III-7: Mittlere Liegedauer in Abhängigkeit zur perioperativen Antibiotikagabe



64% aller eingeschlossenen Patienten erhielten perioperativ eine Antibiotikaprohylaxe (Abb. III-13), deren stationärer Aufenthalt durchschnittlich 23 Tage (Range 1-135 Tage) betrug (Abb. III-7). Die 36% Patienten ohne perioperative antibiotische Abschirmung wiesen mit 28 Tagen (Range 1-142) einen signifikant durchschnittlich 5 Tage längeren stationären Aufenthalt auf ($p=0,0003$, t-test).

3.5.5 Liegedauer und Antibiotikagabe in den 3 Operationsgruppen

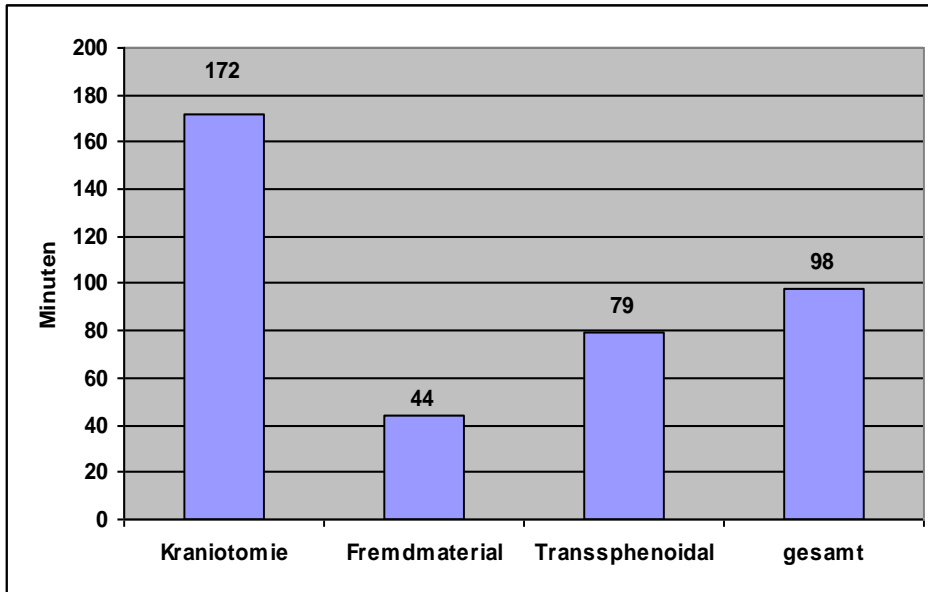
Abb. III-8: Mittlere Liegedauer in Abhängigkeit zur perioperativen Antibiotikaprofylaxe in den 3 Operationsgruppen



Patienten der Operationsgruppe Kraniotomie mit perioperativer Antibiotikaprofylaxe verließen nach einer mittleren Liegedauer von 22,61 +/- 16,70 Tagen die Klinik signifikant ca. 6 Tage früher als Mitpatienten ohne perioperative Prophylaxe (28,59 +/- 27,67 Tage, $p=0,0003$; (Abb. III-8). Auch Patienten der Gruppe Fremdmaterialien mit Antibiotikaprofylaxe wiesen mit 30,36 +/- 24,28 Tagen einen signifikant ca. 6 Tage kürzeren stationären Aufenthalt auf als Patienten derselben Gruppe ohne Prophylaxe (35,74 +/- 29,07, $p= 0,0337$). Patienten mit transssphenoidalen Eingriffen und stattgehabter perioperativer Antibiotikaprofylaxe hatten eine Liegedauer von 16,24 +/- 9,813 Tagen vs. 14,57 +/- 7,77 ohne Prophylaxe ($p= 0,2133$).

3.5.6 Operationszeit in den Operationsgruppen

Abb. III-9: Mittlere Operationsdauer in Minuten in den einzelnen Operationsgruppen



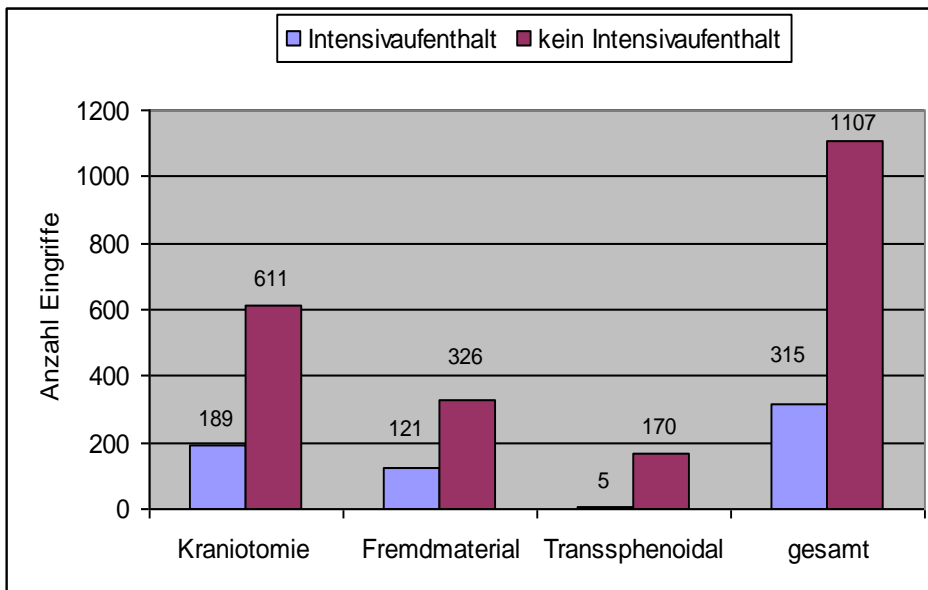
Die durchschnittliche Operationsdauer aller $n= 1422$ Eingriffe liegt bei 98 Minuten. Die Operationsgruppe Kraniotomie weist mit $171,6 \pm 123,6$ Minuten die längste Zeit zwischen Schnitt und Naht auf und liegt signifikant 128 Minuten über den Fremdmaterialimplantationen ($43,53 \pm 45,79$ Minuten) sowie 93 Minuten über den transsphenoidalen Eingriffen ($79,06 \pm 35,75$ Minuten, $p < 0,0001$, Kruskal-Wallis). (Abb.III-9).

3.6 Intensivstationärer Aufenthalt

22% ($315/1422$) aller $n= 1422$ Patienten verbrachten postoperativ mindestens 2 Tage auf einer Intensivstation, während 78% aller Patienten der vorliegenden Arbeit nicht intensivüberwachungspflichtig wurden oder nach weniger als 48 Stunden postoperativ auf Normalstation verlegt werden konnten (Abb. III-10).

3.6.1 Intensivstationärer Aufenthalt nach Operationsgruppen

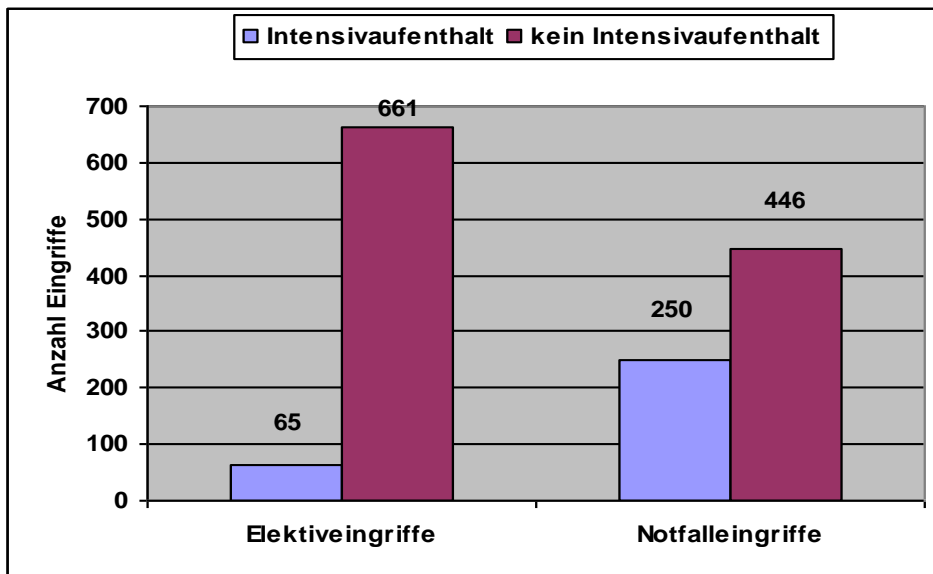
Abb. III-10: Intensivstationärer Aufenthalt operierter Patienten in den 3 Operationsgruppen



Unter allen drei Operationsgruppen wiesen Patienten nach Fremdmaterialimplantation mit 27% (121/447) den größten Anteil an postoperativen intensivstationären Aufenthalten auf (Abb. III-10), gefolgt von Kraniotomien mit 24% (189/800). Mit 3% (5/175) verbrachten signifikant weniger Patienten der transssphenoidal operierten Gruppe postoperativ über 2 Tage auf einer Intensivstation ($p < 0,0001$ Chi-Square; Fisher's Exact Test).

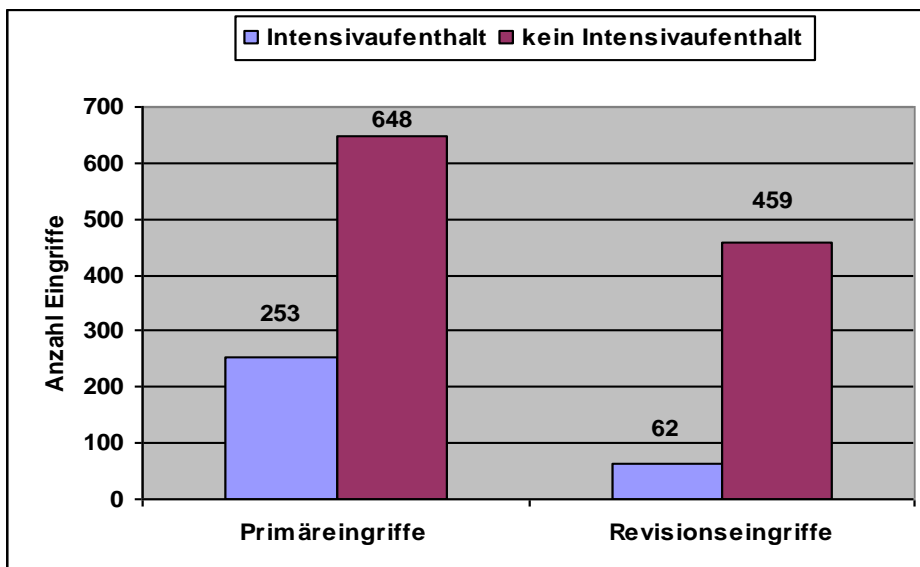
3.6.2 Intensivstationärer Aufenthalt nach Operationskategorien

Abb. III-11: Intensivstationärer Aufenthalt in den Operationskategorien Elektiv- und Notfalleingriffe



In der Kategorie der Notfalleingriffe war mit 36% (250/ 696) signifikant häufiger eine intensivstationäre Behandlung erforderlich als unter elektiv operierten Patienten mit 9% (65/ 726), ($p < 0,0001$, Fisher's Exact test); (Abb. III-11).

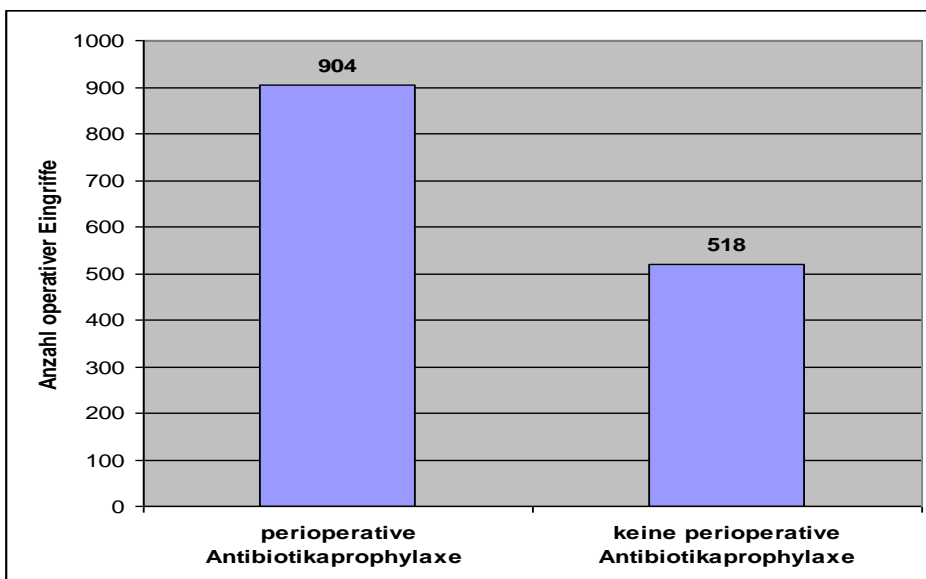
Abb. III-12: Intensivstationärer Aufenthalt bei Primär- und Revisionseingriffen



Durchschnittlich 28% (253/901) der Patienten mit einem Primäreingriff verbrachten über 2 Tage postoperativ auf einer Intensivstation, während nach Revisionseingriffen die Rate mit 12% (62/521) signifikant geringer war ($p < 0,0001$, Fisher's exact test, Abb. III-12).

3.7 Perioperative Antibiotikaprofylaxe

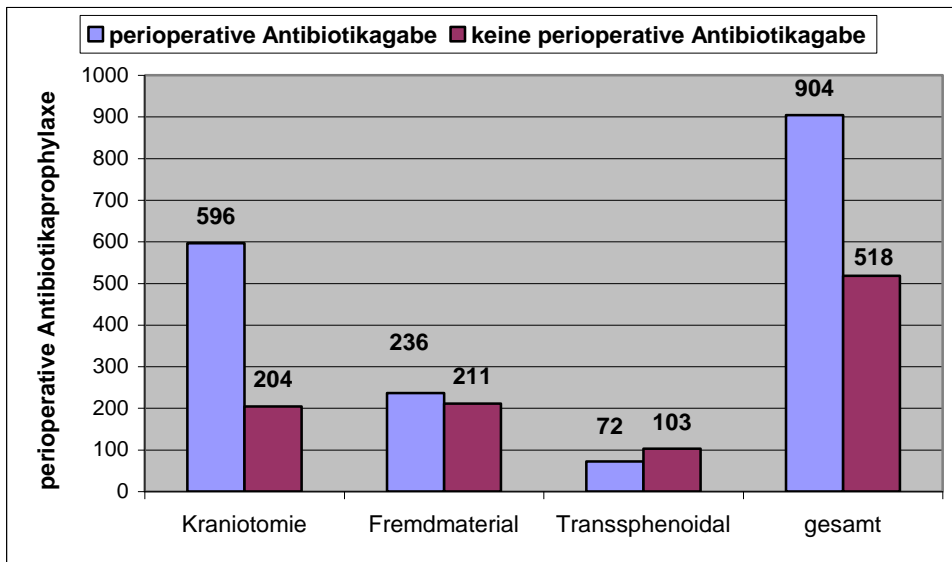
Abb. III-13: Verteilung der perioperativen Antibiotikaprofylaxe auf 1422 operative Eingriffe



64% (904/1422) der operierten Patienten erhielten perioperativ eine Antibiotikaprofylaxe. (Abb.III-13).

3.7.1 Perioperative Antibiotikaphylaxe nach Operationsgruppen

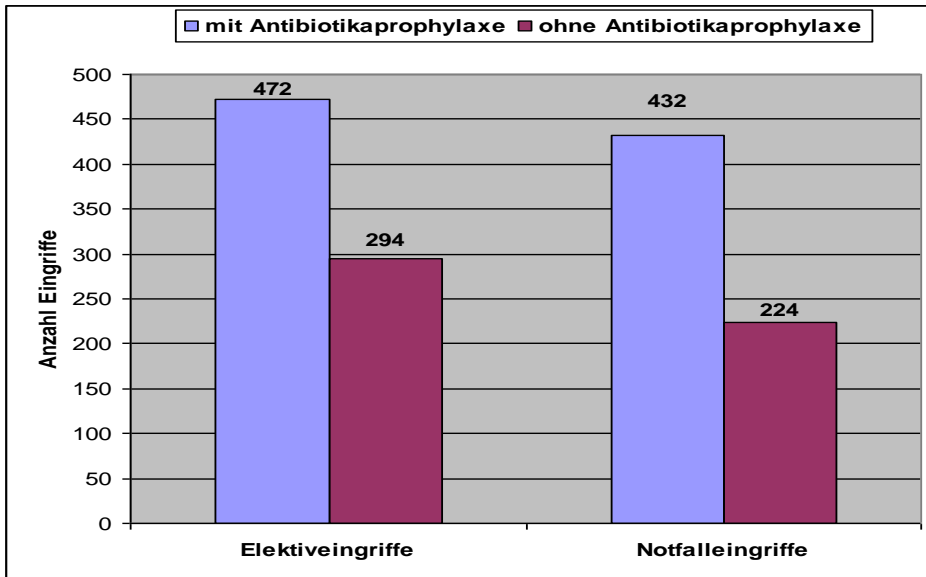
Abb. III-14: Perioperative Antibiotikaphylaxe in den 3 Operationsgruppen



Patienten der Gruppe Kraniotomien erhielten in 74% (596/800) der Fälle perioperativ eine Antibiotikaphylaxe, der Gruppe Fremdmaterialimplantationen in 53% (236/447) und der Gruppe transsphenoidaler Eingriffe in 41% (72/175), (Abb. III-14).

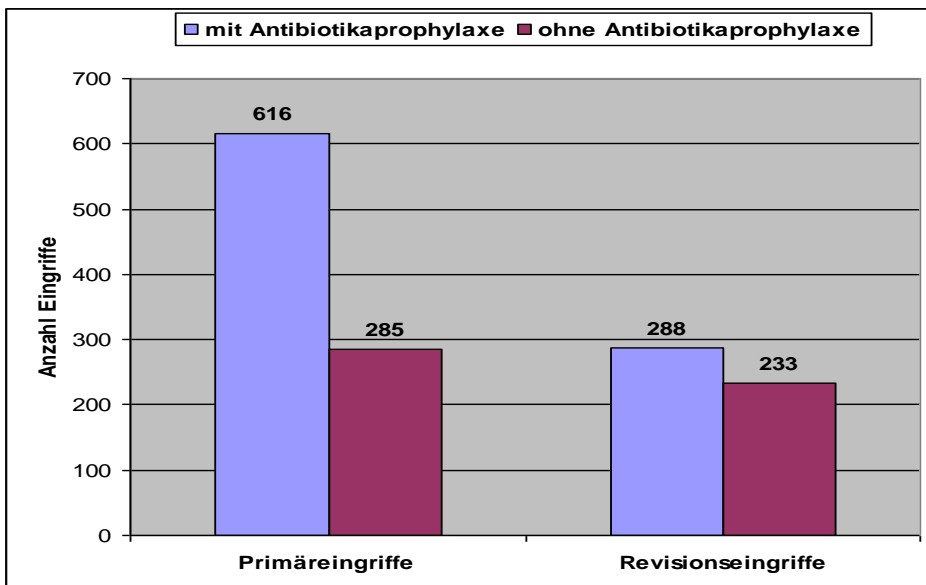
3.7.2 Perioperative Antibiotikaprofylaxe nach Operationskategorien

Abb. III-15: Perioperative Antibiotikaprofylaxe in den Operationskategorien Elektiv- und Notfalleingriffe



Eine perioperative Antibiotikaprofylaxe wurde mit 66% (432/656) bei Notfalleingriffen um 4% häufiger als bei Elektiveingriffen durchgeführt (Abb. III-15).

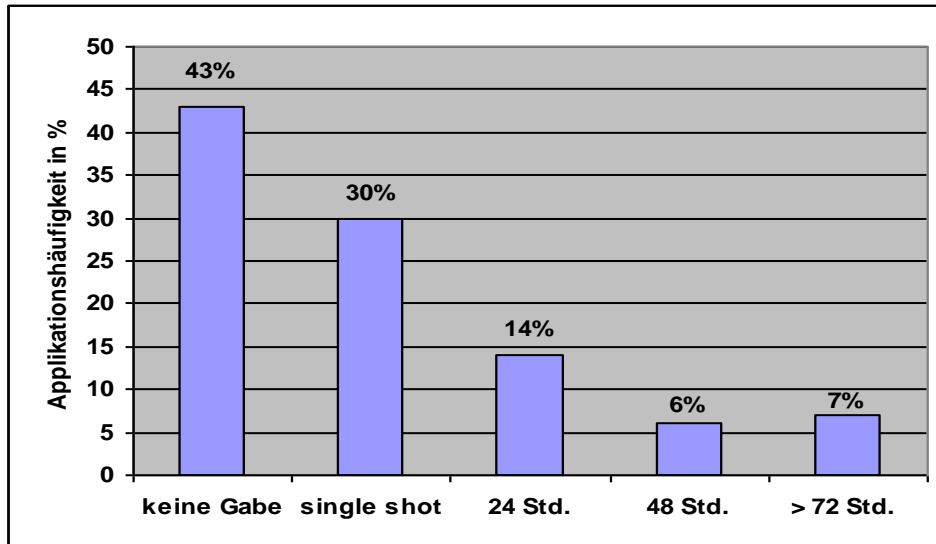
Abb. III-16: Perioperative Antibiotikaprofylaxe in den Operationskategorien Primär- und Revisionseingriffe



Primär operierte Patienten erhielten mit 68% (616/901) häufiger eine perioperative Antibiotikaphylaxe als Patienten, die sich einem Revisionseingriff unterzogen, mit 55% (288/521), (Abb. III-16).

3.7.3 Dauer der perioperativen Antibiotikaphylaxe

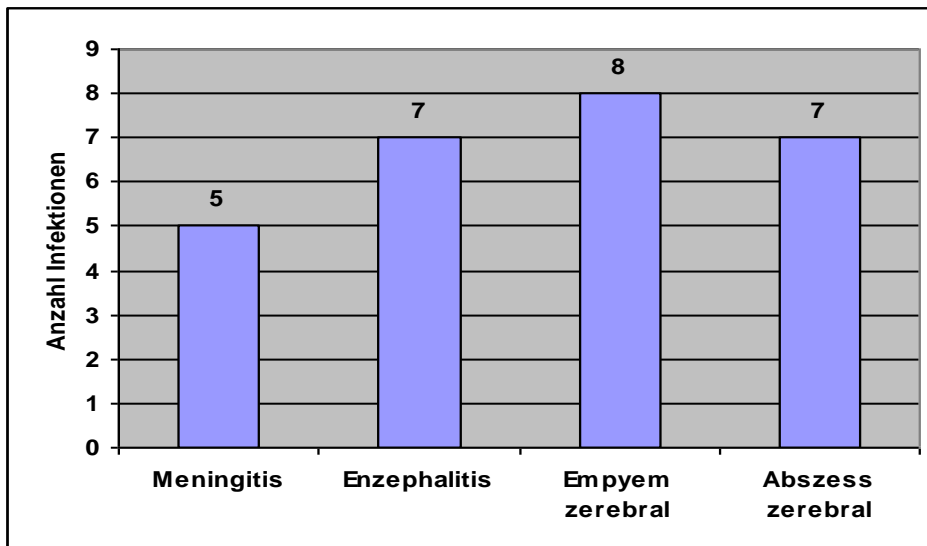
Abb. III-17: Dauer der perioperativen Antibiotikaphylaxe



Antibiotische Einmalgaben als so genannter „single shot“ stellen in der vorliegenden Arbeit mit 30% die häufigste perioperative Applikationsform dar (Abb. III-17). Mehrfachgaben innerhalb von 24 Stunden perioperativ erfolgten in 14% der Fälle, für 48 Stunden in 6% der Fälle. In 7% erfolgte die Gabe über 72 Stunden perioperativ und darüber hinaus.

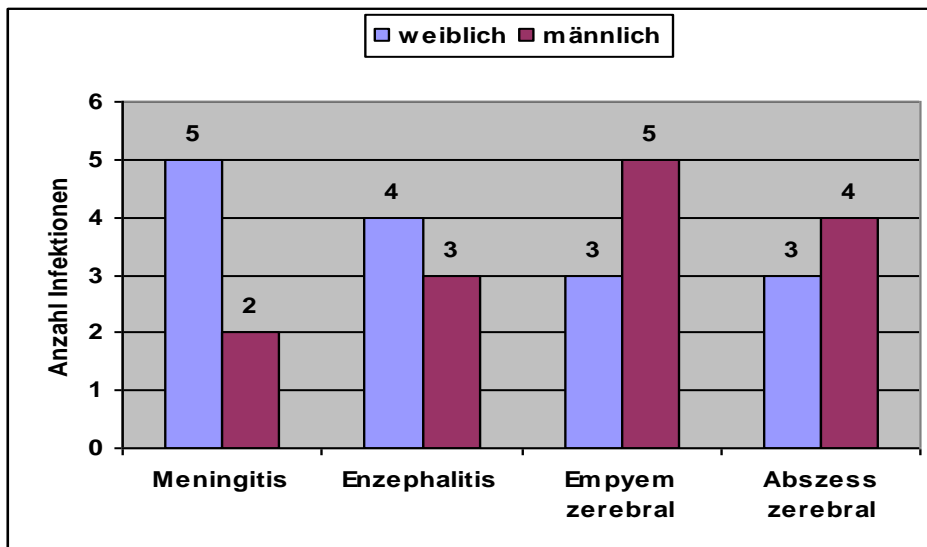
3.8 Primäre, ambulant erworbene Infektionen des zentralen Nervensystems

Abb. III-18: Primär erworbene Infektionen des zentralen Nervensystems



Die Infektionsrate ambulant erworbener Meningitiden liegt in der vorliegenden Arbeit bei 0,6%, während 0,8% aller Patienten mit der Erstdiagnose einer Enzephalitis behandelt wurden. Intrazerebrale, ambulant erworbene Empyeme (z.B. intraventrikulär) lagen in der vorliegenden Erhebung bei 0,9% und intrazerebrale Abszesse bei 0,8% aller Patienten vor (Abb. III-18).

Abb. III-19: Infektionsrate ambulant erworbener Infektionen geschlechterabhängig



Weibliche Patienten wiesen in der vorliegenden Arbeit eine um 0,7% höhere Rate an Meningitiden und ein um 0,3% höheres Auftreten ambulant erworbener Enzephalitiden auf (Abb. III-19). Die Rate an intrazerebralen Empyemen lag bei männlichen gegenüber weiblichen Patienten um 0,4% höher und ambulant erworbene Abszesse traten um 0,2% häufiger bei männlichen Patienten auf.

3.9 Sekundäre Infektionen

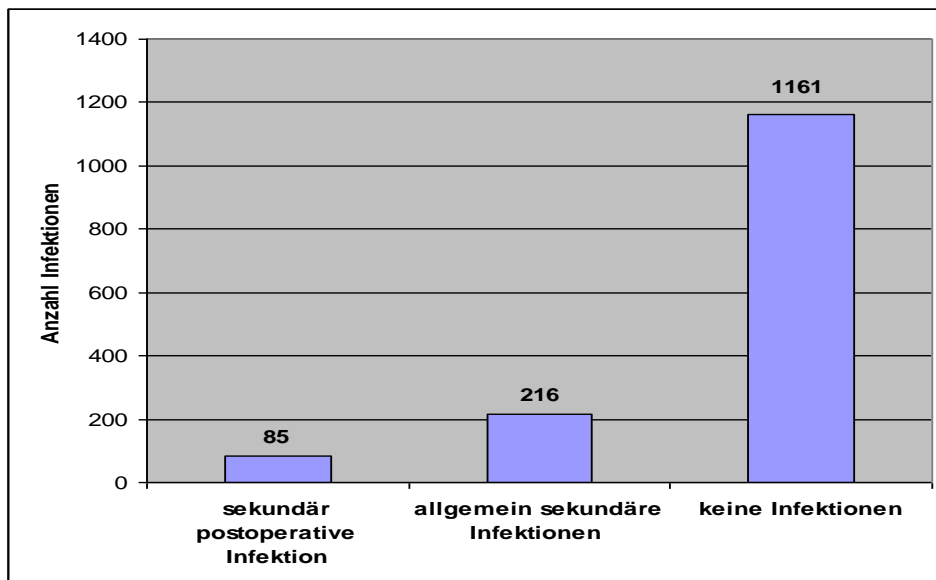
3.9.1 Einteilung postoperativer Infektionen nach Kategorien

Die Kategorie der sekundär postoperativen Infektionen (Meningitiden, Enzephalitiden und Wundinfektionen) weist nach n= 1422 operativen Eingriffen eine Prävalenz von 6,0% auf. Allgemein sekundäre Infektionen, sog. Begleitinfektionen wie Harnwegsinfekte, Bronchopneumonien und Septikämien, traten mit einer Häufigkeit von 15,2 % auf.

Der Begriff „postoperative Simultaninfektion“ umfasst in der vorliegenden Arbeit das zeitgleiche Auftreten sowohl einer sekundär postoperativen als auch einer allgemein sekundären Infektion und wurde in 2,8% der Fälle registriert.

Die Rate an unkomplizierten, unauffälligen postoperativen Verläufen liegt hingegen bei 81,6% (Abb. III-20).

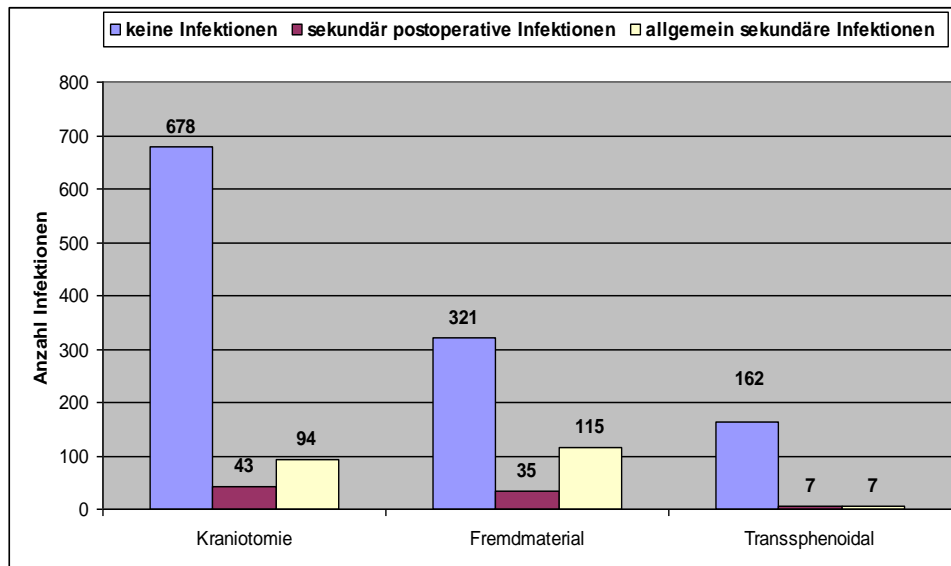
Abb III- 20 Anzahl postoperativer Infektionen nach Infektionskategorien



3.9.2 Postoperative Infektionen nach Operationsgruppen

Die Operationsgruppe Fremdmaterialien weist eine Gesamtinfektionsrate für sekundär postoperative Infektionen von 7,8% auf (Abb. III-21). Diese liegt 2,4% über der Rate der Kraniotomien und 3,8% über der Rate der transspenoidalen Eingriffe. Nach Fremdmaterialimplantationen trat ferner die höchste Rate an allgemein sekundären Infektionen auf (25,7% der Fälle). Diese Infektionsrate liegt um 13,9% über der Rate postoperativer allgemein sekundärer Infektionen nach Kraniotomien und um 21,7% über der Rate nach transspenoidalen Eingriffen.

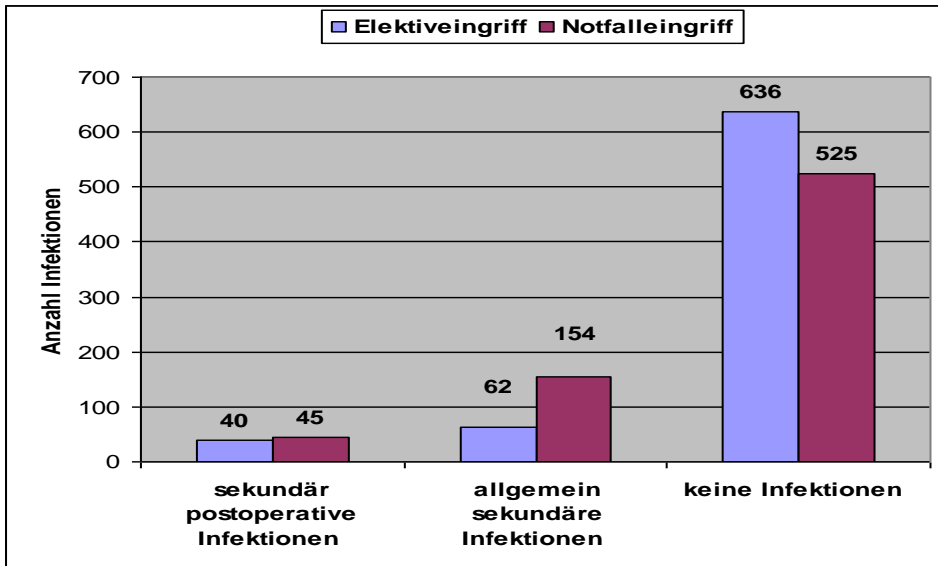
Abb. III-21: Auftreten postoperativer Infektionen nach Operationsgruppen und Infektionskategorien



3.9.3 Postoperative Infektionen nach Operationskategorien

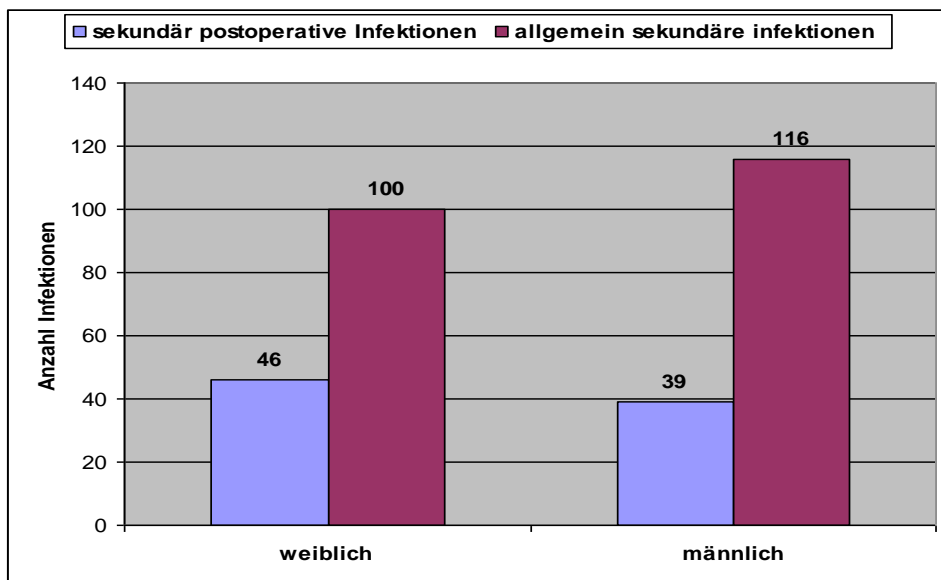
Die Rate sekundär postoperativer Infektionen nach Notfalleingriffen liegt bei 6,5% bzw. nach Elektiveingriffen bei 5,5% (Abb. III-22). Die Rate allgemein sekundärer Infektionen beträgt 22,1% nach Notfalleingriffen bzw. 8,5% nach Elektiveingriffen.

Abb. III-22: Auftreten postoperativer Infektionen nach Operationskategorien und Infektionsgruppen



3.9.4 Geschlechterverteilung postoperativer Infektionen

Abb. III-23: Geschlechterverteilung bei sekundär postoperativen und allgemein sekundären Infektionen



Die Infektionsrate sekundär postoperativer Infektionen weiblicher Patienten der vorliegenden Arbeit liegt um 1,4% über der Rate männlicher Patienten. Allgemein

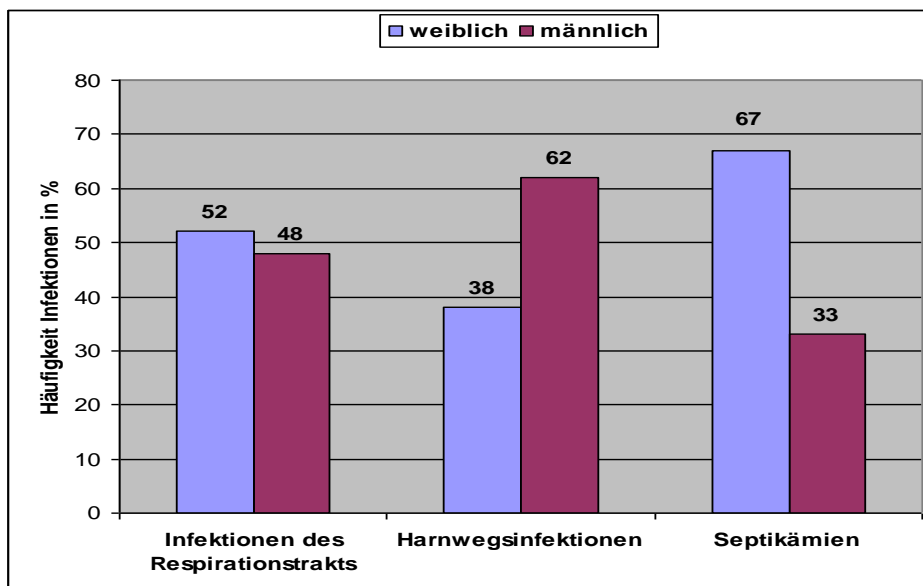
sekundäre Infektionen traten dagegen bei männlichen Patienten um 1,3% häufiger, als bei ihren weiblichen Mitpatienten auf ($p > 0,5$; Abb. III-23).

3.9.4.1 Geschlechterverteilung einzelner sekundär postoperativer Infektionen

Der Anteil weiblicher Patienten an allen postoperativ auftretenden Meningitiden beträgt 53% (Männer: 47%). Postoperative Enzephalitiden traten in 43% bei weiblichen und in 57% bei männlichen Patienten auf. Postoperative Wundinfektionen hingegen traten zu 60% bei Frauen und zu 40% bei Männern auf.

3.9.4.2 Geschlechterverteilung einzelner allgemein sekundärer Infektionen

Abb. III-24: Geschlechterverteilung einzelner allgemein sekundärer Infektionen

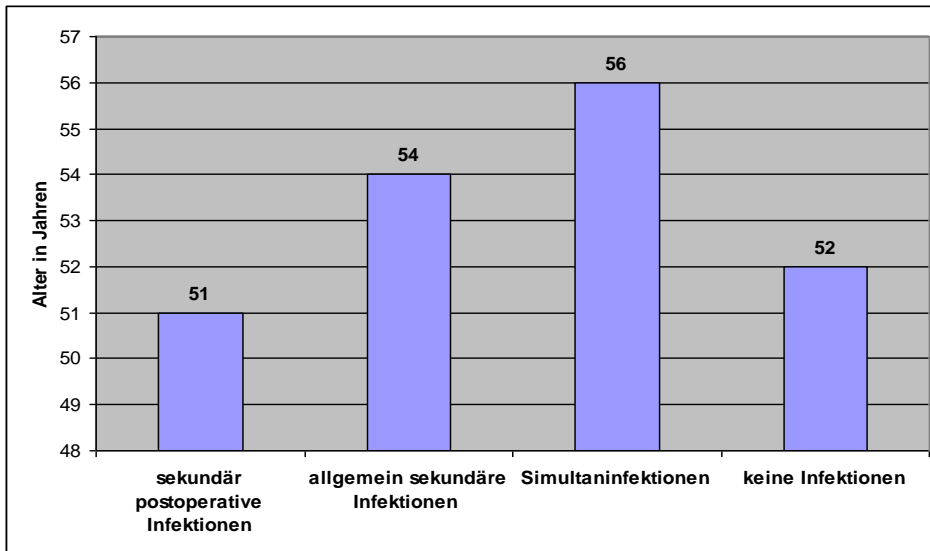


Postoperative Infektionen des Respirationstraktes (Pneumonie, Bronchitis, Tracheobronchitis) traten in 52% bei weiblichen Patienten auf (männliche Patienten 48%). Postoperative Harnwegsinfekte wurden vermehrt bei Männern registriert (62%

vs. 38% Patientinnen). Postoperative Septikämien betrafen in 67% weibliche Patienten (vs. 33% männliche Patienten). (Abb. III-24).

3.9.5 Altersverteilung bei postoperativ auftretenden Infektionen

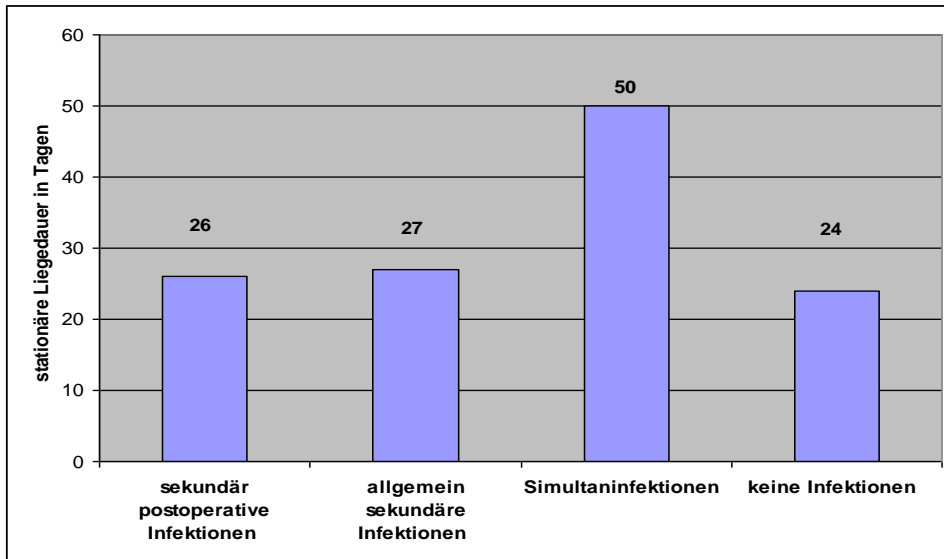
Abb. III-25: Altersverteilung postoperativ auftretender Infektionen in Jahren



Patienten mit komplikationslosem postoperativem Verlauf zeigten ein ähnliches Durchschnittsalter wie solche mit Entwicklung einer sekundär postoperativen Infektion (52 vs. 51 Jahre). Patienten mit postoperativer allgemein sekundärer Infektion waren im Durchschnitt 54 Jahre, mit postoperativen Simultaninfektionen dagegen durchschnittlich 56 Jahre alt (Abb. III-25)

3.9.6 Postoperative Infektionen und stationäre Liegedauer

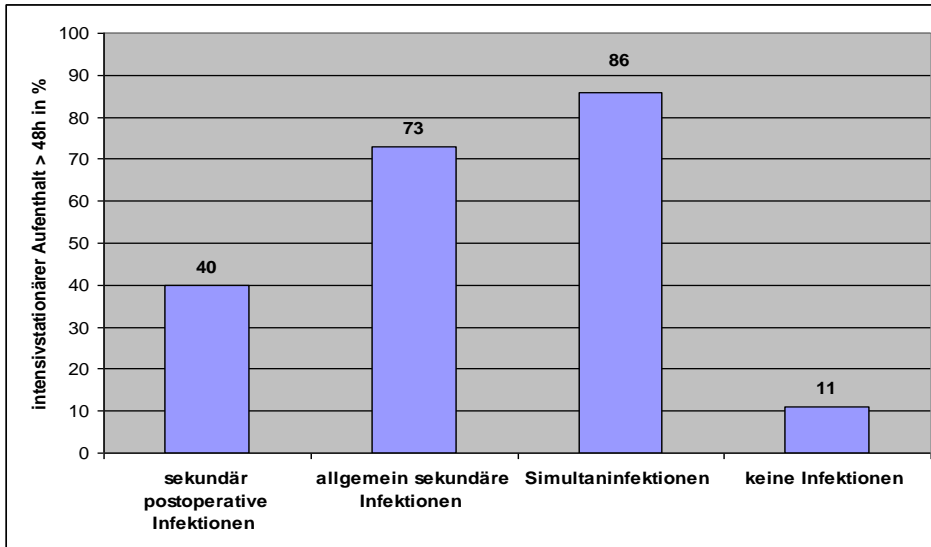
Abb. III-26: postoperative Infektionen und stationäre Liegedauer



Patienten ohne postoperative Infektion wurden durchschnittlich 24 Tage stationär behandelt, mit sekundär postoperativer Infektion durchschnittlich 26 Tage, mit allgemein sekundären Infektionen ca. 27 Tage und mit erlittener Simultaninfektion durchschnittlich 50 Tage (Abb. III-26).

3.9.6.1 Postoperative Infektionen und intensivstationärer Aufenthalt

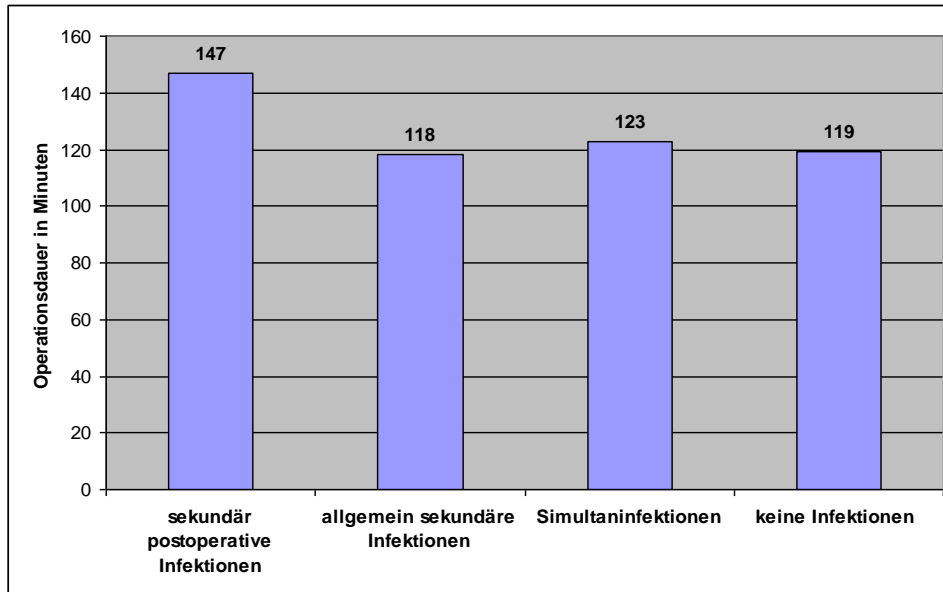
Abb. III-27: Postoperative Infektionen in Abhängigkeit zum intensivstationären Aufenthalt > 48h



Patienten ohne postoperative Infektionen wurden zu 11% intensivmedizinisch behandelt (>48h), Patienten mit sekundär postoperativer Infektion hingegen zu 40%, Patienten mit allgemein sekundären Infektionen zu 73% und Patienten mit Simultaninfektion zu 86% (Abb. III-27)

3.9.7 Postoperative Infektionen und Operationsdauer

Abb. III-28: Auftreten postoperativer Infektionen in Abhängigkeit zur Operationsdauer in Minuten



Patienten ohne postoperative Infektionsereignisse wurden zuvor durchschnittlich 119 Minuten operiert, sekundär postoperativ Infizierte hingegen 147 Minuten, allgemein sekundär infizierte Patienten 118 Minuten und Patienten mit Simultaninfektionen durchschnittlich 123 Minuten ($p < 0,0001$, Abb. III-28).

3.9.8 Infektionsrate und operative Erfahrung des Operateurs

Tabelle III-1: Infektionen in Abhängigkeit zur operativen Erfahrung der Operateure

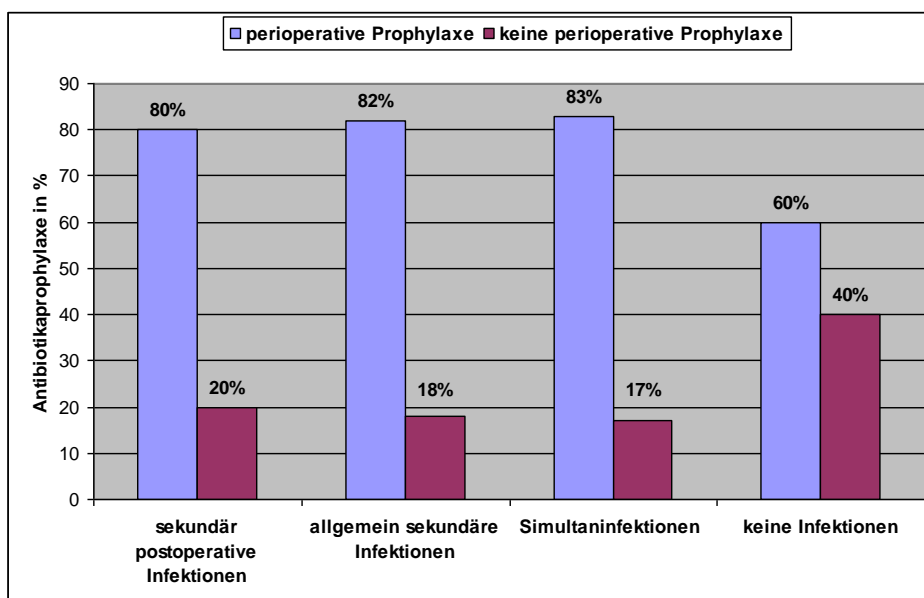
Durchgeführte Operationen pro Jahr (per Operateur)	Infektionsraten	Infektionsrate durchschnittlich
> 300	3,1-11,3 %	7,8 %
120-200	3,2- 7,9 %	5,7 %
100-120	4,5- 6,8 %	5,7 %
<100	0,0- 4,5 %	3,1 %

Die Ergebnisse der Tabelle III-1 zeigen, dass unter den erfahrenen Operateuren große Schwankungen im Ausmaß der postoperativen Infektionsrate existieren

(3,1-11,3%). Die Infektionsrate weist eine positive Korrelation mit der Anzahl durchgeführter Operationen pro Jahr auf, was indirekt bedeutet, dass die erfahrenen Operateure, zu denen der Chef- und die Oberärzte einer Klinik zählen, die höchste Infektionsrate aufzeigen, mit einer Ausnahme. Bei den Assistenzärzten zeigen die Ergebnisse, dass die unerfahrensten Operateure die geringste Infektionsrate aufweisen. Eine nachvollziehbare Erklärung liefert die Art der jeweils durchgeführten Operationen. Die anspruchsvolleren operativen Eingriffe bergen längere Operationszeiten, sowie ein höheres Risiko, postoperativ eine Komplikation zu entwickeln, und werden in den meisten Fällen von den erfahrenen Operateuren einer Klinik durchgeführt.

3.10 Infektionen nach perioperativer antibiotischer Prophylaxe

Abb. III-29: Perioperative Antibiotikagabe in den Infektionsgruppen

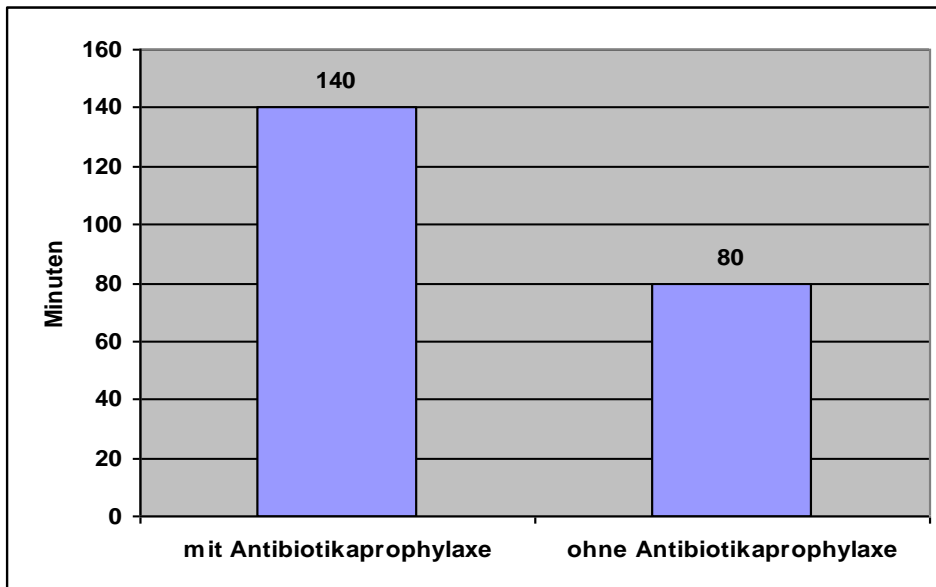


In der Gruppe der sekundär postoperativen Infektionen erhielten Patienten in 80% eine perioperative Antibiotikaprophylaxe. Patienten mit allgemein sekundären bzw.

Simultaninfektionen erhielten in 82% bzw. 83% eine perioperative Antibiotikagabe (Abb. III-29). In der Patientengruppe ohne postoperative Infektion lag die perioperative Antibiotikagabe bei 60%.

3.10.1 Antibiotikaprophylaxe und Operationsdauer

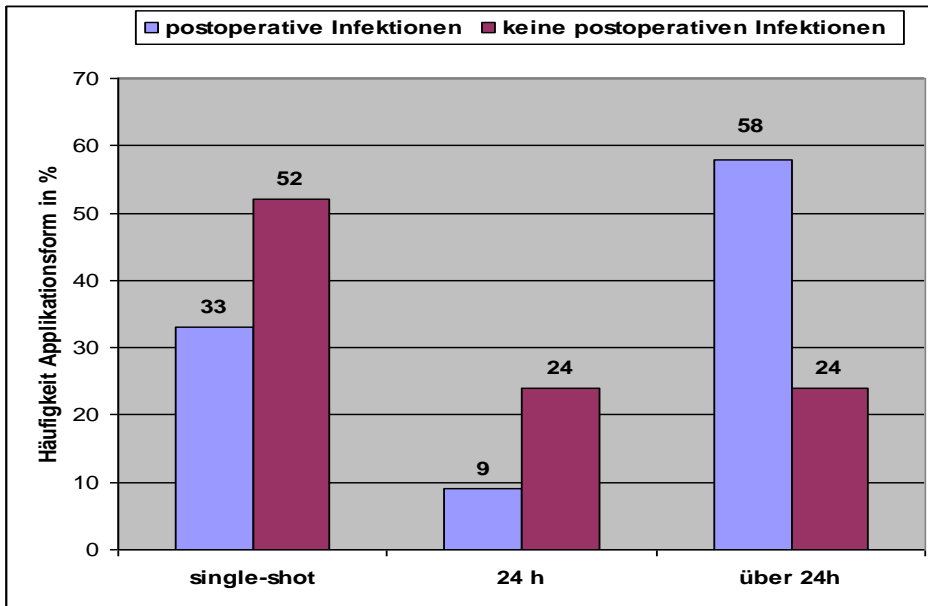
Abb. III-30: Gabe einer perioperativen Antibiotikaprophylaxe in Abhängigkeit zur Operationsdauer in Minuten



Die durchschnittliche Operationsdauer von Patienten, die perioperativ eine Antibiotikaprophylaxe erhalten haben lag mit 140 Minuten 60 Minuten über der mittleren Operationszeit der Patienten ohne perioperative Antibiotikagabe (Abb. III-30).

3.10.2 Infektionen in Abhängigkeit zur perioperativen antibiotischen Gabedauer

Abb. III-31: Dauer der Antibiotikagabe in Abhängigkeit zum Auftreten einer Infektion



Patienten mit unkompliziertem postoperativem Verlauf hatten in 52% der Fälle eine perioperative antibiotische Einmalgabe („single-shot“) erhalten, bzw. in 24% eine antibiotische Prophylaxe länger als 24 Stunden perioperativ. Operierte, bei denen es postoperativ zur Entwicklung einer Infektion kam, hatten im Falle einer vorausgegangenen perioperativen Antibiotikaphylaxe in 33% eine Einmalgabe, sowie in 58% eine über die ersten perioperativen 24 Stunden fortgeführte Antibiotika-Abschirmung erhalten (Abb. III-31).

3.11 Erregerspektrum der Infektionsarten

3.11.1 Erregerspektrum primär (ambulant) erworbener Infektionen

Tabelle III-2: Erregerspektrum primärer Infektionen

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	2	3,5 %
Actinomyces meyeri	1	1,8 %
Candida albicans	4	7,0 %
Candida species	1	1,8 %
Citrobacter species	1	1,8 %
Escherichia coli	6	10,4 %
Enterobacter aerogenes	1	1,8 %
Enterobacter cloacae	1	1,8 %
Enterococcus faecalis	7	12,2 %
Enterococcus species	1	1,8 %
ESBL	1	1,8 %
Gram-negative Stäbchen	1	1,8 %
Hefen	3	5,2 %
Koagulase-negative Staphylokokken	1	1,8 %
Liquorzellerhöhung	1	1,8 %
Mykobakterium tuberculosis	1	1,8 %
Propionibacterium acnes	1	1,8 %
Pseudomonas aeruginosa	6	10,4 %
Rhodococcus species	1	1,8 %
Staphylococcus aureus	6	10,4 %
Staphylococcus epidermidis	6	10,4 %
Streptococcus agalactiae	2	3,5 %
Streptococcus constellatus	1	1,8 %
Streptococcus mitis	1	1,8 %
gesamt	57	100 %

In 63% der primär (ambulant) erworbenen Infektionen konnten gram-positive Erreger isoliert werden sowie gram-negative Bakterien in 32%. Pilzinfektionen nahmen einen Anteil von 5% ein (Tab. III-2).

3.11.2 Erregerspektrum aller postoperativer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprofylaxe)

Tabelle III-3: Erregerspektrum aller postoperativer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprofylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	3	0,8 %
Acinetobacter species	2	0,6 %
Candida albicans	12	3,3 %
Candida glabrata	1	0,3 %
Candida norvegensis	1	0,3 %
Candida species	2	0,6 %
Citrobacter coseri	1	0,3 %
Citrobacter freundii	4	1,1 %
Citrobacter species	1	0,3 %
Corynebacterium species	7	1,9 %
Enterobacter aerogenes	3	0,8 %
Enterobacter cloacae	4	1,1 %
Enterobacter species	6	1,6 %
Enterococcus faecalis	28	7,7 %
Enterococcus species	5	1,4 %
Escherichia coli	66	18,1 %
Hafnia alvei	2	0,6 %
Gram-positive Diplokokken	2	0,6 %
Haemophilus influenzae	9	2,5 %
Hefen	22	6,1 %
Klebsiella oxytoca	7	1,9 %
Klebsiella pneumonia	6	1,6 %
Koagulase- negative Staphylokokken	7	1,9 %
Listeria monocytogenes	1	0,3 %
Moraxella catarrhalis	1	0,3 %
MRSA	7	1,9 %
Neisseria apathogenes	1	0,3 %
Propionibacterium acnes	2	0,5 %
Proteus species	25	6,9 %
Pseudomonas aeruginosa	16	4,4 %
Serratia liquefaciens	2	0,6 %
Serratia marcescens	1	0,3 %
Serratia odorifera	1	0,3 %
Staphylococcus aureus	43	11,8 %
Staphylococcus capitis	4	1,1 %
Staphylococcus epidermidis	40	11,0 %
Staphylococcus haemolyticus	2	0,6 %
Stenotrophomonas maltophilia	2	0,6 %
Streptococcus agalactiae	3	0,8 %
Streptococcus constellatus	1	0,3 %
Streptococcus mitis	4	1,1 %
Streptococcus pneumoniae	4	1,1 %
Streptococcus species	1	0,3 %
gesamt	362	100 %

Unabhängig von einer perioperativen Antibiotikaprofylaxe konnten in 44,8% aller postoperativen Infektionen gram-negative Bakterien isoliert werden. Gram-positive Erreger nahmen einen Anteil von 44,2% ein, während Pilze in 11% nachgewiesen wurden.

3.11.3 Erregerspektrum sekundär postoperativer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Tabelle III-4: Erregernachweis sekundär postoperativer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	2	0,9 %
Candida albicans	5	2,2 %
Candida glabrata	1	0,4 %
Candida norvegensis	1	0,4 %
Candida species	8	3,6 %
Citrobacter coseri	3	1,3 %
Citrobacter freundii	4	1,8 %
Corynebacterium species	2	0,9 %
Escherichia coli	56	25,0 %
Enterobacter aerogenes	1	0,4 %
Enterobacter cloacae	4	1,8 %
Enterobacter species	6	2,7 %
Enterococcus faecalis	14	6,3 %
Enterococcus species	3	1,3 %
Haemophilus influenzae	6	2,7 %
Hafnia alvei	1	0,4 %
Hefen	11	4,9 %
Klebsiella oxytoca	5	2,2 %
Klebsiella pneumoniae	4	1,8 %
Koagulase- negative Staphylokokken	1	0,4 %
MRSA	2	0,9 %
Moraxella catarrhalis	1	0,4 %
Proteus species	19	8,5 %
Proteus vulgaris	1	0,4 %
Pseudomonas aeruginosa	11	4,9 %
Serratia odorifera	4	1,8 %
Staphylococcus aureus	28	12,5 %
Staphylococcus epidermidis	13	5,8 %
Stenotrophomonas maltophilia	2	0,9 %
Streptococcus agalactiae	2	0,9 %
Streptococcus mitis	1	0,4 %
Streptococcus pneumoniae	2	0,9 %
gesamt	224	100 %

Die häufigsten Erreger postoperativ sekundärer Infektionen stellten mit 57% die gram-negativen Erreger dar, gram-positive Erreger hingegen waren für 31% der Infektionen verantwortlich. Pilze nahmen einen Anteil von 12% ein.

3.11.4 Erregerspektrum allgemein sekundärer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Tabelle III-5: Erregernachweis allgemein sekundärer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	2	0,9 %
Candida albicans	5	2,2 %
Candida glabrata	1	0,4 %
Candida norvegensis	1	0,4 %
Candida species	10	4,4 %
Citrobacter freundii	4	1,8 %
Citrobacter coseri	2	0,9 %
Corynebacterium species	2	0,9 %
Escherichia coli	54	23,6 %
Enterobacter aerogenes	1	0,4 %
Enterobacter cloacae	4	1,8 %
Enterobacter species	8	3,6 %
Enterococcus faecalis	15	6,6 %
Enterococcus species	1	0,4 %
Haemophilus influenzae	6	2,7 %
Hafnia alvei	1	0,4 %
Hefen	12	5,3 %
Klebsiella oxytoca	5	2,2 %
Klebsiella pneumoniae	4	1,8 %
Koagulase- negative Staphylokokken	1	0,4 %
Moraxella catarrhalis	1	0,4 %
MRSA	3	1,3 %
Mycobacterium tuberculosis	1	0,4 %
Neisseria species	4	1,8 %
Proteus species	15	6,6 %
Proteus vulgaris	1	0,4 %
Pseudomonas aeruginosa	12	5,3 %
Serratia liquefaciens	2	0,9 %
Serratia marcescens	1	0,4 %
Serratia odorifera	1	0,4 %
Staphylococcus aureus	29	12,7 %
Staphylococcus epidermidis	13	5,7 %
Stenotrophomonas maltophilia	2	0,9 %
Streptococcus agalactiae	2	0,9 %
Streptococcus mitis	1	0,4 %
Streptococcus pneumoniae	2	0,9 %
Toxoplasmosen	1	0,4 %
Gesamt	230	100 %

55,2% der allgemein sekundären Infektionen wurden in der vorliegenden Studie von gram-negativen Bakterien verursacht. Gram-positive Erreger konnten in 31% der Infektionen nachgewiesen werden während Pilze einen Anteil von 13% einnahmen (Tabelle III-5).

3.11.5 Erregerspektrum simultaner Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Tabelle III- 6: Erregerspektrum der Simultaninfektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	1	1,2 %
Candida albicans	3	3,4 %
Candida tropicalis	1	1,2 %
Citrobacter coseri	1	1,2 %
Corynebacterium species	1	1,2 %
Escherichia coli	7	7,9 %
Enterobacter aerogenes	1	1,2 %
Enterobacter cloacae	1	1,2 %
Enterobacter species	1	1,2 %
Enterococcus faecalis	6	6,7 %
Gram- positive Diplokokken	1	1,2 %
Haemophilus influenzae	3	3,4 %
Hafnia alvei	2	2,2 %
Hefen	10	11,2 %
Klebsiella oxytoca	2	2,2 %
Klebsiella pneumoniae	3	3,4 %
Koagulase- negative Staphylokokken	4	4,5 %
Moraxella catarrhalis	1	1,2 %
MRSA	3	3,4 %
Proteus species	3	3,4 %
Propionibacterium acnes	1	1,2 %
Pseudomonas aeruginosa	3	3,4 %
Staphylococcus aureus	14	16,0 %
Staphylococcus capitis	2	2,2 %
Staphylococcus epidermidis	10	11,2 %
Staphylococcus haemolyticus	1	1,2 %
Streptococcus constellatus	1	1,2 %
Streptococcus pneumoniae	2	2,2 %
gesamt	89	100 %

In 52% konnten gram-positive Erreger als auslösende Bakterien postoperativer Simultaninfektionen isoliert werden- unabhängig einer ggf. vorausgehenden perioperativen Antibiotikaphylaxe. Gram-negative Bakterien nahmen einen Anteil von 29% ein, gefolgt von Pilzen mit 19% (Tabelle III-6).

3.12 Erregerspektrum der Operationsgruppen und Operationskategorien

3.12.1 Erregerspektrum nach Operationsgruppen

3.12.1.1 Kraniotomien (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Tabelle III-7: Erregerspektrum postoperativer Infektionen nach Kraniotomien (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Candida albicans	9	6,4 %
Citrobacter freundii	2	1,4 %
Corynebacterium amycolatum	2	1,4 %
Corynebacterium species	1	0,7 %
Escherichia coli	19	13,7 %
Enterobacter aerogenes	1	0,7 %
Enterobacter cloacae	2	1,4 %
Enterobacter species	2	1,4 %
Enterococcus faecalis	10	7,1 %
gram-positive Diplokokken	1	0,7 %
Haemophilus influenzae	5	3,6 %
Hafnia alvei	1	0,7 %
Hefen	14	10,1 %
Klebsiella oxytoca	3	2,1 %
Klebsiella pneumoniae	3	2,1 %
Koagulase-negative Staphylokokken	2	1,4 %
MRSA	1	0,7 %
Mycobacterium tuberculosis	1	0,7 %
Propionibacterium acnes	2	1,4 %
Proteus mirabilis	1	0,7 %
Proteus species	6	4,3 %
Pseudomonas aeruginosa	7	5,0 %
Serratia liquefaciens	1	0,7 %
Serratia odorifera	1	0,7 %
Staphylococcus aureus	16	11,5 %
Staphylococcus capitis	1	0,7 %
Staphylococcus epidermidis	19	13,7 %
Streptococcus agalactiae	1	0,7 %
Streptococcus constellatus	1	0,7 %
Streptococcus mitis	2	1,4 %
Streptococcus pneumoniae	1	0,7 %
Streptococcus species	1	0,7 %
Toxoplasmose	1	0,7 %
gesamt	140	100 %

Die Verteilung zwischen gram-positiven und gram-negativen Erregern stellte sich in dieser Arbeit nach Kraniotomien nahezu ausgeglichen dar. Während gram-positive Bakterien für einen Anteil von 41,4% der postoperativen Infektionen nach Kraniotomien verantwortlich waren, nahmen gram-negative Erreger einen Anteil von 40% ein. Pilze konnten in 17,1% der Infektionen nachgewiesen werden (Tabelle III-7).

3.12.1.2 Fremdmaterialimplantationen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprohylaxe)

Tabelle III-8: Erregerspektrum postoperativer Infektionen nach Fremdmaterialimplantationen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprohylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	3	1,5 %
Candida albicans	1	0,5 %
Candida glabrata	1	0,5 %
Candida norvegensis	1	0,5 %
Candida tropicalis	1	0,5 %
Citrobacter freundii	1	0,5 %
Citrobacter koseri	1	0,5 %
Citrobacter species	2	1,0 %
Clostridium difficile	1	0,5 %
Corynebacterium species	1	0,5 %
Corynebacterium lipophilum	1	0,5 %
Escherichia coli	40	20,2 %
Enterobacter aerogenes	2	1,0 %
Enterobacter cloacae	2	1,0 %
Enterobacter species	3	1,5 %
Enterococcus faecalis	24	12,2 %
Enterococcus species	4	2,0 %
Haemophilus influenzae	3	1,5 %
Hefen	8	4,0 %
Klebsiella oxytoca	2	1,0 %
Klebsiella pneumoniae	3	1,5 %
Koagulase-negative Staphylokokken	5	2,5 %
Listeria monozytogenes	1	0,5 %
MRSA	4	2,0 %
Neisseria apathogenes	1	0,5 %
Proteus species	13	6,5 %
Proteus vulgaris	1	0,5 %
Pseudomonas aeruginosa	8	4,0 %
Serratia species	4	2,0 %
Staphylococcus aureus	18	9,0 %
Staphylococcus capitis	3	1,5 %
Staphylococcus epidermidis	30	15,1 %
Staphylococcus haemolyticus	2	1,0 %
Streptococcus agalactiae	1	0,5 %
Streptococcus mitis	1	0,5 %
Streptococcus pneumoniae	2	1,0 %
gesamt	199	100 %

Die Erregerverteilung postoperativer Infektionen nach Fremdmaterialimplantationen stellte sich wie bei der Operationsgruppe der Kraniotomien nahezu ausgeglichen zwischen gram-positiven und gram-negativen Erregern dar: Gram-positive Bakterien konnten aus 48% der Infektionen isoliert werden, während gram-negative für 46% und Pilze in 6% der Fälle verantwortlich waren (Tabelle III-8).

3.12.1.3 Transssphenoidale Eingriffe (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Tabelle III- 9: Erregerspektrum nach transssphenoidalen Eingriffen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Candida albicans	1	5,6 %
Escherichia coli	2	11,0 %
Enterococcus faecalis	1	5,6 %
Gram-positive Diplokokken	1	5,6 %
Haemophilus influenzae	1	5,6 %
Hafnia alvei	1	5,6 %
Klebsiella oxytoca	2	11,0 %
Moraxella catarrhalis	1	5,6 %
Proteus species	1	5,6 %
Staphylococcus aureus	4	22,2 %
Staphylococcus epidermidis	1	5,6 %
Streptococcus pneumoniae	2	11,0 %
gesamt	18	100 %

Bei 50% der Erreger postoperativer Infektionen nach transssphenoidalen Eingriffen handelte es sich um gram-positive Bakterien. Gram-negative Erreger wurden in 39% und Pilze in 11% als Erreger postoperativer Infektionen nach transssphenoidalen Eingriffen isoliert (Tabelle III-9).

3.12.2 Erregerspektrum nach Operationskategorien

3.12.2.1 Elektiveingriffe (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Tabelle III-10: Erregernachweis postoperativer Infektionen nach Elektiveingriffen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaphylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	1	0,8 %
Candida albicans	8	6,7 %
Citrobacter freundii	2	1,7 %
Corynebacterium amycolatum	1	0,8 %
Escherichia coli	15	13,0 %
Enterobacter aerogenes	1	0,8 %
Enterobacter cloacae	1	0,8 %
Enterobacter species	1	0,8 %
Enterococcus faecalis	9	8,0 %
gram- positive Diplokokken	2	1,7 %
Haemophilus influenzae	4	3,3 %
Hafnia alvei	1	0,8 %
Hefen	7	5,8 %
Klebsiella oxytoca	4	3,3 %
Klebsiella pneumoniae	1	0,8 %
MRSA	1	0,8 %
Moraxella catarrhalis	1	0,8 %
Mycobacterium tuberculosis	1	0,8 %
Propionibacterium acnes	2	1,7 %
Proteus species	4	3,3 %
Pseudomonas aeruginosa	7	5,8 %
Serratia liquefaciens	1	0,8 %
Staphylococcus aureus	16	13,3 %
Staphylococcus capitis	1	0,8 %
Staphylococcus epidermidis	19	16,0 %
Stenotrophomonas maltophilia	2	1,7 %
Streptococcus agalactiae	1	0,8 %
Streptococcus constellatus	1	0,8 %
Streptococcus mitis	2	1,7 %
Streptococcus pneumoniae	1	0,8 %
Streptococcus species	1	0,8 %
Toxoplasmose	1	0,8 %
gesamt	120	100 %

Gram-positive Erreger konnten in 47% postoperativer Infektionen nach Elektiveingriffen nachgewiesen werden während gram-negative Bakterien in 38,3% und Pilze in 13,3% der Fälle isoliert wurden (Tabelle III-10).

3.12.2.2 Notfalloperationen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe)

Tabelle III-11: Erregernachweis postoperativer Infektionen nach Notfalloperationen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	2	0,8 %
Acinetobacter species	1	0,4 %
Candida albicans	4	1,6 %
Candida glabrata	1	0,4 %
Candida tropicalis	1	0,4 %
Candida norvegensis	1	0,4 %
Citrobacter coseri	1	0,4 %
Citrobacter freundii	3	1,2 %
Citrobacter species	2	0,8 %
Clostridium difficile	1	0,4 %
Corynebacterium lipophilum	1	0,4 %
Corynebacterium species	2	0,8 %
Escherichia coli	50	19,8 %
Enterobacter aerogenes	3	1,2 %
Enterobacter cloacae	3	1,2 %
Enterobacter species	4	1,6 %
Enterococcus faecalis	23	9,0 %
Enterococcus species	4	1,6 %
Haemophilus influenzae	6	2,4 %
Hafnia alvei	1	0,4 %
Hefen	18	7,1 %
Klebsiella oxytoca	2	0,8 %
Klebsiella pneumoniae	6	2,4 %
Listeria monocytogenes	1	0,4 %
Koagulase-negative Staphylokokken	4	1,6 %
MRSA	7	2,8 %
Neisseria apathogenes	1	0,4 %
Proteus mirabilis	1	0,4 %
Proteus species	18	7,1 %
Pseudomonas aeruginosa	9	3,6 %
Serratia liquefaciens	4	1,6 %
Serratia marcescens	1	0,4 %
Serratia odorifera	1	0,4 %
Staphylococcus aureus	31	12,3 %
Staphylococcus capitis	4	1,6 %
Staphylococcus haemolyticus	2	0,8 %
Staphylococcus epidermidis	22	8,7 %
Streptococcus agalactiae	4	1,6 %
Streptococcus mitis	1	0,4 %
Streptococcus pneumoniae	2	0,8 %
gesamt	253	100 %

Postoperativ auftretende Infektionen nach Notfalleingriffen wurden in der vorliegenden Studie in 47% von gram-negativen Bakterien ausgelöst worunter allein Escherichia coli in 19,8% der Infektionen nachgewiesen wurde.

Gram-positive Erreger nahmen einen Anteil von 42% sowie Pilze einen Anteil von 11% ein (Tabelle III-11).

3.12.3 Erregernachweis nach Eingriffszeitpunkt

3.12.3.1 Primäreingriffe (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe)

Tabelle III-12: Erregernachweis postoperativer Infektionen nach Primäreingriffen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	2	0,7 %
Candida albicans	11	4,1 %
Candida norvegensis	1	0,4 %
Candida species	1	0,4 %
Candida tropicalis	1	0,4 %
Citrobacter freundii	5	1,8 %
Citrobacter species	2	0,7 %
Corynebacterium amycolatum	2	0,7 %
Corynebacterium species	2	0,7 %
Escherichia coli	41	15,1 %
Enterobacter aerogenes	3	1,1 %
Enterobacter cloacae	2	0,7 %
Enterobacter species	5	1,8 %
Enterococcus faecalis	23	8,5 %
Gram- positive Diplokokken	1	0,4 %
Haemophilus influenzae	10	3,7 %
Hafnia alvei	2	0,7 %
Hefen	22	8,1 %
Klebsiella oxytoca	7	2,6 %
Klebsiella pneumoniae	5	1,8 %
Koagulase-negative Staphylokokken	6	2,2 %
Listeria monocytogenes	1	0,4 %
MRSA	4	1,5 %
Moraxella catarrhalis	1	0,4 %
Mycobacterium tuberculosis	1	0,4 %
Propionibacterium acnes	2	0,7 %
Proteus species	16	6,0 %
Pseudomonas aeruginosa	10	3,7 %
Serratia liquefaciens	1	0,4 %
Serratia marcescens	1	0,4 %
Serratia odorifera	1	0,4 %
Staphylococcus aureus	31	11,4 %
Staphylococcus epidermidis	34	12,5 %
Staphylococcus haemolyticus	1	0,4 %
Stenotrophomonas maltophilia	2	0,7 %
Streptococcus agalactiae	2	0,7 %
Streptococcus constellatus	1	0,4 %
Streptococcus mitis	4	1,5 %
Streptococcus pneumoniae	2	0,7 %
Streptococcus species	1	0,4 %
Toxoplasmose	1	0,4 %
gesamt	271	100 %

Die Erregerverteilung postoperativer Infektionen nach Primäreingriffen stellte sich ausgeglichen dar: Gram-negative Erreger konnten in 42,8%, gram-positive Erreger in 42,4%, Pilze hingegen in 14% der Infektionen isoliert werden (Tabelle III-12).

3.12.3.2 Revisionseingriffe (unabhängig von perioperativer

Antibiotikaprophylaxe)

Tabelle III-13: Erregernachweis postoperativer Infektionen nach Revisionseingriffen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprophylaxe)

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	1	1 %
Acinetobacter species	1	1 %
Candida albicans	2	2 %
Candida glabrata	1	1 %
Citrobacter coseri	1	1 %
Clostridium difficile	1	1 %
Corynebacterium lipophilium	1	1 %
Escherichia coli	23	23 %
Enterobacter cloacae	2	2 %
Enterobacter species	1	1 %
Enterococcus faecalis	8	8 %
Enterococcus species	3	3 %
Gram-positive Diplokokken	1	1 %
Hefen	4	4 %
Klebsiella pneumoniae	1	1 %
Koagulase- negative Staphylokokken	1	1 %
MRSA	4	4 %
Neisseria apathogenes	1	1 %
Proteus mirabilis	1	1 %
Proteus species	8	8 %
Pseudomonas aeruginosa	5	5 %
Serratia liquefaciens	1	1 %
Staphylococcus aureus	12	12 %
Staphylococcus capitis	4	4 %
Staphylococcus epidermidis	8	8 %
Staphylococcus haemolyticus	1	1 %
Streptococcus agalactiae	1	1 %
Streptococcus pneumoniae	2	2 %
gesamt	100	100 %

Als Auslöser postoperativ auftretender Infektionen nach Revisionseingriffen konnten in 48% gram-negative sowie in 45% gram-positive Erreger isoliert werden. Pilze hingegen nahmen einen Anteil von 7% ein (Tabelle III-13).

3.12.4 Erregernachweis nach vorausgegangener perioperativer

Antibiotikaprohylaxe

3.12.4.1 Mit perioperativer Antibiotikaprohylaxe

Tabelle III- 14: Erregernachweis aller postoperativer Infektionen – nach perioperativer Antibiotikaprohylaxe

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	3	1,0 %
Acinetobacter species	2	0,7 %
Candida albicans	10	3,4 %
Candida glabrata	1	0,3 %
Candida norvegensis	1	0,3 %
Candida species	2	0,7 %
Citrobacter coseri	1	0,3 %
Citrobacter freundii	4	1,3 %
Corynebacterium species	5	1,6 %
Enterobacter aerogenes	3	1,0 %
Enterobacter cloacae	4	1,3 %
Enterobacter species	5	1,6 %
Enterococcus faecalis	23	7,7 %
Enterococcus species	5	1,6 %
Escherichia coli	55	18,3 %
Hafnia alvei	1	0,3 %
Gram-positive Diplokokken	1	0,3 %
Haemophilus influenzae	7	2,4 %
Hefen	20	6,7 %
Klebsiella oxytoca	4	1,3 %
Klebsiella pneumoniae	5	1,6 %
Koagulase- negative Staphylokokken	6	2,0 %
Listeria monocytogenes	1	0,3 %
Moraxella catarrhalis	1	0,3 %
MRSA	6	2,0 %
Propionibacterium acnes	1	0,3 %
Proteus species	21	7,1 %
Pseudomonas aeruginosa	9	3,0 %
Serratia liquefaciens	1	0,3 %
Serratia marcescens	1	0,3 %
Serratia odorifera	1	0,3 %
Staphylococcus aureus	36	12,0 %
Staphylococcus capitis	4	1,3 %
Staphylococcus epidermidis	35	11,7 %
Staphylococcus haemolyticus	2	0,7 %
Stenotrophomonas maltophilia	2	0,7 %
Streptococcus agalactiae	3	1,0 %
Streptococcus constellatus	1	0,3 %
Streptococcus mitis	4	1,3 %
Streptococcus pneumoniae	4	1,3 %
Streptococcus species	1	0,3 %
gesamt	302	100 %

Die am häufigsten isolierten Erreger postoperativ auftretender Infektionen bei Patienten mit perioperativer Antibiotikaprohylaxe waren in der vorliegenden Arbeit gram-positive Erreger mit 45%, gram-negative Erreger mit 43% und Pilze mit 12%.

Die am häufigsten isolierten Einzelerreger waren das gram-negative Bakterium *Escherichia coli* in 18,2% (Tabelle III-14).

3.12.4.2 Ohne perioperative Antibiotikaphylaxe

Tabelle III-15: Erregernachweis aller postoperativer Infektionen - ohne perioperative Antibiotikaphylaxe

Erreger	Häufigkeit	Prozent
<i>Candida albicans</i>	2	3,3 %
<i>Citrobacter species</i>	1	1,7 %
<i>Corynebacterium species</i>	2	3,3 %
<i>Enterobacter species</i>	1	1,7 %
<i>Enterococcus faecalis</i>	5	8,3 %
<i>Escherichia coli</i>	11	18,3 %
<i>Hafnia alvei</i>	1	1,7 %
Gram- positive Diplokokken	1	1,7 %
<i>Haemophilus influenzae</i>	2	3,3 %
Hefen	2	3,3 %
<i>Klebsiella oxytoca</i>	3	5,0 %
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	1,7 %
Koagulase- negative Staphylokokken	1	1,7 %
MRSA	1	1,7 %
<i>Neisseria apathogenes</i>	1	1,7 %
<i>Propionibacterium acnes</i>	1	1,7 %
<i>Proteus species</i>	4	6,7 %
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7	11,6 %
<i>Serratia liquefaciens</i>	1	1,7 %
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	11,6 %
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	5	8,3 %
gesamt	60	100 %

Infektionen nach Eingriffen ohne perioperative antibiotische Prophylaxe wurden mehrheitlich durch gram-negative Erreger bedingt (53%), gram-positive Keime hingegen wurden in 37% der Fälle isoliert (Tabelle III-15).

3.13 Erregerspektrum sekundär postoperativer Infektionen

3.13.1 Erregerspektrum postoperativer Meningitiden

Tabelle III-16: Erregernachweis postoperativer Meningitiden

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	1	1,7 %
Corynebacterium amycolatum	1	1,7 %
Escherichia coli	5	8,5 %
Enterobacter aerogenes	1	1,7 %
Enterobacter species	2	3,4 %
Enterococcus faecalis	3	5,1 %
Gram- positive Diplokokken	1	1,7 %
Hefen	1	1,7 %
Klebsiella pneumoniae	1	1,7 %
Koagulase- negative Staphylokokken	4	6,8 %
Listeria monocytogenes	1	1,7 %
MRSA	3	5,1 %
Pseudomonas aeruginosa	2	3,4 %
Propionibacterium acnes	2	3,4 %
Proteus mirabilis	1	1,7 %
Staphylococcus aureus	6	10,2 %
Staphylococcus capitis	3	5,1 %
Staphylococcus epidermidis	14	23,7 %
Staphylococcus haemolyticus	1	1,7 %
Streptococcus agalactiae	1	1,7 %
Streptococcus mitis	4	6,8 %
Streptococcus pneumoniae	1	1,7 %
gesamt	59	100 %

Positive Keimnachweise bei postoperativ auftretenden Meningitiden wiesen in 75% gram-positive Erreger nach, gram-negative Bakterien hingegen in 24% der Fälle (Tabelle III-16).

3.13.2 Erregerspektrum postoperativer Enzephalitiden

Tabelle III-17: Erregernachweis postoperativer Enzephalitiden

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Corynebacterium species	1	25 %
Proteus mirabilis	1	25 %
Staphylococcus aureus	1	25 %
Staphylococcus epidermidis	1	25 %
gesamt	4	100 %

Unter der geringen Anzahl von postoperativ auftretenden Enzephalitiden gelangen lediglich n= 4 Keimnachweise, welche in 3 Fällen gram-positive Bakterien auswiesen (Tabelle III-17).

3.13.3 Erregerspektrum postoperativer Wundinfektionen

Tabelle III-18: Erregernachweis postoperativer Wundinfektionen

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Corynebacterium species	1	4 %
Escherichia coli	1	4 %
Hefen	1	4 %
Koagulase- negative Staphylokokken	1	4 %
Propionibacterium acnes	2	8 %
Proteus species	1	4 %
Pseudomonas aeruginosa	2	8 %
Staphylococcus aureus	4	16 %
Staphylococcus capitis	1	4 %
Staphylococcus epidermidis	9	36 %
Streptococcus agalactiae	1	4 %
Streptococcus constellatus	1	4 %
gesamt	25	100 %

Wundinfektionen mit positivem Keimnachweis waren in der vorliegenden Arbeit in 80% gram-positiv bedingt, gram-negativ in 16% (Tabelle III-18).

3.14 Erregerspektrum allgemein sekundärer Infektionen

3.14.1 Erregerspektrum der Infektionen des Respirationstraktes

Tabelle III-19: Erregernachweis postoperativer Infektionen des Respirationstraktes

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Acinetobacter baumannii	2	1,3 %
Candida albicans	4	2,6 %
Candida glabrata	1	0,7 %
Citrobacter freundii	4	2,6 %
Citrobacter coseri	1	0,7 %
Corynebacterium species	1	0,7 %
Escherichia coli	29	19,0 %
Enterobacter aerogenes	1	0,7 %
Enterobacter cloacae	2	1,3 %
Enterobacter species	4	2,6 %
Enterococcus faecalis	10	6,6 %
Enterococcus species	1	0,7 %
Haemophilus influenzae	5	3,3 %
Hafnia alvei	1	0,7 %
Hefen	21	13,8 %
Klebsiella oxytoca	3	1,9 %
Klebsiella pneumoniae	3	1,9 %
Moraxella catarrhalis	1	0,7 %
MRSA	2	1,3 %
Proteus species	14	9,2 %
Pseudomonas aeruginosa	2	1,3 %
Serratia odorifera	1	0,7 %
Staphylococcus aureus	26	17,1 %
Staphylococcus epidermidis	8	5,3 %
Stenotrophomonas maltophilia	1	0,7 %
Streptococcus agalactiae	2	1,3 %
Streptococcus pneumoniae	2	1,3 %
gesamt	152	100 %

Erreger von Infektionen des Respirationstraktes waren in der vorliegenden Erhebung in 47% gram-negativ bzw. in 34,9% gram-positiv, Pilze hingegen waren in 17,7% der Pneumonien und Bronchitiden ursächlich (Tabelle III-19).

3.14.2 Erregerspektrum postoperativer Septikämien

Tabelle III-20: Erregernachweis postoperativer Septikämien

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Candida species	8	30,7 %
Enterococcus faecalis	3	11,4 %
Haemophilus influenzae	1	3,8 %
Pseudomonas aeruginosa	1	3,8 %
Staphylococcus aureus	2	7,7 %
Staphylococcus epidermidis	9	35,0 %
Stenotrophomonas maltophilia	1	3,8 %
Streptococcus mitis	1	3,8 %
gesamt	26	100 %

61,5% der postoperativen Septikämien wurden durch gram-positive Bakterien verursacht sowie in 30,7% durch Pilze. Gram-negative Erreger wurden in lediglich 7,7% der postoperativen Septikämien nachgewiesen (Tabelle III-20).

3.14.3 Erregerspektrum postoperativer Harnwegsinfektionen

Tabelle III- 21: Erregernachweis postoperativer Harnwegsinfektionen

Erreger	Häufigkeit	Prozent
Candida albicans	1	1,3 %
Candida norvegensis	1	1,3 %
Citrobacter species	2	2,7 %
Corynebacterium species	1	1,3 %
Escherichia coli	27	36,0 %
Enterococcus faecalis	11	14,7 %
Enterobacter cloacae	2	2,7 %
Enterobacter species	4	5,3 %
Hefen	1	1,3 %
Klebsiella pneumoniae	1	1,3 %
Klebsiella oxytoca	1	1,3 %
Koagulase- negative Staphylokokken	1	1,3 %
MRSA	1	1,3 %
Proteus species	5	6,7 %
Proteus vulgaris	1	1,3 %
Pseudomonas aeruginosa	8	10,7 %
Staphylococcus epidermidis	4	5,3 %
Serratia marcescens	1	1,3 %
Serratia liquefaciens	2	2,7 %
gesamt	75	100 %

69% der mikrobiologisch nachgewiesenen Bakterien postoperativer Harnwegsinfektionen waren gram-negative Erreger, worunter allein *Escherichia coli* in 36% ursächlich war. 24% der postoperativen Harnwegsinfektionen hingegen wurden von gram-positiven Bakterien verursacht (Tabelle III-21).

4. Diskussion

4.1 Primäre Infektionen des Zentralen Nervensystems

Primäre erregerebedingte ZNS-Infektionen, wie primäre Hirnabszesse, Meningitiden und Enzephalitiden, treten bei immunkompetenten Patienten selten auf (Hartmann et al. 2008). Letztgenannte sind vielmehr viraler Genese, deren häufigste Erreger Enteroviren (Coxsackie A, B und Echo-Viren), gefolgt von Mumps, Arboviren (Flavi-, Bunya- und Toga-Viren) und Herpesviren sind. Primär bakterielle ZNS- Infektionen sind eine Rarität (Diener und Putzki 2008).

Der Hirnabszess ist eine lokale Infektion des Hirngewebes, die als fokale Enzephalitis beginnt und sich im weiteren Verlauf langsam zu einer putriden Ansammlung mit bindegewebiger Kapsel entwickelt. Primäre Hirnabszesse sind relativ selten (Britt und Enzmann 1983, Kastenbauer und Pfister 2003). In den westlichen Industrieländern beträgt die Prävalenz primärer Hirnabszesse 1/10,000 und die Inzidenz 0,3-1,3/10,000 Patienten (Diener und Putzki 2008). Bedingt durch die Ausbreitung des HI-Virus sowie immunsuppressive Therapien nach z.B. Transplantationen und Chemotherapien haben sich in den letzten Jahrzehnten sowohl das Erregerspektrum geändert, als auch die Häufigkeit der Hirnabszesse erhöht (Berlit 1999).

In der vorliegenden Studie beträgt die Rate ambulant erworbener Hirnabszesse 0,8% bei weiblichen Patienten 0,7% bei Männern hingegen 0,9%. Literaturangaben bezüglich der Geschlechterverteilung sind kontrovers, häufig wird ein bevorzugtes Auftreten bei Männern beschrieben (Bağdatoğlu et al. 1992, Duel et al. 1991), in einer Studie des Universitätsklinikums Ulm wurden keine geschlechterspezifischen Unterschiede registriert (Braun und Richter 1995).

Die häufigsten isolierten Erreger primärer Hirnabszesse stellen gram-positive Bakterien wie Staphylokokken und Streptokokken dar (Esen und Kielian 2009). Bei immungeschwächten Patienten kommen zusätzlich Pilze als Auslöser in Betracht (Aspergillen, *Candida species*, *Cryptococcus neoformans*; (Diener und Putzki 2008)). In seltenen Fällen können bei entsprechender Reiseanamnese durch Protozoen und Würmer (u.a. *Entamoeba histolytica*, *Trypanosoma cruzi*, *Schistosoma species*) die klinischen Symptome eines Hirnabszesses und die entsprechenden radiologischen Morphologien nachgeahmt werden (Diener und Putzki 2008). Auch in der vorliegenden Arbeit waren Staphylokokken, insbesondere *Staphylococcus aureus* und *epidermidis*, in 31% der Fälle Verursacher primärer Hirnabszesse. Darüber hinaus konnten jedoch auch gram-negative Bakterien wie *Acinetobacter species* (*Acinetobacter meyeri* et *baumanii*) in gleicher Häufigkeit nachgewiesen werden, Streptokokken hingegen nur in 15,3%.

Die Inzidenz ambulant erworbener Meningitiden liegt in Europa bei 3-10/100,000 Einwohnern pro Jahr (Schmutzhard 2000). Die primäre, ambulant erworbene Meningitis wird als Infektion der Leptomeningen von Blut-Hirnschranke überwindenden Erregern verursacht. In Europa sind nach Einführung einer flächendeckenden Impfung gegen *Haemophilus influenzae* das gram-positive Bakterium *Streptococcus pneumoniae*, dicht gefolgt vom gram-negativen Bakterium *Neisseria meningitidis* die häufigsten Erreger ambulant erworbener Meningitiden (Hussein und Shafran 2000, van de Beek et al. 2004, Zender et al. 2009, Dzipova et al. 2009, Erdem et al. 2010). In Nordamerika werden dagegen ca. 60% aller Meningitiden durch *Haemophilus influenzae* bedingt. Parasiten sind in der Dritten Welt neben Geschlechtskrankheiten wie Lues und HIV häufige Auslöser einer symptomatischen Meningitis. Viral bedingte Meningitiden werden weltweit vorwiegend durch Enteroviren ausgelöst. Häufige virale Erreger von Enzephalitiden

sind Arbo-, Herpes- und Adenoviren (Diener und Putzki 2008). In der vorliegenden Arbeit stellten 0,6% der Aufnahmediagnosen ambulant erworbene Meningitiden dar. Lediglich bei 2 Patienten gelang ein Erregernachweis (Staphylococcus haemolyticus mit simultan Acinetobacter baumannii, sowie Mycobacterium tuberculosis). Die Infektionsrate weiblicher Patienten für ambulant erworbene Meningitiden liegt in der vorliegenden Studie um 0,7% oberhalb der Rate männlicher Patienten und entspricht der verfügbaren Literatur (Schmutzhard 2000).

4.2 Postoperative Infektionen nach aseptischen Eingriffen

Von den primären ZNS-Infektionen müssen sekundäre neurochirurgische Infektionen differenziert werden, welche entweder in direktem oder indirektem Zusammenhang zum stattgehabten operativen Eingriff stehen. Verfahrensassozierte Infektionen manifestieren sich unmittelbar im Operationsgebiet in Form von Wundinfektionen, Meningoenzephalitiden und/oder Hirnabszedierungen. In der Literatur existieren zahlreiche Angaben zu sekundär postoperativen Infektionen, deren Raten zwischen 0 und 20% liegen (Cushing und Eisenhardt 1938, Balch 1967, Quadery et al. 1977, Malis 1979, Raggueneau et al. 1983, Blomstedt 1985, Young und Lawner 1987, Delank 1988, Korinek 1997, Korinek et al. 2006, Valentini et al. 2008, Lietard et al. 2008, McClelland und Hall 2007). Die Zusammenschau publizierter Studien zwischen 1938 und heute ergibt eine Rate für sekundär postoperative Infektionen von durchschnittlich 5,1% (Tabelle IV-1).

Tabelle IV-1: Raten sekundär postoperativer Infektionen nach neurochirurgischen Eingriffe im Literaturvergleich

Autor	Jahr	Fallzahl	Infektionsrate
Cushing und Eisenhardt	1938	522	20,0 %
Balch	1967	1767	3,1 %
Quadery et al.	1977	357	4,7 %
Malis	1979	1732	0,0 %
Raggueneau et al.	1983	1000	5,1 %
Blomstedt	1985	1143	7,0 %
Tenney et al.	1985	936	2,6 %
Young und Lawner	1987	412	3,6 %
Delank	1988	998	3,2 %
Korinek	1997	2944	4,0 %
Erman	2005	503	6,2 %
Korinek et al.	2006	6243	6,1 %
Valentini et al.	2008	1747	0,7 %
Lietard et al.	2008	844	4,1 %
McClelland und Hall	2007	1587	0,8 %
Sharma et al.	2009	31927	5,4 %
durchschnittliche Infektionsrate Literatur:			5,1 %
vorliegende Arbeit			6,0 %

Im gegenwärtig untersuchten Patientenkollektiv entwickelten 6% der operierten Patienten nach ihrem Ersteingriff eine sekundär postoperative Infektion. Hierzu zählen Wundinfektionen (n=20), Meningitiden (n= 58) und Enzephalitiden (n=7). Die

Infektionsrate der vorliegenden Arbeit entspricht mit 6% den Ergebnissen der Studien von Korinek et al. und Erman (Korinek et al. 2006, Erman et al. 2005).

Bei der Sondierung der verfügbaren Literatur imponiert eine spärliche Datenlage für allgemein sekundäre, nosokomial erworbene Infektionen in neurochirurgischen Einrichtungen. Unseres Wissens ist dies die erste in Deutschland veröffentlichte Arbeit, die auch allgemein sekundäre Infektionen nach neurochirurgischen Eingriffen erfasst, ohne sich auf Patienten intensivstationärer Einrichtungen zu beschränken. Verfügbare Arbeiten über postoperativ erworbene Infektionen ohne Kausalität zum neurochirurgischen Eingriff beziehen sich vornehmlich auf ein intensivmedizinisch behandeltes Kollektiv (Laborde et al. 1993, Mahapatra 1989, O`Shea 2004, Patir et al. 1992).

Die Rate allgemein sekundärer Infektionen liegt in der vorliegenden Arbeit bei 15,2% (n=216/1422). Diese n= 216 Infektionen betrafen den Respirationstrakt (n=124), Harnwege (n=58), Septikämien (n=21) und sonstige Infektionen (z.B. Gastroenteritis, Peritonitis, Sinusitis, Toxoplasmoseinfektion, Tuberkuloseinfektion; Summe n= 13).

Die Infektionsrate allgemein sekundärer Infektionen wird im Literaturvergleich zwischen 3,0% und 36,3% angegeben (Tabelle IV-2), wobei eine direkte Vergleichbarkeit unter den Studien nicht gegeben ist: Laborde beschreibt unter den aufgeführten Autoren mit 36,3% die höchste Rate für allgemein sekundäre Infektionen (Laborde et al. 1993). Einerseits wurden in seine Studie nur Patienten mit intensivstationärem Aufenthalt von über 48 Stunden eingeschlossen und andererseits wurde jede auftretende Infektion einzeln gezählt, wenn bei Patienten Mehrfachinfektionen auftraten. Dies könnte die hohe Infektionsrate im Vergleich zu den anderen aufgeführten Studien erklären.

O`Shea beschrieb mit 22% die zweithöchste Rate allgemein sekundärer Infektionen, wobei das Patientenkollektiv ebenfalls zu 100% intensivmedizinisch behandelt wurde (O`Shea 2004). Kourbeti und Herwaldt hingegen wiesen mit 3,7% bzw. 3,0% geringere Infektionsraten nach. (Kourbeti et al. 2007, Herwaldt et al. 2006). Allerdings werden keine Angaben zur Häufigkeit einer intensivmedizinischen Behandlung in ihren Studien gegeben, was die Vergleichbarkeit der Patientenkollektive und Therapieverläufe erschwert.

22% der 1422 untersuchten Patienten der vorliegenden Arbeit benötigten eine intensivstationäre Behandlung, wobei Mehrfachinfektionen bei einem Individuum separat berücksichtigt wurden. Dies könnte die relativ hohe Infektionsrate von 15,2% erklären, wobei auch allgemein sekundäre Infektionen nach Revisionseingriffen erfasst wurden. Analog kann auch die vergleichbar hohe Infektionsrate von 16,2% von Sharma et al. interpretiert werden, welche ein Patientenkollektiv nach 31927 neurochirurgischen Eingriffen untersuchten, ohne ausschließlich Intensivpatienten einzuschließen (Sharma et al 2009). Sämtliche postoperativen Infektionen wurden ohne Einschränkung erfasst, ebenso Infektionen nach Revisions- oder Mehrfacheingriffen, was methodisch am ehesten den Vergleich zur vorliegenden Arbeit erlaubt.

Tabelle IV-2: Infektionsraten postoperativer allgemein sekundärer Infektionen im Literaturvergleich

Autor	Jahr	Respirationstrakt	ableitende Harnwege	Septikämien	Fallzahl	Gesamtinfektionsrate
Laborde et al.	1993	14,0 %	12,0 %	3,2 %	314	36,3 %
O`Shea	2004	12,4 %	9,6 %	k. A.	73	22,0 %
Kourbeti et al.	2007	1,8 %	4,3 %	2,2 %	453	3,7 %
Herwaldt et al.	2006	1,1 %	1,4 %	0,5 %	3864	3,0 %
Sharma et al.	2009	4,4 %	3,0 %	3,5 %	31927	16,2 %
durchschnittliche Infektionsrate Literatur		6,5 %	6,0 %	2,4 %		16,2 %
vorliegende Studie		8,7 %	4,0 %	1,5 %	1422	15,2 %

4.3 Risikofaktoren sekundär postoperativer und allgemein sekundärer

Infektionen

Nachfolgend soll der Versuch unternommen werden, aus der Analyse des eigenen Patientenkollektivs infektionsbegünstigende bzw. risikoassoziierte Faktoren zu identifizieren und diese im Kontext der verfügbaren Literatur zu diskutieren.

4.3.1 Operationsgruppen

4.3.1.1 Sekundär postoperative Infektionen nach Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantation

In der vorliegenden Arbeit liegt die Rate sekundär postoperativer Infektionen nach Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantationen bei 5,4%.

Als erste Studie zu dieser Thematik berichtete Wright von einer Inzidenz sekundär postoperativer Infektionen (Meningitiden und Wundinfektionen) von 5,6% nach 2146 durchgeführten Trepanationen (Tabelle IV-3, Wright 1966). Eine französische Multicenterstudie beschreibt eine Infektionsrate von 4% für sekundär postoperative Infektionen nach 2944 Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantationen (Korinek 1997). Die Autorin schloss im Falle mehrerer sekundär postoperativ auftretender Infektionen nur die schwerwiegendste ein. Dies könnte gegenüber der vorliegenden Arbeit die niedrigere Infektionsrate von 4% erklären.

Erman et al. hingegen beschrieben eine Rate von 7,6% nach gleicher Vorbehandlung. Außer manifesten Infektionen zum Aufnahmezeitpunkt gab es darüber hinaus keine Ausschlusskriterien (Erman et al. 2005, Tab. IV-3).

Tabelle IV-3: Sekundär postoperative Infektionsraten nach Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantationen

Autor	Jahr	Operationsdauer in Minuten	Anzahl der Eingriffe	Infektionsrate	mit antibiotischer Prophylaxe
Wright	1966	k.A.	2146	5,6 %	k.A.
Korinek	1997	161+/- 106	2944	4,0 %	66,5 %
Erman et al.	2005	k.A.	197	7,6 %	100 %
durchschnittliche Infektionsrate Literatur				5,7 %	
vorliegende Studie		171	800	5,4 %	74,0 %

Zur Inzidenz von Meningitiden nach Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantationen ist unseres Wissens lediglich eine Arbeit verfügbar, die eine Meningitisrate von 1,5% beschreibt (Korinek et al. 2006). Hingegen ist die Rate postoperativer Meningitiden nach Fremdmaterialimplantationen in der vorliegenden Studie um 0,8% höher, was durch den Ausschluss von Meningitiden nach Ventrikulostomien in o.g. Studie erklärt werden kann.

4.3.1.2 Sekundär postoperative Infektionen nach Kraniotomien mit Fremdmaterialimplantationen

Fremdmaterialien wie Shunts stellen sowohl im zentralen Nervensystem als auch in anderen Gewebearten für Erreger eine optimale Oberfläche zur Besiedlung und Vermehrung dar. Aufgrund des schlechten Zuganges der körpereigenen Immunabwehr an diese Oberflächen stellen operative Eingriffe mit Fremdmaterialimplantationen einen Risikofaktor für postoperative Infektionen dar (Mampalam 1991). Erman et al. beschrieben für Patienten nach kraniellen Shuntimplantationen ein 670-faches, für Operierte mit intrakranieller Hirndruckmessung ein 478-faches, sowie für Patienten mit weiteren intrakraniell verbleibenden Fremdmaterialien ein 141-fach erhöhtes Risiko für die Entwicklung

postoperativer Infektionen im Vergleich zu Patienten nach Eingriffen ohne verbleibende Fremdmaterialien (Erman et al. 2005). Kourbeti et al. beschreiben einen 3,3-fachen Anstieg postoperativ sekundärer Infektionen durch postoperativ verbleibende intrakranielle Drainagen gegenüber Patienten ohne Fremdmaterialien (Kourbeti et al 2007). Abolnik et al. berichten nach Shuntimplantationen von Infektionen in 25% (Abolnik et al.1996).

Die Literaturschau weist nach intrazerebralen Fremdmaterialimplantationen eine Infektionsrate zwischen 10,8 und 23,2% auf (Erman et al. 2005, Hoefnagel et al. 2008). Eine 2008 erschienene Metaanalyse über Infektionen nach Ventrikulostomien beschreibt eine postoperative Gesamtinfektionsrate von 8,8% (Lozier et al. 2008).

In der vorliegenden Arbeit trat hingegen bei 7,8% der Patienten nach Fremdmaterialimplantationen eine Infektion auf. Hoefnagel et al. beschreiben in ihrer Arbeit eine relativ hohe Infektionsrate von 23,2%, wobei der Einsatz einer perioperativen, nicht-standardisierten antibiotischen Prophylaxe bei 35% lag. In der vorliegenden Arbeit hingegen erfolgte eine perioperativen Prophylaxe in 53%, wobei Cefazolin einen Anteil von >90% ausmachte. Erman et al. beschreiben eine Infektionsrate von 10,8% nach Eingriffen mit Fremdmaterialimplantationen, wobei mit Cephalosporinen alle Patienten perioperativ eine standardisierte Antibiotikaphylaxe erhielten.

Der hohen Rate an sekundär postoperativen Infektionen von 7,8% nach Kraniotomien mit Fremdmaterialimplantationen stehen geringere Raten von 5,4% nach kraniellen Eingriffen ohne verbleibende Fremdmaterialien sowie von 4% nach transssphenoidalen Eingriffen gegenüber. So stellen Kraniotomien mit Fremdmaterialimplantationen in der vorliegenden Arbeit einen signifikanten Risikofaktor für sekundär postoperative Infektionen dar ($p < 0,0001$; Fisher`s exact

test), was im Einklang mit den Erkenntnissen von Erman et al. steht (Erman et al. 2005). Auch Kim et al. bestätigen ein signifikant höheres Infektionsrisiko nach intrakraniellen Operationen mit Fremdmaterialeinsatz als nach spinalen bzw. transssphenoidalen Eingriffen (Kim und Pons 1994).

4.3.1.3 Sekundär postoperative Infektionen nach transssphenoidalen

Operationen

Der operative, transnasale Zugangsweg stellt eine potentielle Infektionsquelle für den sterilen intrakraniellen Raum dar, da die Schleimhäute der Nase und der Keilbeinhöhle von residenter Keimflora besiedelt sind und nur bedingt desinfiziert werden können.

In der Literatur werden sekundär postoperative Infektionsraten nach transssphenoidalen Eingriffen zwischen 0,5 und 14% beschrieben (Tab. IV-5: Cappabianca et al. 2002, Ciric et al. 1997, Dumont et al. 2005, Dusick et al. 2005, Fahlbusch und Buchfelder 1996, Gaillard und Gilsbach 1991, Kaptain et al. 2001, van Aken et al. 2004, McClelland und Hall 2007).

In der vorliegenden Arbeit entwickelten 4,0% der transssphenoidal operierten Patienten eine sekundär postoperative Infektion, während im Literaturvergleich 2-14% beschrieben werden (Tabelle IV-4).

Tabelle IV-4: Infektionsrate sekundär postoperativer Infektionen nach transssphenoidalen Eingriffen im Literaturvergleich

Autor	Jahr	Anzahl der Eingriffe	Infektionsrate	mit antibiotischer Prophylaxe
Cappabianca et al.	2002	100	2,0 %	k.A.
Brown SM et al.	2007	90	0,0 %	100 %
Kaptain et al.	2001	14	14,0 %	k.A.
Senior et al.	2008	193	5,7 %	k.A.
durchschnittliche Infektionsrate Literatur			8,0 %	
vorliegenden Studie		175	4,0 %	41,0 %

4.3.1.4 Allgemein sekundäre Infektionen in den drei Operationsgruppen

Patienten mit Fremdkörperimplantaten (z.B. Drucksonden, externen Ventrikeldrainagen im Rahmen von Polytraumatisierungen) sind aufgrund eines langen intensivstationären Aufenthaltes für Begleitinfektionen prädisponiert: 27% aller Patienten nach Kraniotomien mit Fremdmaterialimplantationen bedurften einer intensivmedizinischen Therapie, entsprechend 3% häufiger als bei Patienten nach Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantationen und 24% häufiger als bei Patienten nach transssphenoidalen Operationen.

Die Infektionsrate allgemein sekundärer Begleitinfektionen nach kraniellen Fremdmaterialimplantationen beträgt in dieser Studie 25,7% und liegt um 13,9% oberhalb von Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantationen sowie um 21,7% oberhalb transssphenoidaler Eingriffe.

Kraniotomien mit Fremdmaterialimplantationen stellen in der vorliegenden Studie nicht nur einen signifikanten Risikofaktor für sekundär postoperative, sondern auch für allgemein sekundäre Infektionen dar ($p < 0,0001$)

4.3.2 Operationskategorien

4.3.2.1 Revisions- und Mehrfacheingriffe

In einer französischen Multicenterstudie mit 2944 Kraniotomien und einer Infektionsrate von 4% werden Revisions- und Mehrfacheingriffe als signifikante Risikofaktoren für postoperative Infektionen beschrieben (Korinek 1997). Dieser Risikofaktor ist allerdings präoperativ nicht beeinflussbar. Als Lösungsansatz beschreiben die Autoren lediglich eine genaue intraoperative Blutstillung, um Revisionen zu vermeiden. Weitere Autoren bestätigen ein erhöhtes Infektionsrisiko im Rahmen von Re-Operationen (Lietard et al. 2008, Patir et al. 1992, Reichert et al. 2002).

Kourbeti et al. hingegen konnten nach 453 neurochirurgischen Eingriffen Revisionseingriffe nicht als signifikanten Risikofaktor postoperativer Infektionen benennen (Kourbeti et al. 2007), was bereits fast 30 Jahre zuvor Quadery et al. postuliert hatten (Quadery et al. 1977).

Die vorliegende Arbeit konnte für Revisionseingriffe ebenfalls kein signifikant erhöhtes Risiko hinsichtlich postoperativer allgemein sekundärer oder sekundär postoperativer Infektionen bestätigen. Revisionseingriffe wiesen vielmehr eine Infektionsrate analog der primärer Eingriffe auf. Ferner traten allgemein sekundäre Infektionen nach Revisionen nicht häufiger als nach primären Operationen auf.

4.3.2.2 Notfalleingriffe

Notfalleingriffe stellen in der vorliegenden Arbeit einen Risikofaktor für sekundär postoperative sowie allgemein sekundäre Infektionen dar. Die Rate an sekundär postoperativen Infektionen liegt nach Notfalleingriffen um 1% über der Infektionsrate nach Elektiveingriffen (nicht signifikant). Für allgemein sekundäre Infektionen liegt die

Rate nach Notfalleingriffen um 13,6% oberhalb der geplanter Eingriffe ($p < 0,0001$; Chi-Square Test). Kourbeti beschreibt einen Anstieg sekundär postoperativer Infektionen um das 1,39-fache nach Notfalleingriffen gegenüber elektiven Tumoreingriffen (Kourbeti et al 2007). Die Ergebnisse einer Multicenterstudie bestätigen, dass Notfalleingriffe signifikante Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Infektionen darstellen (Korinek 1997). Auch weitere Autoren bestätigen diese Einschätzung (Raggueneau et al. 1983, Patir et al. 1992, Mahapatra 1989).

Literaturangaben zu Notfalleingriffen als Risikofaktoren allgemein sekundärer Infektionen nach neurochirurgischen Eingriffen sind nicht verfügbar und können daher mit der vorliegenden Studie nicht verglichen werden.

4.3.3 Patientencharakteristika als Risikofaktoren

4.3.3.1 Alter

Das mittlere Alter der Patienten dieser Arbeit mit postoperativer Infektion liegt bei 54 Jahren, während Patienten mit unkompliziertem postoperativem Verlauf durchschnittlich 2 Jahre jünger waren. Patienten mit postoperativen Simultaninfektionen waren im Mittel 4 Jahre älter als Patienten ohne Infektion ($p > 0,05$). Der nicht signifikante Einfluss des Alters auf die Entwicklung einer postoperativen Infektion steht im Einklang mit verfügbarer Literatur (Raggueneau et al. 1983, Hoefnagel et al. 2008).

Andere Autoren hingegen beschreiben einen statistischen Zusammenhang zwischen höherem Patientenalter und der Auftretenswahrscheinlichkeit postoperativer Infektionen (Borgbjerg et al. 1995). Ergebnisse einer weiteren Studie zeigen sogar einen signifikanten Risikoanstieg für die Entwicklung sekundär postoperativer

Infektionen bei jüngeren gegenüber älteren Patienten (Erman et al. 2005). Valentini et al. schlussfolgerten, dass Patienten der mittleren Altersgruppe ein signifikant höheres Infektionsrisiko als jüngere und ältere Patienten aufweisen (Valentini et al. 2008).

An den divergierenden Literaturaussagen hinsichtlich des Risikofaktors „Patientenalter“ verdeutlicht sich der eingangs erwähnte Dissens über Risikofaktoren postoperativ auftretender Infektionen.

4.3.3.2 Geschlecht

In der vorliegenden Arbeit entwickelten weibliche Patienten eine um 1,4% höhere Infektionsrate für sekundär postoperative Infektionen als Männer. Die Rate allgemein sekundärer Infektionen liegt dagegen bei männlichen Patienten um 1,3% höher als bei Frauen ($p > 0,05$).

Im Literaturkontext findet sich keine Studie, die das weibliche Geschlecht als signifikanten Risikofaktor für sekundär postoperative Infektionen beschreibt. Korinek et al. fanden das männliche Geschlecht signifikant gefährdeter, eine ebensolche Infektion zu entwickeln (Korinek et al. 2006).

Nach 1422 neurochirurgischen Eingriffen konnte kein signifikanter Unterschied der Geschlechter hinsichtlich postoperativer Infektionen nachgewiesen werden (McClelland und Hall 2007), was in den Aussagen von Lietard et al. und Hoefnagel et al. bestätigt wurde (Lietard et al. 2008, Hoefnagel et al. 2008) und sich auch im Resultat der vorliegenden Arbeit widerspiegelt.

4.3.4 Vorbestehende Infektionen

5,7% der Patienten dieser Arbeit wurden bereits mit einer vorbestehenden ambulant erworbenen Infektion stationär behandelt. Keiner dieser Patienten entwickelte postoperativ eine additive sekundär postoperative oder allgemein sekundäre Begleitinfektion. Somit stellen in der vorliegenden Studie bereits bestehende Infektionen zum Zeitpunkt der Krankenhausaufnahme keine Risikofaktoren für weitere postoperative Infektionen dar.

Auch Lietard et al. fanden präoperativ vorbestehende Infektionen als nicht signifikanten Risikofaktor (Lietard et al. 2008). Mahapatra und Patir et al. hingegen vertraten vor ca. zwei Jahrzehnten eine konträre Auffassung, da sie in präexistenten Infektionen zum Operationszeitpunkt potentielle Risikofaktoren für weitere postoperative Infektionen sahen (Mahapatra 1989, Patir et al. 1992). Mollman berichtet sogar von einem Risikoanstieg für die Entwicklung einer sekundär postoperativen Infektion auf 6:1 bei vorbestehender Begleitinfektion außerhalb des ZNS (Mollman und Haines 1986). Allerdings ist im seither vergangenen Zeitraum von einer Weiterentwicklung der operativen Verfahren und der perioperativen Infektionsprophylaxe auszugehen, was diese Diskrepanz erklären könnte.

4.3.5 Perioperative Parameter als Risikofaktoren

4.3.5.1 Operationsdauer

In der Literatur wird eine verlängerte Operationsdauer als signifikanter Risikofaktor sekundär postoperativ auftretender Infektionen beschrieben (Raggueneau et al. 1983, Patir et al. 1992, Cronquist et al. 2001, Gaynes et al. 2001, Korinek et al. 2005, Korinek et al. 2006, Valentini et al. 2008).

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen eine um 27,8 Minuten signifikant längere Operationsdauer bei Patienten, die eine sekundär postoperative Infektion entwickelten, gegenüber Patienten mit komplikationslosem postoperativem Verlauf ($p= 0,0042$). Im Literaturkontext finden sich jedoch auch Studien, die keine signifikante Korrelation zwischen dem Auftreten sekundär postoperativer Infektionen und der Länge der vorausgegangenen Operationsdauer zeigen (Carrau et al. 1991, Lietard et al. 2008).

Hingegen wurde gegenwärtig kein signifikanter Einfluss der Operationsdauer auf die Ausbildung einer allgemein sekundären oder simultanen Infektion nachgewiesen. Dies untermauert erneut die These, dass sekundär postoperative Infektionen durch Faktoren der vorausgegangenen Operation beeinflusst werden, während allgemein sekundäre Infektionen durch Modalitäten des stationären Aufenthaltes (z.B. intensivstationäre Therapie) begünstigt werden.

4.3.5.2 Erfahrungheit des Operateurs

Korreliert die Auftretenswahrscheinlichkeit postoperativer Infektionen mit dem Ausbildungsstand und der damit assoziierten operativen Erfahrungheit der Operateure? Einer dänischen Studie zufolge besteht bei Eingriffen mit Shuntimplantationen ein Zusammenhang zwischen Erfahrungheit des Operateurs und Inzidenz postoperativer Infektionen. Assistenzärzte in der Weiterbildung hatten eine signifikant höhere Infektionsrate gegenüber erfahrenen Fachärzten (Borgbjerg et al. 1995).

Betrachtet man die Infektionsraten der vorliegenden Arbeit vor dem Hintergrund der Berufserfahrung der Operateure, so fallen große Schwankungen im Auftreten

postoperativer Infektion bei erfahrenen Operateuren auf (3,1-11,8%). Allerdings ist hierbei der Komplexitätsgrad der zugrunde liegenden Eingriffe nicht abgebildet.

Die Ergebnisse zeigen weiter, dass die Infektionsrate positiv mit der Anzahl durchgeführter Operationen pro Jahr korreliert: erfahrene Operateure mit über 300 Operationen pro Jahr (Fach- und Oberärzte) weisen mit 7,8% die höchste Infektionsrate auf. Bei Assistenzärzten mit Operationszahlen von unter 100 pro Jahr zeigen die Ergebnisse, dass die unerfahrensten Operateure die geringste Infektionsrate mit 3,1% aufweisen (vgl. Borgbjerg et al. 1995). Eine nachvollziehbare Erklärung dieser Ergebnisse liegt im Ausmaß der Komplexität der durchgeführten Eingriffe. Anspruchsvollere Operationen (z.B. fortgeschrittene Tumorleiden, Polytraumata) bedürfen längerer Operationszeiten und umfassen ein morbideres Patientenkollektiv, daher auch ein höheres Risiko für eine postoperative Komplikation. Diese aufwändigeren Operationen sind erfahreneren Operateuren einer Klinik vorbehalten: die mittlere Operationsdauer erfahrener Operateure liegt in dieser Arbeit bei 153,6 Minuten im Vergleich zu 67,6 Minuten Operationszeit im Mittel bei unerfahreneren Assistenzärzten, was diesen Erklärungsansatz unterstreicht.

4.3.5.3 Stationäre Liegedauer

Postoperative Infektionen chirurgischer Patienten (darunter n= 732 neurochirurgische Eingriffe) führten zu einer Verlängerung des stationären Aufenthaltes von durchschnittlich 3-5 Tagen (Herwaldt et al. 2006). Dabei differenzierten die Autoren zwischen sekundär postoperativen und allgemein sekundären Infektionen. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit entsprechen den Ergebnissen von Herwaldt et al.: Patienten mit sekundär postoperativer Infektion wiesen eine um 2 Tage, Patienten mit allgemein sekundärer Infektion eine um 3 Tage, sowie Patienten mit

postoperativen Simultaninfektionen eine um 26 Tage längere stationäre Verweildauer auf als Mitpatienten mit unauffälligem Verlauf.

Scheithauer et al. beschrieben eine signifikante Verlängerung des stationären Aufenthaltes um 16,7 Tage für Patienten mit sekundär postoperativer Infektion gegenüber Operierten mit komplikationslosem Verlauf (Scheithauer et al. 2009).

Eine weitere Studie berichtet über eine mittlere stationäre Liegedauer von 11 Tagen bei Patienten mit postoperativer Infektion gegenüber 6 Tagen bei Patienten mit komplikationslosem postoperativem Verlauf (Kirkland et al. 1999).

4.3.5.4 Intensivstationärer Aufenthalt

Ein postoperativer intensivstationärer Aufenthalt begünstigt neben Infektionen, die kausal auf den operativen Eingriff zurückzuführen sind (z.B. Meningitiden, Wundinfektionen) ferner nosokomiale Infektionen wie Harnwegsinfekte und Beatmungspneumonien. Bei intensivmedizinisch behandelten Patienten, die einer langen Immobilität, transurethralen Dauerkathetereinlagen, zahlreichen Beatmungstunden und Exposition gegenüber multiresistenten Keimen ausgesetzt sind, liegt das Risiko einer Krankenhausinfektion 2-4 mal höher als auf Normalstation (Laborde et al. 1993). Die Ergebnisse unserer Studie bestätigen diese Aussage: Patienten mit postoperativ allgemein sekundärer Infektion wurden durchschnittlich 62% häufiger, mit Simultaninfektionen durchschnittlich 74% häufiger, sowie mit sekundär postoperativen Infektionen 29% häufiger intensivmedizinisch behandelt als Patienten mit unkompliziertem postoperativem Verlauf. Eine statistische Korrelation zwischen intensivstationärem Aufenthalt und postoperativ auftretender Infektion lag vor ($p < 0,0001$). Weiter untermauern die Zahlen die Annahme, dass allgemein sekundäre Infektionen durch perioperative Faktoren wie intensivstationäre

Behandlungen begünstigt werden. Das Auftreten sekundär postoperativer Infektionen wie Wundinfektionen und Meningoenzephalitiden scheint hingegen eher von der Art der vorausgehenden Operation abhängig zu sein.

Eine besondere Korrelation zwischen intensivstationärem Aufenthalt und dem Auftreten allgemein sekundärer Infektionen liegt nach Kraniotomien mit Fremdmaterialimplantationen vor: Patienten dieser Gruppe weisen mit 25,7% die höchste Rate an allgemein sekundären Infektionen auf (vgl. Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantationen: 11,8%; transssphenoidale Eingriffe: 4%). 27% der operierten Patienten wurden nach einer Fremdmaterialimplantation intensivmedizinisch behandelt - 3% häufiger als Patienten nach Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantationen und 24% häufiger als Operierte nach transssphenoidalen Eingriffen.

Die Literatur bestätigt intensivstationäre Behandlungen als Risikofaktoren sekundär postoperativer und allgemein sekundärer Begleitinfektionen (Sharma et al. 2009, O`Shea 2004).

4.4. Risikofaktoren einzelner postoperativer Infektionen

4.4.1 Meningitiden und Enzephalitiden

Postoperativ auftretende Meningoenzephalitiden nach neurochirurgischen Eingriffen stellen seltene, dafür jedoch umso schwerwiegendere Komplikationen dar. Sie nehmen einen Anteil von 0,4% aller in Krankenhäusern erworbener Infektionen ein (Morris und Low 1999, Korinek et al 2006). Ihre Inzidenz wird in der Literatur zwischen 1,7- und 5,5% angegeben (Korinek et al. 2006, Narotam et al. 1994, Tenney et al. 1985, Kourbeti et al. 2007, Korinek 1997). Die Infektionsrate der

vorliegenden Arbeit für postoperativ auftretende Meningitiden nach 1422 Eingriffen liegt bei 4%, die Rate für postoperative Enzephalitiden bei 0,5%.

Das „National Nosocomial Infection Surveillance System“ berichtet aus den USA von einer Infektionsrate postoperativer ZNS-Infektionen nach neurochirurgischen Eingriffen zwischen 0,9% und 2,3% über den Zeitraum von 1992 bis 2003 (NNIS System Report 2003, Miller et al. 2005).

Trotz ihrer geringen Inzidenz stellen postoperative Meningitiden und Enzephalitiden ernstzunehmende Komplikationen dar. Sie verursachen bleibende ZNS-Schäden, verlängern den stationären Aufenthalt, erfordern Mehrfacheingriffe und treiben nicht zuletzt die Therapiekosten in die Höhe. Postoperative Meningitiden und Enzephalitiden nach ZNS-Eingriffen manifestieren sich mit neurologischen Symptomen, die in ähnlicher Weise nach intrakraniellen Eingriffen auftreten können, ohne dass eine Infektion vorliegt: treten anhaltendes Fieber oder eine länger veränderte Bewusstseinslage auf, wird eine Liquoruntersuchung zum Ausschluss eines entzündlichen Geschehens im ZNS durchgeführt. Hierbei können Blutbeimengungen im Liquor (nach intrakraniellen Eingriffen gehäuft) die Untersuchung erschweren. Die Liquorzellzahl sowie der Proteinwert können durch die beigemischten Blutbestandteile verfälscht werden und nehmen Einfluss auf die Interpretation der Glucosereduktion. Des Weiteren ist die bakteriologische Untersuchung im Liquor besonders in den frühen Stadien einer Meningitis erschwert, da sich der entzündliche Prozess meist lokal im Operationssitus abspielt und sich noch nicht im gesamten Liquorsystem ausgebreitet hat. Ebenfalls kann eine bereits begonnene Antibiotikatherapie die mikrobiologische Auswertung zusätzlich falsch negativ beeinflussen (Tritthart 2006).

Aus den genannten Gründen wurden in der vorliegenden Arbeit auch aseptische Meningoenzephalitiden in die Auswertung einbezogen. Bei 26% aller postoperativ

auftretenden Meningitiden konnte mikrobiologisch kein Erreger nachgewiesen werden. Als Einschlusskriterium für die Diagnose einer postoperativen Meningitis genügten klinische Symptome wie anhaltende Nackensteifigkeit, Fieber, einhergehend mit hohen laborchemischen Entzündungsparametern. Auch abakterielle Meningitiden können die postoperative Phase erschweren und den stationären Aufenthalt verlängern, da hinter jeder primär abakteriellen Meningitis ein septisches Krankheitsbild verborgen sein kann (Blomstedt 1985, Carmel und Greif 1993).

Kourbeti beschreibt das Risiko postoperativer Meningoenzephalitiden nach Kraniotomien mit bleibendem Fremdmaterial Einsatz 3,3-fach erhöht gegenüber Operationstechniken ohne Fremdmaterialimplantationen (Kourbeti et al. 2007). Die operative Implantation von intrakraniellen Fremdmaterialien sowie deren prolongierte intrakranielle Verweildauer werden in der Literatur als potentielle Risikofaktoren zugunsten von Meningitiden beschrieben (Kourbeti et al. 2007, Reichert et al. 2002, Bruce und Bruce 2003).

Entsprechend der Literatur wiesen in der vorliegenden Arbeit operative Eingriffe mit Einsatz von Fremdmaterialien die höchste Infektionsrate postoperativer Meningoenzephalitiden auf: 53,4% manifestierten sich nach Fremdmaterialimplantationen (n= 24 Ventrikeldrainagen, n= 2 Aneurysmaclippings, n= 2 Codman-Sondenimplantationen, je n= 1 ventrikuloperitoneale Shuntanlage bzw. intrazerebrale Druckmesssonde). 36,3% der postoperativen Meningitiden/Enzephalitiden traten dagegen nach Kraniotomien sowie 10,3% nach transssphenoidalen Eingriffen auf ($p < 0,001$).

Die Literatur beschreibt neben intrakraniellen Fremdmaterialimplantationen Revisions- und Mehrfacheingriffe als Risikofaktoren postoperativer Meningoenzephalitiden (Reichert et al. 2002, Bruce und Bruce 2003, Korinek 1997).

Revisions- und Mehrfacheingriffe stellen hingegen in dieser Arbeit keine signifikanten Risikofaktoren sekundär postoperativer Infektionen dar ($p= 0,33$). Auch Liquorfisteln und Begleitinfektionen werden in der Literatur als Risikofaktoren postoperativer Meningoenzephalitiden beschrieben (Bruce und Bruce 2003, Korinek 1997), die durch Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden: 86,7% aller auftretender Meningoenzephalitiden nach operativen Eingriffen entwickelten sich ohne vorbestehende Liquorleckage. 64,9% aller operierten Patienten entwickelten eine Meningitis oder Enzephalitis ohne Vorliegen einer vorausgehenden Begleitinfektion.

Die Inzidenz postoperativer Meningitiden liegt in der vorliegenden Studie für weibliche und männliche Patienten bei 6,2% bzw. 6,4%. Ebenso gibt es keine signifikanten Unterschiede bei der Entwicklung einer postoperativen Enzephalitis für beide Geschlechter. Kourbeti beschreibt 2007 in seiner Arbeit eine Infektionsrate postoperativer Meningitiden für weibliche Patienten von 6,2%, sowie für männliche Patienten von 5,1% (statistisch nicht signifikant; Kourbeti et al. 2007).

In der vorliegenden Arbeit stellt sich kein signifikanter Altersunterschied zwischen Patienten mit bzw. ohne postoperative Meningoenzephalitis dar, was im Einklang mit den Resultaten von Kourbeti et al. steht (Kourbeti et al. 2007).

Ein signifikanter Risikofaktor der vorliegenden Arbeit für postoperative Meningoenzephalitiden stellt die Länge der Operationszeit dar: die durchschnittliche Dauer operativer Eingriffe vor postoperativ auftretenden Meningitiden bzw. Enzephalitiden liegt bei 121 bzw. 143 Minuten, bei Patienten mit komplikationslosem postoperativem Verlauf hingegen durchschnittlich bei 97 Minuten ($p= 0,0042$).

Die Inzidenz postoperativ auftretender Meningitiden und Enzephalitiden der vorliegenden Arbeit liegt 0,9% über dem Mittel der Literaturangaben (Tabelle IV-5), erklärt sich aber ggf. aus der Tatsache, dass in dieser Arbeit auch aseptische, jedoch klinisch manifeste Meningoenzephalitiden mit einbezogen worden waren.

Tabelle IV-5: postoperative ZNS- Infektionen im Literaturvergleich nach neurochirurgischen Eingriffen

Autor	Jahr	Infektionen	Anzahl	Antibiotika	Erreger	Infektionsrate
Korinek	1997	73 Meningitiden	2944	66.5 % mit Prophylaxe	41.6% gram-positiv	2,5 %
Narotam et al.	1994	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	4,1 %
Tenney et al.	1985	25 Meningitiden	k.A.	k.A.	k.A.	4,3 %
Korinek et al.	2006	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1,7 %
Kourbeti et al.	2007	25 Meningitiden	453	92,7 % mit Prophylaxe	32% gram-positiv	5,5 %
Lietard et al.	2008	15 ZNS-Infektionen	844	60,6 % mit Prophylaxe	76% Staph. aureus	1,8 %
Reichert et al.	2002	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	8,9 %
Yang und Lawner	1987	31 Hirnabszesse	18600	k.A.	50% gramnegativ	0,2 %
Sharma et al.	2009	k.A.	31927	k.A.	k.A.	2,9 %
O' Shea	2004	k.A.	73	k.A.	k.A.	5,5 %
durchschnittliche Infektionsrate Literatur						3,7 %
vorliegende Studie		58 Meningitiden 8 Enzephalitiden	1422	4.1% mit Prophylaxe	75% gram-positiv	4,6 %

4.4.2 Wundinfektionen

Die Rate postoperativer Wundinfektionen der vorliegenden Studie entspricht mit 1,4% den Angaben der Literatur (Tabelle IV-6):

Tabelle IV-6: Postoperative Wundinfektionen nach neurochirurgischen Eingriffen im Literaturvergleich

Autor	Jahr	Antibiotikaphylaxe	Erreger	Infektionsrate
Lietard et al.	2008	60,6 % mit Antibiotikaphylaxe	k.A.	1,5 %
Kourbeti et al.	2007	92,7 % mit Antibiotikaphylaxe	32,0 % gram-positiv	1,1 %
Korinek	1997	66,5 % mit Antibiotikaphylaxe	41,6 % gram-positiv	1,0 %
Sharma et al.	2009	k.A.	k.A.	2,5 %
O' Shea	2004	k.A.	k.A.	1,4 %
Laborde et al.	1993	k.A.	56,7 % gram-negativ	2,2 %
durchschnittliche Infektionsrate Literatur				1,6 %
vorliegende Studie		80% mit Antibiotikaphylaxe	80 % gram-positiv	1,4 %

4.4.3 Infektionen des Respirationstraktes

Studien zufolge nehmen Infektionen des Respirationstraktes den größten Anteil an allgemein sekundären Begleitinfektionen nach neurochirurgischen Eingriffen ein. Literaturangaben zu postoperativen Infektionen des Respirationstraktes (Tracheobronchitiden, Bronchitiden und Pneumonien) bewegen sich zwischen 1,8% und 14%, sowie durchschnittlich bei 6,7% (Tab. IV-7; Sharma et al. 2009, Kourbeti et al. 2007, O`Shea 2004, Laborde et al. 1993). Die Rate an postoperativen Infektionen des Respirationstraktes liegt in der vorliegenden Arbeit bei 8,7%.

Laborde et al. fanden im Vergleich die höchste Rate an Infektionen des Respirationstraktes vor. Die Daten stammen von Patienten einer neurochirurgischen Intensivstation, wobei eine mögliche Erklärung für diese hohe Infektionsrate ist, dass jede auftretende Infektion eines Patienten erfasst wurde, auch bei Mehrfach- oder Simultaninfektionen. O`Shea et al. wiesen die zweithöchste der genannten Infektionsraten auf (Tab. IV-7). Auch diese Daten stammen von Patienten einer neurochirurgischen Intensivstation, wobei Mehrfachinfektionen separat erfasst wurden und jeder der Patienten perioperativ eine Antibiotikaprophylaxe erhalten hatte. Sharma et al. beschreiben mit 4,4% die dritthöchste Inzidenz von Atemwegsinfektionen, welche deutlich unterhalb der Rate von O`Shea und Laborde liegt. Obwohl diese Daten nicht wie durch die Erstgenannten- bei Intensivpatienten rekrutiert wurden, ist die trotzdem relativ hohe Gesamtinfektionsrate von 16,2% ggf. durch die separate Registrierung der Mehrfach- und Simultaninfektionen erklärbar sowie dadurch, dass Infektionen nach Revisions- und Mehrfacheingriffen nicht ausgeschlossen wurden. Auch Kourbeti et al. rekrutierten nicht ausschließlich Intensivpatienten und fanden vergleichsweise niedrige Infektionsraten vor. Diese könnten durch den Ausschluss von Patienten mit Fremdmaterialimplantationen,

sowie von Patienten mit Todeszeitpunkt vor dem 7. postoperativen Tag zurückzuführen sein.

Tabelle IV-7: postoperative allgemein sekundäre Infektionen im Literaturvergleich

Autor	Jahr	Respirationstrakt	ableitende Harnwege	Septikämien	Fallzahl	Infektionsrate
Sharma et al.	2009	4,4 %	3,0 %	3,5 %	3192	16,2 %
Kourbeti et al.	2007	1,8 %	4,3 %	2,2 %	453	3,7 %
O`Shea	2004	12,4 %	9,6 %	k.A.	314	22,0 %
Laborde et al.	1993	14,0 %	12,0 %	3,2 %	90	36,3 %
durchschnittliche Infektionsrate Literatur		6,7 %	6,0 %	2,4 %		16,2 %
vorliegende Studie		8,7 %	4,0 %	1,5 %	1422	15,2 %

4.4.4 Infektionen der ableitenden Harnwege

Postoperative Harnwegsinfekte durch Dauerkathetereinlagen bei protrahiertem postoperativem Verlauf und Intensivaufenthalt werden in der Literatur zwischen 3,0 und 12% beschrieben, durchschnittlich jedoch mit 6% (Sharma et al. 2009, Kourbeti et al. 2007, O`Shea 2004, Laborde et al. 1993). Die Rate an Harnwegsinfektionen der vorliegenden Arbeit beträgt 4%. Die hohen Infektionsraten der Studien von O`Shea und Laborde (Tab. IV-7) sind ggf. auf das ausschließlich intensivmedizinisch behandelte Patientenkollektiv zurückzuführen.

4.4.5 Septikämien

Die Inzidenzraten postoperativ auftretender Septikämien nach neurochirurgischen Eingriffen liegen in der Literatur zwischen 2,2 und 3,5% (Tab. IV-7); (Kourbeti et al. 2007, Sharma et al. 2009). Die Rate postoperativer Septikämien der vorliegenden Arbeit beträgt 1,5%.

4.5 Perioperative Antibiotikaphylaxe

In der Literatur finden sich divergierende Auffassungen über den potentiellen Nutzen einer perioperativen Antibiotikaphylaxe: Bereits in den siebziger Jahren wurde deren positiver Effekt postuliert (Richmond et al. 1977, Malis 1979) und durch prospektiv- randomisierte Studien unterstützt (Geraghty und Feely 1984, Young und Lawner 1987, Bullock et al. 1988, Blomstedt und Kyttä 1988, Djindjian 1994, Gaillard und Gilsbach 1991, Barker 1994, Rotim et al. 1997).

Weitere randomisierte Studien mit >1000 intrakraniellen Eingriffen *ohne* perioperative Antibiotikaphylaxe berichten über Infektionsraten von 5-10% (Mollman und Haines 1986, Korinek 1997, Korinek et al. 2006). Im Vergleich dazu wurden nach Eingriffen *mit* perioperativer antibiotischer Abschirmung Infektionsraten zwischen 0,3-3% nachgewiesen (Blomstedt 1992, Bullock et al. 1988, Dempsey et al. 1988, Gaskill 1996, Haines 1989, Holloway et al. 1996, Savitz et al. 2002).

Neben zahlreichen Arbeiten über den protektiven Nutzen einer perioperativen Antibiotikaphylaxe existieren ferner Studien, die deren Aussetzen nicht als zusätzliches Infektionsrisiko sehen (Rapenne et al. 2000, Brown 1994, Patir et al. 1992).

Patienten der vorliegenden Studie, die keine postoperative Infektion entwickelten, hatten in 60% eine perioperative Antibiotikaphylaxe erhalten. Der positive Effekt einer perioperativen Prophylaxe auf die Vermeidung postoperativer Infektionen scheint hiermit zunächst gegeben zu sein. Betrachtet man jedoch den hohen Anteil einer perioperativen Antibiotikagabe vor sekundär postoperativen (80%), vor allgemein sekundären (82%) sowie vor dem Auftreten von Simultaninfektionen (82,5%), so ist der bisher angenommene Vorteil einer perioperativen antibiotischen Prophylaxe zumindest diskutabel. Diese Betrachtung wird unterstützt durch weitere nicht- randomisierte Studien, welche eine fehlende perioperative

Antibiotikaphylaxe nicht als signifikanten Risikofaktor für postoperative Infektionen werteten (Korinek 1997, Federico et al. 2001, Lietard et al. 2008). Die Autoren kritisieren weiter, dass Antibiotika- assoziierte Probleminfektionen durch multiresistente Keime besonders nach Einsatz einer perioperativen Antibiotikaphylaxe nachgewiesen würden.

Diese Beobachtung kann durch die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigt werden: In 86% postoperativer Infektionen, die durch den Methicillin- resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) verursacht wurden, hatten die erkrankten Patienten perioperativ eine Antibiotikaphylaxe erhalten. Schlussfolgernd können die Ergebnisse oben aufgeführter Studien und der vorliegenden Arbeit unter dem Konsens zusammenfasst werden, dass der Nutzen einer perioperativen Antibiotikaphylaxe zwar durch zahlreiche Studien beschrieben wurde, eine Prophylaxe jedoch eine postoperative Infektion nicht sicher verhindern kann.

Diverse Studien versuchten Ursachen der antibiotischen Wirkungslücken und Schwachstellen im Einsatz perioperativer Prophylaxen aufzudecken. Eine mögliche Erklärung sei, dass isolierte Erreger postoperativer Meningitiden nach neurochirurgischen Eingriffen größtenteils keine Sensibilität gegenüber den meisten prophylaktisch eingesetzten Antiinfektiva, wie Erstgeneration-Cephalosporinen aufweisen (Klastersky et al. 1981, Mombelli et al. 1983, Federico et al. 2001, De Bels et al. 2002, Briggs et al. 2004, Korinek et al. 2005). Dieser Kritikpunkt am Einsatz einer Antibiotikaphylaxe mit Wirkungslücken für einige Erreger kann durch Ergebnisse der vorliegenden Arbeit teilweise bestätigt werden: Konnten Enterokokken als Erreger einer postoperativen Infektion isoliert werden, so war in 84% der vorausgegangenen Operationen eine perioperative Antibiotikaphylaxe verabreicht worden. Das Erstgeneration-Cephalosporin Cefazolin, das in 78% vor dem Auftreten einer postoperativen Infektion als Prophylaxe verabreicht wurde, weist

für Enterokokken eine Lücke in ihrem Wirkspektrum auf. Allerdings kann eine Prophylaxe nie sämtliche potentielle Erreger abdecken und richtet sich naturgemäß primär gegen die wahrscheinlichsten Keimgattungen. Enterokokken sind z.B. bei Kraniotomien nicht primär zu erwarten, weshalb diese in eine kalkulierte Prophylaxe nicht obligat einbezogen werden. Dennoch wurden nach Kraniotomien (unabhängig einer perioperativen Antibiotikaphylaxe) Enterokokken mit einer Inzidenz von 7,1% nachgewiesen (Tab. III-7).

Ein weiterer Erklärungsansatz für die bedingte Wirksamkeit einer antibiotischen Prophylaxe mittels Erstgeneration-Cephalosporinen stellt die zunehmende Zahl an multiresistenten Keimen sowohl im gram-negativen als auch im gram-positiven Bereich dar. Als häufigste Erreger postoperativer Infektionen in der Gruppe operierter Patienten, die eine perioperative Antibiotikaphylaxe erhalten haben, wurden die Keime *Staphylococcus aureus* und *Escherichia coli* isoliert. Beide Erreger stellen als MRSA (Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*) und MRE (multiresistenter gram-negativer Erreger) ein zunehmendes Problem im Klinikalltag dar. Das Wirkspektrum der Cephalosporine erster Generation umfasst vielmehr gram-positive Bakterien, einschließlich der Penicillinase-resistenten Staphylo- und Streptokokken. Ausgenommen sind Enterokokken und Methicillin-resistente Staphylokokken. Eine schwache Wirksamkeit besteht gegenüber gram-negativen Bakterien. Dies ist ein wahrscheinlicher Grund für den hohen Anteil gram-negativer Erreger (43% aller isolierten Bakterien postoperativer Infektionen nach perioperativer Antibiotikaphylaxe). Den häufigsten Einzelnachweis eines Stammes stellt mit 18,2% der gram-negative Erreger *Escherichia coli* dar.

Einen weiteren Interpretationsansatz für das lückenhafte Wirken einer perioperativen Antibiotikaphylaxe versuchten Korinek et al. durch die unterschiedliche Beschaffenheit der einzelnen Gewebearten und den pathophysiologischen

Entstehungsmechanismus der Infektionsarten zu liefern: die Autoren beschrieben zwar einen signifikant vorteilhaften Effekt der Prophylaxe auf die Reduktion postoperativer Wundheilungsstörungen (von 8,8% auf 4,6%), nicht jedoch auf die Reduktion von Infektionen des zentralen Nervensystems. Die Autoren schlussfolgerten, dass die unterschiedliche Einflussnahme auf die Entstehung einer postoperativen Meningitis bzw. Wundheilungsstörung durch deren jeweilige pathophysiologische Genese bedingt wird (Korinek et al. 2006). Während eine Wundheilungsstörung unmittelbar mit dem traumatischen Ereignis der Operation zu erklären ist, entsteht eine postoperative Meningitis vielmehr während der postoperativen Periode, meist durch weitere Faktoren, wie z.B. eine Liquorfistel. Zu dieser Schlussfolgerung kamen die Autoren bereits durch frühere Studien (Korinek 1997, Korinek et al. 2005). Als möglicher Lösungsansatz wurde die verlängerte Gabe der perioperativen Antibiotikaprophylaxe gesehen, die bis in die postoperative Phase andauert.

Dieses Postulat Korineks wurde hingegen durch Studien anderer Autoren widerlegt: Mit einer zeitlichen Ausdehnung der Antibiotikagabe auf 24-48 Stunden bei Trauma-Patienten mit Liquorfisteln konnte keine signifikante Reduktion der postoperativen Meningitisrate erreicht werden (Brown EM 1994). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit erbrachten ebenfalls keinen Vorteil für die Ausdehnung einer perioperativen Antibiotikagabe über den Operationstag hinaus. Patienten, die einen komplikationslosen postoperativen Verlauf zeigten, erhielten im Falle einer perioperativen Antibiotikagabe in 52% eine antibiotische Einmalgabe, sowie in 24% eine Verlängerung der antibiotischen Prophylaxe über 24 Stunden. Bei Patienten hingegen mit postoperativer Infektion lagen die Einmalgaben bei 33%, sowie die Therapie über 24 Stunden bei 58%.

Korinek et al. beschrieben andererseits einen indirekt positiven Nebeneffekt der perioperativen Antibiotikaprophylaxe im Sinne signifikant reduzierter postoperativer Wundinfektionen, welche ihrerseits wiederum signifikante Risikofaktoren für die Entwicklung postoperativer Meningitiden darstellen (Korinek et al. 2006). In der vorliegenden Studie begünstigen Wundinfektionen die Auftretenswahrscheinlichkeit weiterer nosokomialer Infektionen wie Meningitiden jedoch nicht: Lediglich 3,5% der Meningitiden traten nach einer vorausgegangenen Wundinfektion auf.

Auch der von Korinek et al. beschriebene protektive Effekt einer perioperativen Antibiotikaprophylaxe auf die Reduktion von Wundinfektionen und Meningitiden spiegelt sich in den Ergebnissen dieser Arbeit nicht wider: Die Infektionsrate postoperativer Wundinfektionen liegt bei Patienten mit perioperativer Antibiotikaprophylaxe 1% höher als bei Operierten ohne Prophylaxe (2,3% vs. 1,3%). Ähnlich ist die Verteilung von postoperativen Meningitiden (mit/ohne antibiotische Prophylaxe: 7,0% vs. 4,6%).

Eine weitere mögliche Erklärung für die eingeschränkte Wirkung einer perioperativen Prophylaxe ist die unzureichende Berücksichtigung der Pharmakodynamik- und -kinetik eines Antibiotikums für einzelne Organsysteme und Körperkompartimente. So kritisieren zahlreiche Autoren die Auswahl verwendeter Präparate zur perioperativen Antibiotikaprophylaxe bei Eingriffen in das zentrale Nervensystem. Die Mehrzahl der angewandten Antibiotika sei nicht liquorgängig (Martin 1994, Korinek et al. 2006). Zu den erwähnten Antibiotika zählt auch Cefazolin mit 82% die meistverabreichte Prophylaxe der vorliegenden Arbeit-, neben Oxacillin, Vancomycin, Aminoglykosiden und Clindamycin (Korinek et al. 2006). In einer Studie von Knoop et al. über die Liquorgängigkeit von Cefotiam, einem Cephalosporin dritter Generation, konnte durch die intraoperative Messung des Medikamentenspiegels im Liquor gezeigt

werden, dass nach präoperativer intravenöser Applikation bei intakter Blut-Hirnschranke kein ausreichend antibakterieller Liquorspiegel aufgebaut wurde (Knoop et al. 2007). Klekner et al. bestimmten durch Elektrophorese in Serum, Wunddrainagen und Liquor die Konzentration von Cefazolin, nachdem perioperativ ein Gramm intravenös verabreicht worden war. In Serum und Wunddrainagen zeigte sich für über 12 Stunden ein Wirkspiegel der knapp oberhalb der Staphylokokken-/Streptokokken- inhibierenden Konzentration lag, im Liquor hingegen konnte der Wirkspiegel für lediglich 5 Stunden nachgewiesen werden (Klekner et al. 2003).

Andere Studien konnten hingegen den hypothetischen Vorteil eines liquorgängigen vs. nicht- liquorgängigen Antibiotikums in der Prophylaxe einer postoperativen Meningitis widerlegen: Ceftizoxime, ein liquorgängiges Drittgeneration-Cephalosporin wurde mit einer nicht- liquorgängigen Antibiotikakombination aus Vancomycin und Gentamicin verglichen. Nach n= 826 operativen Eingriffen kam es zu keiner postoperativen Meningitis in beiden Gruppen (Pons et al. 1993). Unter dem gut liquorgängigen Drittgeneration-Cephalosporin Ceftriaxon vs. der schlecht-liquorgängigen Kombination Ampicillin/Sulbactam (Unacid®) wurden nach 180 Kraniotomien 2 Meningitiden in der Ceftriaxon-Gruppe beschrieben (Zhu et al. 2001). Beide Studien zeigen also, dass liquorgängige Antibiotika in der Prophylaxe postoperativer Meningitiden nicht obligat vorteilhaft sind. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit schließen sich den zitierten Studien an: In 93% einer perioperativen Antibiotikaprophylaxe wurden nicht- oder nur gering liquorgängige Präparate eingesetzt, in den verbleibenden 7% hingegen gut liquorgängige. Die Meningoenzephalitis-Rate unter liquorgängigen Präparaten lag bei 10,6%, nach nicht-liquorgängigen Antibiotika hingegen bei 5,5%. Eine mögliche Erklärung könnte die intraoperative Veränderung der Blut-Hirnschranke während einer Kraniotomie liefern, die jeder Art von Antibiotika intraoperativ das Eindringen in das Liquorsystem

ermöglicht (Korinek et al. 2006). Weitere Autoren stellen den Nutzen einer perioperativen Antibiotikagabe zur Vermeidung postoperativer Meningitiden in Frage: eine Studie aus dem Jahr 2007 ergab keinen signifikanten Vorteil für den Einsatz einer perioperativen Antibiotikaphylaxe. Patienten mit bzw. ohne Antibiotikaphylaxe entwickelten in 5,1% bzw. 10,5% eine postoperative Meningitis ($p > 0,05$); (Kourbeti et al. 2007). Gaillard und Gilsbach prüften die Wirksamkeit einer perioperativen Cefotiam-Prophylaxe zur Vermeidung postoperativ auftretender Meningitiden gegenüber einer Kontrollgruppe ohne Prophylaxe. Es zeigte sich eine nicht-signifikante Reduktion der postoperativen Meningitisrate um 50% in der Cefotiam-Gruppe (Gaillard und Gilsbach 1991). Raggieneau bestätigte einen fehlenden protektiven Effekt auf die Vermeidung postoperativer Infektionen: 37% der Patienten erhielten perioperativ eine antibiotische Prophylaxe, ein signifikant positiver Effekt konnte jedoch lediglich bei Patienten mit einer Operationszeit von über 5 Stunden nachgewiesen werden (Raggieneau et al. 1983).

Auch die vorliegende Arbeit zeigt, dass postoperative Infektionen durch eine perioperative Antibiotikaphylaxe nicht vermieden werden können: 80% der Patienten mit postoperativer Infektion hatten perioperativ eine antibiotische Abschirmung erhalten sowie 60% der Patienten ohne postoperative Infektion.

Wie eingangs der Diskussion erwähnt bestätigt also auch die vorliegende Arbeit, dass postoperative Infektionen durch eine perioperative Antibiotikaphylaxe nicht sicher vermieden werden können. Eine weitere mögliche Erklärung ist, dass Patienten dieser Arbeit mit perioperativer Antibiotikaphylaxe durchschnittlich 140 Minuten, ohne Prophylaxe hingegen 80 Minuten operiert wurden. Patienten mit sekundär postoperativer Infektion wurden durchschnittlich 142 Minuten operiert, mit

allgemein sekundärer Infektion oder simultaner Infektion 115 Minuten, während Patienten ohne postoperative Infektion durchschnittlich nur 64 Minuten operiert wurden. Die Ergebnisse zeigen letztlich, dass Patienten mit längerer Operationsdauer bei komplexeren Krankheitsbildern ein höheres Risiko für postoperative Infektionen tragen, welches auch der Einsatz einer perioperativen Antibiotikaphylaxe nicht zu verhindern vermag.

Zusammenfassend kann den Ergebnissen dieser Arbeit zufolge eine perioperative Antibiotikaphylaxe entsprechend zahlreicher o.g. Autoren weiter empfohlen werden. Für den Einsatz einer perioperativen antibiotischen Prophylaxe spricht die signifikant kürzere stationäre Verweildauer operierter Patienten mit perioperativer Antibiotikagabe sowie der hohe Einsatz einer antibiotischen Prophylaxe von 60% bei operierten Patienten mit komplikationslosem postoperativem Verlauf.

4.6 Erregerspektrum postoperativ auftretender Infektionen

4.6.1 Erregerspektrum der Operationsgruppen- und Operationskategorien

In der vorliegenden Arbeit stellt die Gruppe der gram-negativen Erreger, unabhängig einer vorausgegangenen perioperativen Antibiotikagabe, mit 44,8% die häufigsten nachgewiesenen Bakterien aller postoperativen Infektionen dar. Die Gruppe der gram-positiven Erreger folgt dicht mit 44,2%. Pilze nehmen einen Anteil von 11% ein. Das gram-negative Bakterium *Escherichia coli* ist mit 18,2% der häufigste nachgewiesene Erreger, gefolgt von dem gram-positiven Bakterium *Staphylococcus aureus* mit 11,8%. Auch unter den postoperativen Infektionen unabhängig einer

perioperativen Antibiotikaphylaxe konnten gram-negative Erreger mit 57% als häufigste Bakterien isoliert werden, gefolgt von gram-positiven mit 31%.

Die Häufigkeitsverteilung nachgewiesener Erreger der vorliegenden Arbeit (Tabelle III-3) für sekundär postoperative Infektionen, unabhängig einer vorausgegangenen perioperativen Antibiotikaphylaxe entsprechen nur bedingt den Ergebnissen der Literatur. Während Laborde et al. ebenfalls gram-negative Erreger mit 56,7% als häufigste isolierte Bakterien beschreiben, überwiegen die Angaben zahlreicher Autoren, die gram-positive Bakterien, darunter insbesondere die Hautkeime *Staphylococcus epidermidis* und *Staphylococcus aureus* als hauptverantwortliche Erreger sekundär postoperativer Infektionen beschreiben (Barker 1994, Bekar et al. 2001, Blomstedt 1992, Brown 1994, Dempsey et al. 1988, Djindjian 1994, Saravolatz et al. 1982, Paramore 1996, Erman et al. 2005, Lietard et al. 2008).

Nach einer amerikanischen Studie mit 3864 chirurgischen Patienten (2408 allgemein chirurgische, 732 neurochirurgische und 724 herzchirurgische) und einer Infektionsrate von 11,3% wurden gram-positive Bakterien der Staphylokokken species mit 40% als häufigste Erreger nachgewiesen (Herwaldt et al. 2006).

Die Ergebnisse einer französischen Multicenterstudie mit 2944 neurochirurgischen Eingriffen bestätigen das gram-positive Bakterium *Staphylococcus aureus* mit 41,4% als häufigsten nachgewiesenen Erreger postoperativer Infektionen. Multiresistente, aerob-wachsende gram-negative Bakterien waren als zweithäufigste Erreger mit 25% isoliert worden (Korinek 1997).

Die Ergebnisse einer weiteren Studie beschreiben ebenfalls die gram-positiven Bakterien *Staphylococcus aureus* und *epidermidis* als häufigste isolierte Erreger, sowie das gram-negative Bakterium *Acinetobacter baumannii* als zweithäufigstes Bakterium postoperativer Infektionen (Erman et al. 2005).

In der Infektionsgruppe der allgemein sekundären Infektionen stellen gram-negative Bakterien mit 55,2%, unabhängig einer vorausgegangenen perioperativen Antibiotikaphylaxe, die häufigste Erregergruppe dar, gefolgt von gram-positiven Bakterien mit 31% und Pilzen mit 13%. Das gram-negative Bakterium *Escherichia coli* stellt mit 23,6% erneut den meist isolierten Erreger dar.

Die Häufigkeit gram-negativer Erreger unter allgemein sekundären Infektionen ist durch die Art und Lokalisation der Infektionen dieser Gruppe zu erklären. Die häufigsten postoperativ auftretenden allgemein sekundären Infektionen der vorliegenden Arbeit betreffen die ableitenden Harnwege (Anteil gram-negativer Erreger: 69%) und den Respirationstrakt (gram-negativ: 47%).

Übereinstimmend mit der Literatur wird in der vorliegenden Arbeit *Escherichia coli* mit 36% als häufigster Erreger postoperativer, nosokomial erworbener Harnwegsinfekte isoliert (Hahn 2009, Laborde et al. 1993, Hartenauer et al. 1990).

4.6.2 Erregerspektrum nach Kraniotomien

Entgegen den Literaturvorgaben stellt sich die Verteilung von Erregern postoperativer Infektionen nach Kraniotomien (unabhängig einer perioperativen Antibiotikaphylaxe) nahezu ausgeglichen zwischen gram-positiven und gram-negativen Bakterien dar: das gram-negative Bakterium *Escherichia coli* stellt auch in dieser Operationsgruppe mit 19% den häufigsten nachgewiesenen Erreger dar, dicht gefolgt vom gram-positiven Bakterium *Staphylococcus aureus* mit 17,1%.

Korinek beschreibt in ihrer Multicenterstudie das gram-positive Bakterium *Staphylococcus aureus* mit 41,4% als häufigsten Erreger postoperativer Infektionen nach Kraniotomien (Korinek 1997). In einer weiteren Arbeit derselben Autorin nach 6243 Kraniotomien mit einer Infektionsrate von 1,5% konnten in 38,4% der Fälle

Staphylokokken als häufigste Erreger isoliert werden (Korinek et al. 2006). Auch weitere Arbeiten beschreiben Staphylokokken als häufigste nachgewiesene Erreger nach Kraniotomien (Bullitt und Lehman 1979, Paramore 1996).

4.6.3 Erregerspektrum nach Fremdmaterialimplantationen

Das nachgewiesene Keimspektrum nach Eingriffen mit Fremdmaterialimplantationen wird mit 48% von gram-positiven Erregern dominiert, dicht folgen mit 46% von gram-negativen Erregern.

Im Literaturkontext berichten zahlreiche Autoren im Konsens mit dieser Studie von gram-positiven Bakterien als häufigste isolierte Erreger in dieser Patientengruppe (Abolnik et al. 1996, Beer et al. 2008, Scheithauer et al. 2009).

Die von Gormley zusammengefassten Ergebnisse mehrerer Studien identifizierten in 82,7% gram-positive Erreger als häufigste isolierte Erreger nach Shuntimplantationen, wovon in 75,9% Staphylokokken ausdifferenziert wurden. Lediglich 10% der Shuntinfektionen wurden durch gram-negative Bakterien verursacht.

Die Autoren beobachteten im zeitlichen Verlauf eine Zunahme gram-negativer Bakterien, insbesondere des Erregers *Escherichia coli* als Auslöser postoperativer Shuntinfektionen, während gram-positive Bakterien wie Staphylokokken rückläufig waren. Diese Tendenz erklären sich die Autoren durch einen vermehrten Einsatz einer perioperativen Antibiotikaprophylaxe, die auf das gram-positive Keimspektrum ausgerichtet ist und das negative Keimspektrum nicht oder nur unvollständig abdeckt (Gormley 1996).

4.6.4 Erregerspektrum nach transssphenoidalen Eingriffen

In der Operationsgruppe der transssphenoidalen Eingriffe stellen gram-positive Erreger mit 50% die größte Erregergruppe postoperativer Infektionen dar. Die Gruppe der gram-negativen Erreger folgt mit 39% sowie Pilze mit 11%.

Autoren einer 2004 erschienenen Studie analysierten das Erregerspektrum postoperativ auftretender Sinusitiden nach transssphenoidalen Eingriffen, wobei *Staphylococcus aureus* der häufigste nachgewiesene Erreger war. Das Ergebnis unterstützt den Einsatz einer perioperativen Antibiotikaphylaxe mit einem Wirkspektrum gegen gram-positive Erreger, wie sie in der vorliegenden Arbeit und in der Studie von Brown angewandt wurde (Bhattacharyya et al. 2004, Brown 1994). Auch eine Studie zur Infektionsrate endoskopisch-transssphenoidal operierter Patienten bestätigt gram-positive Erreger als potentielle Auslöser postoperativer Meningitiden (Orlando et al. 2007).

Als Zugangswege transssphenoidaler Eingriffe sind Nasenhöhlen potentielle Keimreservoirs und Infektionsquellen für postoperative Meningitiden, Enzephalitiden und Sinusitiden. Diese werden am häufigsten durch *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, β -haemolysierende Streptokokken der Gruppe A, *Staphylococcus aureus*, Myospasmen und *Chlamydia pneumoniae* besiedelt, was den Einsatz einer perioperativen Antibiotikaphylaxe mit Schwerpunkt im gram-positiven Erregerspektrum rechtfertigt.

4.6.5 Erregerspektrum und perioperative Antibiotikaphylaxe

In der vorliegenden Arbeit stellen gram-negative Erreger mit 53% die am häufigsten isolierten Erreger postoperativer Infektionen ohne vorausgehende perioperative Prophylaxe dar. Gram-positive Erreger folgen mit 37%. Unter Infekten nach erfolgter

perioperativer Antibiotikaphylaxe hingegen wurden gram-positive Bakterien in 45% und gram-negative Bakterien in 43% nachgewiesen. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind mit dem Erregernachweis einer französischen Multicenterstudie vergleichbar: nach 2944 Eingriffen mit perioperativem Einsatz einer Antibiotikaphylaxe stellen ebenfalls gram-positive Staphylokokken mit 27,7% die häufigsten Erreger postoperativer Meningitiden dar. Eine Studie mit 31927 neurochirurgischen Eingriffen gibt nach perioperativem Einsatz von Chloramphenicol und Amikacin Staphylokokken mit 27% als häufigste Erreger postoperativer Meningitiden an (Korinek 1997, Sharma et al. 2009).

Die Inzidenz an Methicillin resistenten Staphylokokken (MRSA) unter den Erregern postoperativer Infektionen nach perioperativer Antibiotikagabe liegt in der vorliegenden Arbeit bei 2%. In 86% postoperativer Infektionen, die durch MRSA verursacht wurden, hatten die erkrankten Patienten perioperativ eine Antibiotikaphylaxe erhalten. Bei allgemein sekundären Infektionen beträgt der MRSA- Anteil unter den auslösenden Erregern nach Antibiotikagabe 2,6%, sowie 0,3% bei Patienten, die keine Antibiotikaphylaxe erhalten haben. Die Rate an multiresistenten Erregern liegt jedoch weit unter den Angaben im Literaturvergleich. Eine 2009 erschienene Arbeit berichtet, dass 10% aller Erreger postoperativer Meningitiden von multiresistenten Staphylokokken ausgelöst wurden und einen Anteil von 28% aller isolierten Staphylokokken einnehmen (Sharma et al. 2009). Der MRSA wird in einer von Lietard veröffentlichten Arbeit für 17,2% aller postoperativen Infektionen verantwortlich gemacht (Lietard et al. 2008).

5. Zusammenfassung

Hintergrund: Zahlreiche Studien über den Nutzen einer perioperativen Antibiotikaphylaxe sind uneins hinsichtlich der Identifikation von Risikofaktoren bzw. des Nutzens einer perioperativen Antibiotikaphylaxe.

Ziel dieser Arbeit war daher die Untersuchung von Risikofaktoren, Infektionsraten und Erregerspektren nach neurochirurgischen Eingriffen, um somit den Nutzen einer perioperativen Infektionsprophylaxe zu überprüfen.

Methodik: In einer retrospektiven Untersuchung wurden anhand der Therapieverläufe nach 1422 neurochirurgischen Eingriffen der Stellenwert von antibiotischer Prophylaxe, Erregerspektren und assoziierten Risikofaktoren eruiert und im Literaturkontext bewertet.

Ergebnisse: Als signifikante Risikofaktoren für die Entwicklung sekundär postoperativer bzw. allgemein sekundärer Infektionen wurden intensivstationärer Aufenthalt, Operationsdauer, intrakranielle Fremdmaterialimplantationen und Notfalleingriffe identifiziert, nicht hingegen Alter, Geschlecht, Begleitinfektionen, vorbestehende Infektionen bzw. Mehrfacheingriffe.

Ohne perioperative Antibiotikaphylaxe waren gram-negative mit 53% und gram-positive Bakterien mit 37% häufigste Erreger postoperativer Infektionen. Nach perioperativer Antibiotikaphylaxe waren gram-positive mit 45% bzw. gram-negative Keime mit 43% ursächlich.

Eine perioperative antibiotische Prophylaxe verringert signifikant die stationäre Verweildauer der operierten Patienten. Patienten mit komplikationslosem postoperativem Verlauf hatten in 60% eine Prophylaxe erhalten.

Schlussfolgerung: Der Einsatz einer perioperativen Antibiotikaprofylaxe senkt signifikant die stationäre Verweildauer und reduziert somit die mögliche Expositionszeit operierter Patienten mit pathogenen Krankenhausern.

Eine perioperative antibiotische Prophylaxe bei 60% der Patienten mit unkompliziertem postoperativem Verlauf befürwortet den Einsatz einer perioperativen antibiotischen Prophylaxe, kann jedoch keinen vollständigen Schutz zur Vermeidung postoperativer Infektionen darstellen.

Prospektiv randomisierte Studien zur definitiven Klärung des Stellenwertes einer perioperativen antibiotischen Prophylaxe sind wünschenswert, idealerweise unter Berücksichtigung des Schweregrades der jeweiligen neurochirurgischen Operation.

6. Literatur

Abolnik IZ, Eaton JV, Sexton DJ. Acute bacterial Meningitis; in: Wilkins RH, Rengachary SS-Neurosurgery vol.II. Second edition, Mc Graw Hill New York 1996, 3299-306

Bağdatoğlu H, Ildan F, Cetinalp E, Doğanay M, Boyar B, Uzuneyüpoğlu Z, Hacıyakupoğlu S, Karadayi A (1992) The clinical presentation of intracranial abscesses. A study of seventy-eight cases. J Neurosurg Sci 36(3): 139-43

Balch RE (1967): Woundinfections Complicating Neurosurgical Procedures. J Neurosurg 26(1): 41-5

Barker FG (1994): Efficacy of prophylactic antibiotic for craniotomy :a meta-analysis. Neurosurgery 35 (3): 484-90

Beer R, Lackner P, Pfausler B, Schmutzhard E (2008): Nosocomial ventriculitis and meningitis in neurocritical care patients J Neurol 255 (11): 1617-24

Bekar A, Korfali E, Doğan S, Yilmazlar S, Başkan Z, Aksoy K (2001): The effect of hair on infection after cranial surgery. Acta Neurochir (Wien) 143(6): 533-6

Beldi G, Bisch-Knaden S, Banz V, Mühlemann K, Candinas D (2009): Impact of intraoperative behavior on surgical site infections. Am J Surg 198(2): 157-62

Berlit P. Klinische Neurologie: Springer Verlag Heidelberg 1999, 686-93

Bernasconi E, Francioli P (2000): Perioperative Antibiotikaprophylaxe. Swiss-Noso 7(2): 9-16

Bhattacharyya N, Gopal HV, Lee KH (2004): Bacterial infection after endoscopic sinus surgery: a controlled prospective Study. Laryngoscope 114(4): 765-67

Blomstedt GC (1985): Infections in neurosurgery: A retrospective study of 1143 patients and 1517 operations. Acta Neurochir (Wien) 78(3-4): 81-90

Blomstedt GC, Kyttä J (1988): Results of a randomized trial of Vancomycin prophylaxis in craniotomy. J Neurosurg 69(2): 216-20

Blomstedt GC (1992): Craniotomy infections. Neurosurg Clin N Am 3(2): 375-85

Borgbjerg BM, Gjerris F, Albeck MJ, Børgesen SE (1995): Risk of infection after cerebrospinal fluid shunt: an analysis of 884 first-time shunts. Acta Neurochir (Wien) 136(1-2):1-7

Braun V Richter HP (1995): Spontane Hirnabszesse- Bakteriologie, Therapie und Prognose. Zentralbl Neurochir 56(2): 64-8

Briggs S, Ellis- Pegler R, Raymond N, Thomas M, Wilkinson L (2004): Gram - negative bacillary meningitis after cranial surgery or trauma in adults. *Scand J Infect Dis* 36(3): 165- 73

Britt RH, Enzmann DR (1983): Clinical stages of human brain abscesses on serial CT scans after contrast infusion. *J Neurosurg* 59 (6): 972-89

Brown EM (1994): Antimicrobial prophylaxis in neurosurgery. *J Antimicrob Chemother* 31: 49-63

Brown SM, Anand VK, Tabae A, Schwartz TH (2007): Role of perioperative antibiotics in endoscopic skull base surgery. *Laryngoscope* 117(9): 1528-32.

Bruce JN, Bruce SS (2003): Preservation of bone flaps in patients with postcraniotomy infections. *J Neurosurg* 98(6): 1203-7

Bullitt E, Lehman RA (1979): Osteomyelitis of the skull. *Surg Neurol* 11(3):163-6.

Bullock R, van Dellen JR, Ketelbey W, Reinach SG (1988): A double-blind placebo-controlled trial of perioperative prophylactic antibiotics for elective neurosurgery. *J Neurosurg* 69 (5): 687-91

Cappabianca P, Cavallo LM, Colao A, Del Basso De Caro M, Esposito F, Cirillo S, Lombardi G, de Divitiis E (2002): Endoscopic endonasal transphenoidale approach: outcome analysis of 100 consecutive procedures. *Minim Invasive Neurosurg* 45(4): 193-200

Carmel PW, Greif LK (1993): The aseptic meningitis syndrome: A complication of posterior fossa surgery. *Pediatr Neurosurg* 19: 276-80

Carrau RL, Snyderman C, Janecka IP, Sekhar L, Sen C, D'Amico F (1991): Antibiotic prophylaxis in cranial base surgery. *Head Neck* 13(4): 311-7

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

Ciric I, Ragin A, Baumgartner C, Pierce D (1997): Complications of transsphenoidale surgery: results of a national surgery, review of the literature and personal experience. *Neurosurgery* 40(2): 225-36

Comroe JH (1978): Pay dirt: the story of streptomycin. *Am Rev Respir Dis* 117 (5): 957-68

Cronquist AB, Jakob K, Lai L, Della Latta P, Larson EL (2001): Relationship between skin microbial counts and surgical site infection after neurosurgery. *Clin Infect Dis* 33(8): 1302-8

Cushing H, Eisenhardt L: Meningeomas: their classification, regional behaviour, life history, and surgical end results. 3. Auflage; Ch. C Thomas, Springfield 1938, 785

De Bels D, Korinek AM, Bismuth R, Trystram D, Coriat P, Puybasset L (2002): Empirical treatment of adult postsurgical nosokomial meningitis. *Acta Neurosurg (Wien)* 144(10): 989-95

Delank HW (1988): Postoperative Wundinfektionen nach neurochirurgischen Selektiveingriffen. *Hyg Med* 13: 403-6

Dempsey R, Rapp RP, Young B, Johnston S, Tibbs P (1988): Prophylactic parenteral antibiotics in clean neurosurgical procedures: a review. *J Neurosurg* 69(1): 52-7

Diener HC, Putzki N: Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. 4. Auflage; Georg Thieme Verlag Stuttgart 2008, 654-63

Djindjian M (1994): Antibiotic prophylaxis in neurosurgery. *Ann Fr Anesth Reanim* 13(5): 93-5

Duel P, Siboni K, Jensen TG (1991): Intracranial abscesses in Odense Hospital. Survey of bacteriology, epidermiology, and treatment with antibiotics, 1963-1989. *Dan Med Bull* 38(5): 407-10

Dumont AS, Nemergut EC 2nd, Jane JA Jr, Laws ER Jr (2005): Postoperative care following pituitary surgery. *J Intensive Care Med* 20(3): 127-40

Dusick JR, Esposito F, Kelly DF, Cohan P, DeSalles A, Becker DP, Martin NA (2005): The extended direct endonasal transphenoidale approach for nonadenomatous suprasellar tumors. *J Neurosurg* 102(5): 832- 41

Dzupova O, Rozsypal H, Prochazka B, Benes J (2009): Acute bacterial meningitis in adults: predictors of outcome. *Scand J Infect Dis* 41(5): 348-54

Erdem H, Kilic S, Coskun O, Ersoy Y, Cagatay A, Onguru P, Alp S (2010): Community-acquired acute bacterial meningitis in the elderly in Turkey. *Abstract Clin Microbiol Infect* 16(8):1223-9

Erman T, Demirhindi H, Göçer AI, Tuna M, Ildan F, Boyar B (2005): Risk factors for surgical site infections in neurosurgery patients with antibiotic prophylaxis. *Surg Neurol* 63(2):107-12

Esen N, Kielian T (2009): Toll-like receptors in brain abscess. *Curr Top Microbiol Immunol* 336: 41-61

Fahlbusch, Buchfelder M: Surgical complications; in: Landolt AM Vance ML, Reilly PL, editors. Pituitary adenomas. Churchill Livingstone Inc, New York 1996, 395-408

Federico G, Tumbarello M, Spanu T, Rosell R, Iacoangeli M, Scerrati M, Tacconelli E (2001): Risk factors and prognostic indicators of bacterial meningitis in a cohort of 3580 postneurosurgical patients. *Scand J Infect Dis* 33(7): 533-7

Fischer D, Breitenbach J: Die Pharmaindustrie Einblick, Durchblick, Perspektiven. 3. Auflage Springer Verlag Heidelberg 2010, 242-75

Gaillard T, Gilsbach JM (1991): Intra-operative antibiotic prophylaxis in neurosurgery. A prospective, randomized, controlled study on cefotiam. *Acta Neurochir (Wien)* 113 (3-4): 103- 9

Gaskill SJ: Prophylactic antibiotics; in: Wilkins RH, Rengachary SS, editors. *Neurosurgery*. McGraw-Hill, New York 1996, 547-551

Geraghty J, Feely M (1984): Antibiotic prophylaxis in neurosurgery. A randomized controlled trial. *J Neurosurg* 60(4): 724-6

Gaynes RP, Culver DH, Horan TC, Edwards JR, Richards C, Tolson JS (2001): Surgical site infection rates in the unites states 1992-1998: the National Nosokomial Infections Surveillance System basic SSI risk index. *Clin Infect Dis* 1(33): 69-77

Gormley WB: Cranial and intracranial bacterial infections; in: Youman`s JR. *Neurological surgery*. Sauders WB Company, Philadelphia 1996, 3203-3220

Hahn H: *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*. 6. Auflage; Thieme Verlag, Stuttgart 2009, 818

Haines SJ (1989): Efficacy of antibiotic prophylaxis in clean neurosurgical operations. *Neurosurgery* 24(3): 401-5.

Hartenauer U, Diemer W, Gähler R, Ritzerfeld W (1990): Nosokomiale Infektionen in der operativem Intensivmedizin. Ergebnisse einer 5 jährigen prospektiven Erhebung. *Anästh Intensivther Notfallmed* 25(1): 93-101

Hartmann KM, Zimmer A, Reith W (2008): CNS infections in immunocompetent patients, *Radiologe* 48 (6): 573-81

Heizmann WR (2000): CD-ROM-Nachschlagewerk der Infektionskrankheiten. Diagnostik, Therapie, Prophylaxe, Meldepflicht, Differentialdiagnosen, Epidemiologie, Krankheitsbild einschließlich Bedeutung in Schwangerschaft und Neugeborenenperiode.

Herwaldt LA, Cullen JJ, Scholz D, French P, Zimmerman MB, Pfaller MA, Wenzel RP, Perl TM (2006): A prospective study of outcome, healthcare resource and utilization, and cost associated with prospective nosokomial infections. *Infect Control Epidemiol* 27(2):1291-8

Hoefnagel D, Dammers R, Ter Laak-Poort MP, Avezaat CJ (2008): Risk factors for infections related to external ventricular drainage. *Acta Neurochir (Wien)* 150(3): 209-14

Holloway KL, Smith KW, Wilberger JE Jr, Jemsek JG, Giguere GC, Collins JJ (1996): Antibiotic prophylaxis during clean neurosurgery: a large, multicenter study using cefuroxime. *Clin Ther* 18(1): 84-94

Hussein AS, Shafran SD (2000): Acute bacterial meningitis in adults. A 12-year review. *Medicine (Baltimore)* 79(6):360-8

Kaptain GJ, Vincent DA, Sheehan JP, Laws Jr ER (2001): Transphenoidal approaches for the extracapsular resection of midline suprasellar and anterior cranial base lesions. *Neurosurgery* 49(1): 94-101

Kasatpibal N, Jamulitrat S, Chongsuvivatwong V (2005): Standardized incidence rates of surgical site infection: a multicenter study in Thailand. *Am J Infect Control* 33(10): 587-94

Kastenbauer S, Pfister HW: Intrakranielle und spinale Abszesse; in: Brandt T, Dichgans J, Diener HC. Therapie und Verlauf neurologischer Erkrankungen. Kohlhammer Verlag Stuttgart 2003, 499-512

Kim YS, Pons VG (1994): Infections in the neurosurgical intensive care unit. *Neurosurg Clin N Am* 5(4): 741-54

Kirkland KB, Briggs JP, Trivette SL, Wilkinson WE, Sexton DJ (1999): The impact of surgical-site infections in the 1990s: attributable mortality, excess length of hospitalization, and extra costs. *Infect Control Hosp Epidemiol* 20(11): 725-30.

Klastersky J, Mombelli G, Coppens L, Daneau D, Brihaye J (1981): Post neurosurgery Gram-negative bacillary meningitis. *J Infect* 3(1): 45-51

Klekner A, Ga'spa'r A, Kardos S, Szabó J, Cse'csei G (2003): Cefazolin prophylaxis in neurosurgery monitored by capillary electrophoresis. *J Neurosurg Anaesthesiol* 15(3): 249-54

Knoop M, Schütze M, Piek J, Drewelow B, Mundkowski R (2007): Antibiotic prophylaxis in cerebrospinal fluid shunting: reassessment of Cefotiam penetration into human CSF. *Zentralbl Neurochir* 68(1):14-8

Korinek AM (1997): Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: A prospective multicenter study of 2944 patients. French study group of neurosurgical infections SEHP C-CLIN Paris-Nord. *Neurosurgery* 41(5): 1073-9

Korinek AM, Golmard JL, Elcheick A, Bismuth R, van Effenterre R, Coriat P, Puybasset L (2005): Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: A critical reappraisal of antibiotic prophylaxis on 4.578 patients. *Br J Neurosurg* 19(2): 155-62

Korinek AM, Baugnon T, Golmard JL, van Effenterre R, Coriat P, Puybasset L (2006): Risk factors for adult nosokomial meningitis after craniotomy: role of antibiotic prophylaxis. *Neurosurgery* 59(1): 126-33

Kourbeti IS, Jacobs AV, Koslow M, Karabetsos D, Holzman RS (2007): Risk factors associated with postcraniotomy meningitis. *Neurosurgery* 60(2): 317-325

Kramer A, Heeg P, Botzenhart K: Krankenhaushygiene. 1. Auflage; Urban und Fischer Verlag, München, Jena 2001, 4

Laborde G, Grosskopf U, Schmieder K, Harders A, Klimek L, Hardenack M, Gilsbach JM (1993): Nosocomial infections in a neurosurgical intensive care unit. *Anaesthetist* 42(10): 724-31

Lauwers S, de Smet F (1998): Surgical site infections *Acta Clin Belg.* 53(5): 303-10

Lietard C, Thébaud V, Besson G, Lejeune B (2008): Risk factors for neurosurgical site infections: an 18-month prospective surgery. *J. Neurosurg* 109(4): 729-34

Lozier AP, Sciacca RR, Romagnoli MF, Connolly ES Jr (2008): Ventriculostomy-related infections: a critical review of the literature. *Neurosurgery* 62(2): 688-700

Mahapatra AK (1989): Prevalence of infection among neurosurgical patients: A prospective study of 507 operated patients. *Neurol India* 37:229-237

Malis LI (1979): Prevention of neurosurgical infection by intraoperative antibiotics. *Neurosurgery* 5(3): 339-43

Mampalam TJ: The use of antibiotics, corticosteroids and surgery in the treatment of brain abscesses; in: Sande MA, Roof RK. *Treatment of serious infections in the 1990's*. Curchill Livingstone New York 1991, 125-132

Martin C (1994): Antimicrobial prophylaxis in surgery: general concepts and clinical guidelines. French Study Group on Antimicrobial Prophylaxis in Surgery, French Society of Anaesthesia and Intensive care. *Infect Control Hosp Epidemiol* 15(7): 463-71

McClelland S 3rd, Hall WA (2007): postoperative Central Nervous System Infection: Incidence and associated factors in 2111 neurosurgical procedures *Clin Infect Dis* 45(1): 55-59.

Miller JT, Rahimi SY, Lee M (2005): History of infection control and its contributions to the development and success of brain tumor operations. *Neurosurg Focus* 18(4):4.

Mollman HD, Haines SJ (1986): Risk factors for postoperative neurosurgical wound infection. A case- control study. *J Neurosurg* 64(6): 902-6

Mombelli G, Klastersky J, Coppens L, Daneau D, Nubourgh Y (1983): Gram-negative bacillary meningitis in neurosurgical patients. *J Neurosurg* 59(4): 634-41

Morris A, Low DE (1999): Nosokomial bacterial meningitis, including central nervous system shunt infections. *Infect Dis N Am* 13(3):735- 50

Narotam PK, van Dellen JR, du Trevou MD, Gouws E (1994): Operative sepsis in neurosurgery: A method of classifying surgical cases. *Neurosurgery* 34(3): 409-15

National Nosocomial Infections Surveillance System (2003): National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System Report, data summary from January 1992 through June 2003, issued August 2003. *Am J Infect Control* 31(8): 481-98

Okabayashi T, Nishimori I, Yamashita K, Sugimoto T, Yatabe T, Maeda H, Kobayashi M, Hanazaki K (2009): Risk factors and predictors for surgical site infection after hepatic resection J Hosp Infect. 73(1): 47-53

Orlando R, Cappabianca P, Tosone G, Esposito F, Piazza M, de Divitiis E (2007): Retrospective analysis of a new antibiotic chemoprophylaxis regimen in 170 patients undergoing endoscopic endonasal transsphenoidal surgery. Surg Neurol 68(2):145-8

O` Shea M (2004): Infections in neurosurgical patients admitted to the intensive care unit at the University Hospital of the West Indies. West Indian Med J 53(3): 159-63

Paramore CG: Infections of the scalp and osteomyelitis of the skull; in: Wilkins RH, Regachary SS-Neurosurgery. Mc Graw Hill, New York 1996, 3317-20

Park C, Hsu C, Neelakanta G, Nourmand H, Braunfeld M, Wray C, Steadman RH, Hu KQ, Cheng RT, Xia VW (2009): Severe intraoperative hyperglycemia is independently associated with surgical site infection after liver transplantation. Transplantation 15;87(7):1031-6

Patir R, Mahapatra AK, Banerji AK (1992): Risk factors in postoperative neurosurgical infection.A prospective study. Acta Neurochir (Wien) 119(1-4): 80-4

Pessaux P, Msika S, Atalla D, Hay JM, Flamant Y (2003): Risk factors for postoperative infectious complications in noncolorectal abdominal surgery: a multivariate analysis based on a prospective multicenter study of 4718 patients. Arch Surg 138(3): 314-24.

Pons VG, Denlinger SL, Guglielmo BJ, Octavio J, Flaherty J, Derish PA, Wilson CB (1993): Ceftizoxime versus vancomycin and gentamicin in neurosurgical prophylaxis: a randomized, prospective, blinded clinical study. Neurosurgery 33(3): 416-22

Povacz F: Geschichte der Unfallchirurgie. 2. Auflage; Springer Medizin Verlag Heidelberg 2007

Quadery LA, Medlery AV, Miles J (1977): Factors affecting the incidence of wound infection in neurosurgery. Acta Neurochir (Wien) 39(3-4):133-41

Raggueneau JL, Cophignon J, Kind A, Rey A, Goldstein A, Thurel C, Dematons C, George B, Roux FX (1983): Analysis of infectious sequelae of 1000 neurosurgical operations. Effects of prophylactic antibiotherapy. Neurochirurgie 29(4): 229-33

Rapenne T, Seltzer S, Louvier N (2000): Antibiotic prophylaxis for surgery, Ann Fr Anesth Reanim 19(10): 195-96

Reichert MC, Medeiros EA, Ferraz FA (2002): Hospital- acquired meningitis in patients undergoing craniotomy: Incidence, evolution, and risk factors. Am J Infect Control 30(3): 158-64

Richmond AS, Simberkoff MS, Schaeffler S, Rahal JJ Jr (1977): Resistance of Staphylococcus aureus to semisynthetic penicillins and cephalothin.J infect Dis 135(1): 108-12

Rotim K, Miklic P, Paladino J, Melada A, Marcikic M, Scap M (1997): Reducing the incidence of infection in pediatric cerebrospinal fluid shunt operations. *Childs Nerv Syst* 13(11-12): 584-7

Saravolatz LD, Pohlod DJ, Arking LM (1982): Community-acquired methicillin resistant *Staphylococcus aureus* infections: a new source for nosocomial outbreaks. *Ann Intern Med.* 97(3): 325-9

Savitz SI, Rivlin MM, Savitz MH (2002): The ethics of prophylactic antibiotics for neurosurgical procedures. *J Med Ethics* 28(6): 358-63

Scheithauer S, Bürgel U, Ryang YM, Haase G, Schiefer J, Koch S, Häfner H, Lemmen S (2009): Prospective surveillance of drain associated meningitis/ventriculitis in a neurosurgery and neurological intensive care unit. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 80(12): 1381-5.

Schmutzhard E: Entzündliche Erkrankungen des Nervensystems. 1. Auflage; Thieme Verlag Stuttgart 2000, 205-15

Schwarzkopf R, Chung C, Park JJ, Walsh M, Spivak JM, Steiger D (2010): Effects of Perioperative Blood Product Use on Surgical Site Infection Following Thoracic and Lumbar Spinal Surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*: 35(3): 340-6

Senior BA, Ebert CS, Bednarski KK, Bassim MK, Younes M, Sigounas D, Ewend MG (2008): Minimally invasive pituitary surgery. *Laryngoscope* 118(10): 1842-55.

Sharma MS, Vohra A, Thomas P, Kapil A, Suri A, Chandra PS, Kale SS, Mahapatra AK, Sharma BS (2009): Effect of risk-stratified, protocol-based perioperative Chemoprophylaxis on nosocomial infection rates in a series of 31927 consecutive neurosurgical procedures (1994-2006) *Neurosurgery* 64(6): 1123- 31

Tenney JH, Vlahov D, Salzman M, Ducker TB (1985): Wide variation in risk of wound infection following clean neurosurgery: Implications for perioperative antibiotic prophylaxis. *J Neurosurg* 62(2): 243-7

Tritthart H: Postoperative Meningitis. Zitiert nach Inhaltsangabe des Vortrages (gehalten am 28.04.2006) in: Salzburger Infektionsgespräche, Salzburg, 28. bis 29. 04.2006, *Antibiotikamonitor* 2006, 22 (Heft 4/5/2006)

Valentini LG, Casali C, Chatenoud L, Chiaffarino F, Uberti-Foppa C, Broggi G (2008): Surgical site infections after elective neurosurgery: A survey of 1747 patients. *Neurosurgery* 61(1): 88-95

van Aken MO, Feelders RA, de Marie S, van de Berge JH, Dallenga AH, Delwel EJ, Poublon RM, Romijn JA, van der Lely AJ, Lamberts SW, de Herder WW (2004): Cerebrospinal fluid leakage transphenoidale surgey: postoperative external lumbar drainage reduces the risk for meningitis. *Pituitary* 7(2): 89-93.

van de Beek D, de Gans J, Spanjaard L, Weisfelt M, Reitsma JB, Vermeulen M (2004): Clinical features and prognostic factors in adults with bacterial meningitis. *N Engl J Med.* 28;351(18):1849-59.

Walz JM, Paterson CA, Seligowski JM, Heard SO (2006): Surgical site infection following bowel surgery: a retrospective analysis of 1446 patients. Arch Surg. 141(10):1014-8

Wright RL: Septic complications of intracranial surgery; in: Cranial and Intracranial Suppuration. Gurdjian, E.S., Charles C Thomas, Springfield, Illinois 1966, 93-112

Young RF, Lawner PM (1987): Perioperative antibiotic prophylaxis for prevention of postoperative neurosurgical infections. J Neurosurg 66(1): 701-5

Zender HO, Olivier P, Genné D (2009) Acute community-acquired bacterial meningitis in adults. Rev Med Suisse 7;5 (220):1968-70, 1972-4.

Zhu XL, Wong WK, Yeung WM, Mo P, Tsang CS, Pang KH, Po YC, Aung TH (2001): A randomized, double-blind comparison of ampicillin/sulbactam and ceftriaxone in the prevention of surgical-site infections after neurosurgery. Clin Ther 23(8): 1281-91

7. Anhang

7.1 Abkürzungen

MRSA	Methicilin- resistenter Staphylococcus aureus
MRE	Multiresistenter Enterococcus
ESBL	Extended Spectrum β -Lactamasen
ZNS	Zentrales Nervensystem

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. II-1: Auswertungskriterien	16
Abb. III-1: Einteilung der Eingriffe in Operationskategorien	22
Abb. III-2: Einteilung der n= 1422 Eingriffe in Operationsgruppen	23
Abb. III-3: Einteilung der Eingriffe in Operationsgruppe und Operationskategorie	24
Abb. III-4: Geschlechterverteilung in den einzelnen Operationsgruppen	26
Abb. III-5: Durchschnittsalter in den Operationsgruppen	27
Abb. III-6: Mittlere Liegedauer in den 3 Operationsgruppen	28
Abb. III-7: Mittlere Liegedauer in Abhängigkeit zur perioperativen Antibiotikagabe	29
Abb. III-8: Mittlere Liegedauer in Abhängigkeit zur perioperativen Antibiotikaphylaxe in den 3 Operationsgruppen	30
Abb. III-9: Mittlere Operationsdauer in den einzelnen Operationsgruppen	31
Abb. III-10: Intensivstationärer Aufenthalt operierter Patienten in den 3 Operationsgruppen	32

Abb. III-11: Intensivstationärer Aufenthalt in den Operationskategorien	
Elektiv- und Notfalleingriffe	33
Abb. III- 12: Intensivstationärer Aufenthalt bei Primär- und Revisionseingriffen	33
Abb. III-13: Verteilung der perioperativen Antibiotikaprophylaxe	
auf 1422 operative Eingriffen	34
Abb. III-14: Perioperative Antibiotikaprophylaxe in den 3 Operationsgruppen	35
Abb. III-15: Perioperative Antibiotikaprophylaxe in den Operationskategorien	
Elektiv- und Notfalleingriffe	36
Abb. III-16: Perioperative Antibiotikaprophylaxe in den Operationskategorien	
Primär- und Revisionseingriffe	36
Abb. III-17: Dauer der perioperativen Antibiotikaprophylaxe	37
Abb. III-18: Ambulant erworbene Infektionen des zentralen Nervensystems	38
Abb. III-19: Infektionsrate ambulant erworbener	
Infektionen geschlechterabhängig	39
Abb. III-20: Anzahl postoperativer Infektionen nach Operationskategorien	40
Abb. III-21: Auftreten postoperativer Infektionen nach	
Operationsgruppen und Infektionskategorien	41
Abb. III-22: Auftreten postoperativer Infektionen nach	
Operationskategorien und Infektionskategorien	42
Abb. III-23: Geschlechterverteilung bei sekundär postoperativen	
und allgemein sekundären Infektionen	42
Abb. III-24: Geschlechterverteilung einzelner allgemein sekundärer Infektionen	43
Abb. III-25: Altersverteilung postoperativ auftretender Infektionen in Jahren	44
Abb. III-26: postoperative Infektionen und stationäre Liegedauer	45
Abb. III-27: Postoperative Infektionen in Abhängigkeit zum	

intensivstationären Aufenthalt >48h	46
Abb. III-28: Auftreten postoperativer Infektionen in Abhängigkeit zur Operationsdauer in Minuten	47
Abb. III-29: Perioperative Antibiotikagabe in den Infektionsgruppen	48
Abb. III-30: Gabe einer perioperativen Antibiotikaprohylaxe in Abhängigkeit zur Operationsdauer in Minuten	49
Abb. III-31: Dauer der Antibiotikagabe in Abhängigkeit zum Auftreten einer Infektion	50

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle III-1: Infektionen in Abhängigkeit zur operativen Erfahrung der Operateure	47
Tabelle III-2: Erregerspektrum primärer Infektionen	51
Tabelle III-3: Erregerspektrum aller postoperativen Infektionen (unabhängig von perioperative Antibiotikaprohylaxe)	52
Tabelle III-4: Erregernachweis sekundär postoperativer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprohylaxe)	53
Tabelle III-5: Erregernachweis allgemein sekundärer Infektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprohylaxe)	54
Tabelle III- 6: Erregerspektrum der Simultaninfektionen (unabhängig von perioperativer Antibiotikaprohylaxe)	55
Tabelle III-7: Erregerspektrum postoperativer Infektionen nach Kraniotomien	56
Tabelle III-8: Erregerspektrum postoperativer Infektionen nach Fremdmaterialimplantationen	57

Tabelle III- 9: Erregerspektrum nach transssphenoidalen Eingriffen	58
Tabelle III-10: Erregernachweis postoperativer Infektionen nach Elektiveingriffen	59
Tabelle III-11: Erregernachweis postoperativer Infektionen nach Notfalloperationen	60
Tabelle III-12: Erregernachweis postoperativer Infektionen nach Primäreingriffen	
Tabelle III-13: Erregernachweis postoperativer Infektionen nach Revisionseingriffen	62
Tabelle III-14: Erregernachweis aller postoperativen Infektionen - nach perioperativer Antibiotikaprophylaxe	63
Tabelle III-15: Erregernachweis aller postoperativen Infektionen - ohne perioperative Antibiotikaprophylaxe	64
Tabelle III-16: Erregernachweis postoperativer Meningitiden	65
Tabelle III-17: Erregernachweis postoperativer Enzephalitiden	65
Tabelle III-18: Erregernachweis postoperativer Wundinfektionen	66
Tabelle III-19: Erregernachweis postoperativer Infektionen des Respirationstraktes	67
Tabelle III-20: Erregernachweis postoperativer Septikämien	68
Tabelle III-21: Erregernachweis postoperativer Harnwegsinfektionen	68
Tabelle IV-1: Raten sekundär postoperativer Infektionen nach neurochirurgischen Eingriffen im Literaturvergleich	73
Tabelle IV-2: Infektionsraten postoperativer allgemein sekundärer Infektionen im Literaturvergleich	75

Tabelle IV-3: Sekundär postoperative Infektionsraten nach Kraniotomien ohne Fremdmaterialimplantationen	77
Tabelle IV-4: Infektionsrate sekundär postoperativer Infektionen nach transspheoidalen Eingriffen im Literaturvergleich	80
Tabelle IV-5: postoperative ZNS- Infektionen im Literaturvergleich nach neurochirurgischen Eingriffen	92
Tabelle IV-6: Postoperative Wundinfektionen nach neurochirurgischen Eingriffen im Literaturvergleich	92
Tabelle IV-7: postoperative allgemein sekundäre Infektionen im Literaturvergleich	94

Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. Rohde und Herrn Prof. Dr. Buchfelder für die Überlassung des Themas dieser Dissertation.

Mein besonderer Dank gilt Frau PD Dr. A. Gutenberg und Herrn PD Dr. P. Nomikos für persönliche Betreuung, kritische Anregungen und für Hilfestellungen bei der Durchführung der vorliegenden Arbeit.

Danken möchte ich Herrn Claas Güthoff und Frau PD Dr. Gutenberg für die fachliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung.