

Aus der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie,
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar
Direktor: Prof. Dr. med. D. Kohn

Korrelation von Body-Mass-Index und Kosten in der Hüft-Endoprothetik

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

Vorgelegt von: Patricia Isabelle Diehl
geboren am 22.08.1980 in Heilbronn

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	3
Summary	5
2. Einleitung.....	7
2.1 Allgemeine Informationen und Aufgabenstellung	7
2.2 Adipositas	9
2.3 Arthrose.....	10
2.3.1 Epidemiologie.....	10
2.3.2 Ätiologie	11
2.3.3 Pathogenese	12
2.3.4 Symptomatik	13
2.3.5 Diagnostik.....	13
2.3.6 Therapie.....	14
2.4 Hüftendoprothetik	15
2.4.1 Anatomie des Hüftgelenks	15
2.4.2 Geschichte der Hüftendoprothetik	16
2.4.3 Verankerung	17
2.4.4 Operativer Zugang.....	19
2.5 Diagnosis-Related-Groups-(DRG)-System	20
3. Material und Methoden	23
3.1 Patienten und Daten	23
3.2 Statistische Auswertung	26
4. Ergebnisse.....	28
4.1 Demographische Daten	28
4.1.1 Prothesentypen	32
4.1.2 Laborwerte	34
4.2 Kostenverursachende Faktoren	36
4.2.1 Verweildauer versus BMI und Alter	36
4.2.2 Verweildauer auf der Wach- und der Intensivstation	37
4.2.3 Operationsdauer versus BMI und Alter.....	39
4.2.4 Verbrauch an Blutkonserven	42
4.2.5 Komorbidität in Bezug auf BMI und Alter	46

4.2.6 Postoperative Komplikationen	50
4.2.7 ASA-Status versus BMI und Alter	54
4.2.8 Revisionen	56
4.3 DRG-Erlös versus BMI	56
5. Diskussion	58
6. Literaturverzeichnis	67
7. Publikationen	74
8. Danksagung	75

1. Zusammenfassung

Hintergrund: Seit Einführung der „Low Friction Arthroplasty“ durch Sir J. Charnley in den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts stieg die Anzahl der Patienten, die eine Hüft-Totalendoprothese implantiert bekamen, weltweit stetig an. Die Arthrose ist die Hauptursache für einen Gelenkersatz und die Adipositas gilt als der wichtigste Risikofaktor für die Entstehung von Arthrosen von Knie- und Hüftgelenk. Damit entstehen durch die Hüftarthrose und indirekt durch die Adipositas erhebliche Kosten im Gesundheitssystem. Zudem wird vermutet, dass Adipositas das Risiko von Wundheilungsstörungen und anderen Komplikationen vergrößert und zudem möglicherweise die Rehabilitation nach der Prothesenimplantation erschwert. Aktuell wird durch die Nebendiagnose Adipositas kein höherer Erlös im Diagnosis-Related-Groups-(DRG-)System für die Implantation von Hüft-Endoprothesen erzielt. In dieser Studie wurde der Einfluss des Body-Mass-Index (BMI) auf den Ressourcenverbrauch und somit die entstandenen Kosten für das Krankenhaus bei Patienten, die eine Totalendoprothese des Hüftgelenks erhielten, untersucht.

Material und Methoden: Die vorliegende retrospektive Kohortenanalyse erfasste alle Patienten (n=510), die zwischen 2004 und 2007 in der Klinik für Orthopädie und orthopädische Unfallchirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes eine primäre Hüft-Totalendoprothese erhielten. Dabei wurden die Patienten bezüglich ihres BMI in vier Gruppen aufgeteilt (Normalgewicht: 18,5-<25 kg/m², Übergewicht: 25-<30kg/m², Adipositas Grad I: 30-<35kg/m², Adipositas Grad II und III: ≥35kg/m²). Die primär kostenverursachenden Parameter wie Aufenthalt Intensiv-/Wachstation, Aufenthaltsdauer, Verbrauch an Blutprodukten, OP-Dauer, Komplikationen, Revisionsoperationen, Komorbiditäten, ASA-Wert und Prothesentypen wurden sowohl in Bezug auf den BMI, als auch auf das Alter, analysiert. Außerdem wurde die Eingruppierung in die jeweilige DRG in Bezug auf BMI und Alter des Patienten untersucht.

Ergebnisse: Von den ausgewerteten Patienten hatten 26,3% einen BMI <25kg/m² und 43,3% befanden sich in der übergewichtigen Gruppe (BMI: 25-<30kg/m²). Adipositas Grad I (BMI: 30-<35kg/m²) hatten 22,9% und Adipositas Grad II und III (BMI: ≥35kg/m²) hatten 7,5% der Patienten. Für die Verweildauer gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten (p=0,32), ebensowenig wie für die Anzahl an Komorbiditäten (p=0,47) und für postoperative Komplikationen (Wundheilungsstörungen: p=0,12, thrombembolische Ereignisse: p=0,15, Kardiale Komplikationen: p=0,19). Einen signifikanten Zusammenhang gab es allerdings zwischen dem BMI und der Operationsdauer (p=0,02) und zwischen BMI und dem Verbrauch an Erythrozytenkonzentraten (p<0,01). In einer linearen Regressionsanalyse zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied was die Wahl des Prothesentyps (nicht zementiert, teilweise zementiert,

vollzementiert) angeht ($p=0,47$). In Bezug auf das Alter konnte sowohl für die Verweildauer ($p<0,01$), die vorhandenen Komorbiditäten ($p<0,01$) als auch für die Gabe von Erythrozytenkonzentraten ($p<0,01$) ein statistisch signifikanter Zusammenhang hergestellt werden. Mit zunehmendem Alter wurden außerdem öfter teilweise zementierte und vollzementierte Prothesentypen ausgewählt ($p<0,01$). Bei den postoperativen Komplikationen gab es nur für das Auftreten eines thrombembolischen Ereignisses einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit dem Alter ($p=0,02$), weder Wundheilungsstörungen, noch kardiale Komplikationen traten mit zunehmendem Alter häufiger auf ($p=0,06$, $p=0,07$). Zwischen der Operationsdauer und dem Alter bestand eine signifikante negative Korrelation ($p<0,01$).

Schlussfolgerungen: Der BMI bei Patienten, die eine primäre Hüft-Totalendoprothese implantiert bekamen, hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf den Ressourcenverbrauch während des stationären Aufenthalts. Insofern bildet das DRG-System im Untersuchungszeitraum die Kosten korrekt ab. Jedoch wird durch die Resultate dieser Studie bei fehlender Signifikanz ein Trend in Richtung Ressourcenmehrverbrauch durch adipöse Patienten signalisiert. Dieser Trend sollte an einer größeren Kohorte – etwa im Rahmen einer Sammelstudie – überprüft werden.

Summary

Background: Since the introduction of “Low Friction Arthroplasty” by Sir J. Charnley in the nineteen-sixties there has been a steady increase in the number of patients undergoing total hip arthroplasty worldwide. Osteoarthritis has become the major indication for joint replacement with obesity presenting an important risk factor for Osteoarthritis of hip- and knee-joints. By this means Osteoarthritis and, by implication, obesity too, determine high economic burden for our health care system. Furthermore it is assumed, that obesity increases the risk of impairment of wound healing and of other complications and in addition may handicap rehabilitation after total joint arthroplasty. To date the German-Diagnosis-Related-Groups system does not provide higher proceeds for encoding obesity as a secondary diagnosis. The aim of this study was to determine the impact of body mass index (BMI) on the resource utilization and on the costs for the hospital by patients undergoing total hip arthroplasty.

Material and Methods: In the course of this present retrospective cohort analysis all patients (n=510) at the Department of Orthopaedic Surgery and Orthopaedic Trauma Surgery of Saarland University Medical Centre were detected. Patients were stratified by their BMI (normal weight: 18,5- <25kg/m², overweight: 25-<30kg/m², obesity grade I: 30-<35, obesity grade II and III: ≥35kg/m²). Primary factors of hospital resource consumption like number of days on intensive care unit/intermediate care unit, length of stay, consumption of blood products, operating time, postoperative complication rates and revisions, co-morbidity, ASA physical status and prosthesis-type were analysed in relation to BMI and age. The Diagnosis Related Group classification was correlated to patients’ BMI and age.

Results: 26.3% of the cohort had a BMI <25kg/m² and 43,3% were overweight (BMI 25-<30kg/m²). 22.9% of the patients showed obesity grade I (BMI 30-<35kg/m²) and 7.5% obesity grade II or III (BMI ≥35kg/m²). There was no statistically significant difference between the non-obese and the obese patients with regard to length of stay (p=0.32), number of co-morbidities (p=0.47) and postoperative complication rates (impairment of wound healing: p=0.12, thromboembolic complications: p=0.15, cardiac complications: p=0.19). A statistically significant correlation was found for BMI and operating time (p=0.02), as well as for BMI and transfusion rates. Linear regression analysis showed no significant difference between non-obese and obese patients with regard to the used type of prosthesis (cement-free, hybrid, cemented, p=0.47). With respect to patients’ age, a statistically significant correlation was found for the length of hospital stay (p<0.01), number of co-morbidities (p<0.01) as well as for incidence of blood transfusions (p<0.01). With increasing age, hybrid and cemented prostheses were implanted significantly more frequently (p<0.01). Regarding postoperative complication rates, only for the occurrence of thromboembolic complications a

significant age-dependence was detected ($p=0.02$). Neither impairment of wound healing nor cardiac complications occurred more frequently with increasing age ($p=0.06$, $p=0.07$). There was a significant negative correlation concerning operating time and patients' age ($p<0.01$).

Conclusion: In our study BMI in patients undergoing total hip arthroplasty had no impact on hospital resource consumption. Hence costs were reflected correctly by the Diagnosis Related Groups system during the investigation period. Despite the lack of statistical significance, our findings show a trend towards increasing consumption of resources in hospitals by obese patients. This trend should be reassessed at a major cohort – for example within the limits of a collective study.

2. Einleitung

2.1 Allgemeine Informationen und Aufgabenstellung

Die Zivilisationskrankheit „Adipositas“ hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Nicht nur, weil die Bevölkerung seit der Nachkriegszeit stetig korpulenter wird. Sondern hauptsächlich weil die Folgeerscheinungen, wie zum Beispiel Herz- und Kreislauferkrankungen, Hypertonie, Diabetes und insbesondere auch die Erkrankungen des Haltungs- und Bewegungsapparates, enorme finanzielle und sozialwirtschaftliche Belastungen darstellen (Gabriel SE 1995, Loza E 2009, Thompson D 2001). Diese Vielzahl an Begleiterkrankungen birgt eine große Herausforderung für unser Gesundheitssystem (Brown CD 2000, Launer LJ 1994, Rissanen A 1990, Wilson PW 2002).

In Deutschland waren laut der „DAG“ („Deutsche Adipositas Gesellschaft“, Quelle: <http://www.adipositas-gesellschaft.de>) im Jahre 2009 etwa 20% der Erwachsenen und 6% der Kinder adipös (=BMI über 30). Das entspricht einer absoluten Zahl von 14 Millionen Erwachsenen und 1 Million Kindern, die Gewicht reduzieren müssten. Im europäischen Durchschnitt belegen wir damit einen der vorderen Ränge, wie auch die „International Association for the study of obesity“ („IASO“, Quelle: <http://www.iaso.org>) bereits 2007 veröffentlichte.

Das Statistische Landesamt (Saarland) hat sowohl 2005 als auch 2009 Daten zur durchschnittlichen Körpergröße, durchschnittlichem Gewicht und dem BMI der saarländischen Bevölkerung herausgegeben (Quelle: Statistische Berichte Saarland, Mikrozensus 2005 und 2009, <http://www.saarland.de/61404.htm>). Im Jahr 2009 lagen hier bei den Erwachsenen 38,3% im Bereich zwischen einem BMI von 25kg/m² bis kleiner 30kg/m² und 15,6% hatten bereits einen BMI über 30kg/m². Das entspricht gegenüber dem Jahr 2005 einem Anstieg von 0,9% in der Gruppe bis 30kg/m² und einem Anstieg von 1,3% in der Gruppe über 30kg/m². Wenn man die Geschlechter getrennt betrachtet, lag 2005 der Anteil an übergewichtigen Männern sogar um mehr als 10% höher, als in der weiblichen Bevölkerung.

Gerade in der primären Endoprothetik der großen Gelenke, findet man überdurchschnittlich viele adipöse Patienten. Das gilt sowohl für Knie-Totalendoprothesen (K-TEP), als auch, wengleich in geringerem Maße, für Hüft-Totalendoprothesen (H-TEP) (Bostman OM 1994).

Der Hauptgrund für einen Gelenkersatz ist die Arthrose (Paxton EW 2008).

Die nach einer Operation wieder reduzierten Schmerzen und die wiederhergestellte Funktionalität des Gelenkes verbessern deutlich die Lebensqualität dieser Patienten (Katz JN 2001, Rasanen P 2007)

Für Patienten mit schwerer Hüft-Arthrose stellt die H-TEP eine zufriedenstellende (Nilsdotter AK 2003) und auch kosteneffektive Methode dar (Learmonth ID 2007, Rasanen P 2007), die in ganz Europa mit steigender Anzahl durchgeführt wird.

Zu den wichtigen Risikofaktoren der Arthrose gehören neben höherem Alter, vorangegangenen Verletzungen der Gelenkregion und wiederholter extremer Belastung der Gelenke, zum Beispiel durch intensiven Sport, vor allem auch die Adipositas (Cooper C 1998).

Die Prävalenz der Arthrose hat massiv zugenommen und nicht zuletzt weil die Bevölkerung immer dicker und immer älter wird (Sun Y 1997).

Die Hüft- und Kniegelenksarthrose gehören zu den 30 häufigsten Einzeldiagnosen bei einem stationären Aufenthalt. Die Arthrose zählt mit zu den häufigsten Behandlungsgründen sowohl im ambulanten als auch im stationären Bereich. Waren es saarlandweit im Jahr 2000 noch 16 626 Patienten, die stationär aufgrund einer Erkrankung des Muskel- und Skelettsystem (M00-M99) behandelt wurden, so waren es im Jahr 2008 bereits 19 202 Patienten (Quelle: Statistisches Amt Saarland, http://www.saarland.de/dokumente/thema_statistik/STALA_BER_AIV9-J-08.pdf).

Nach den statistischen Angaben der im „Bundesverband Medizintechnologie“ (Quelle: BVMed, <http://www.bvmed.de>) vertretenen Unternehmen wurden im Jahr 2007 in Deutschland circa 200 000 Hüftprothesen und 150 000 Knieprothesen implantiert. Am Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie (Homburg, Saarland) waren es im Jahr 2007 202 H-TEP's (ohne Revisionen), die implantiert wurden.

Diese stetig wachsende Anzahl an TEP-Operationen jedes Jahr zeigt bereits, welche immensen Kosten durch Arthrose und indirekt aufgrund der Adipositas entstehen. Es gibt zurzeit für Deutschland keine Daten darüber, ob der Body Mass Index in der Hüftendoprothetik Einfluss auf entstehende Kosten für das Krankenhaus hat, ohne dass dies im DRG-System korrekt abgebildet wird. Das Ziel der Studie war es, den Ressourcenverbrauch, der durch die Adipositas verursacht ist, darzustellen. Denn die OP-Zeit, der Verbrauch an Blutkonserven, die Verweildauer, Komplikationen und die Betreuung auf Intensiv-oder Wachstation sind große Kostenfaktoren im stationären Aufenthalt. Die vorliegende Arbeit soll die Frage beantworten, ob im Zeitalter der „Diagnosis related groups“ (DRG), Adipositas als signifikanter Kostenfaktor zu identifizieren ist und demnach, zumindest für die Implantation von Hüfttotalendoprothesen, in das DRG-System durch das „Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus“ (InEK) aufgenommen werden müsste.

2.2 Adipositas

Als Maß für die Beurteilung der Adipositas wird der international gültige Body-Mass-Index (BMI) herangezogen. Dieser Index berechnet sich aus dem Körpergewicht in Kilogramm dividiert durch die Körpergröße in Metern zum Quadrat. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) stuft Personen mit einem BMI unter 18,5 als untergewichtig, zwischen 18,5 und unter 25 als normalgewichtig und bei einem BMI von 25 bis unter 30 als übergewichtig bzw. ab 30 als adipös ein, wobei hier noch drei Schweregrade unterschieden werden (Adipositas Grad I mit einem BMI von 30 - <35, Adipositas Grad II von 35 - <40 und Adipositas Grad III mit einem BMI von ≥ 40).

In den meisten Fällen entsteht Übergewicht bereits im Kindes- oder Jugendalter aus einem Missverhältnis zwischen Kalorienaufnahme und Energieverwertung. Soziokulturelle Ursachen wie seltene sportliche Aktivitäten, sitzende Tätigkeiten, passive Freizeitgestaltung und zu viel beziehungsweise falsche Ernährung, führen zu dieser gestörten Energiebilanz. Aber es gibt auch medizinische Gründe, wenn auch wenige: wie genetische Defekte, Stoffwechselstörungen oder Pharmaka, die für eine Adipositas verantwortlich gemacht werden können. Kiess et al hat das für Kinder und Heranwachsende in einem Review herausgearbeitet (Kiess W 2001). Es ist davon auszugehen, dass viele der adipösen Kinder auch als Erwachsene adipös bleiben werden (Guo SS 2000, Mossberg HO 1989).

Darüber hinaus gibt es bestimmte Zusammenhänge, die für Übergewicht beziehungsweise Adipositas prädestinieren. Laut der Nationalen Verzehrs Studie II (NVS II, Quelle: Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, MRI, <http://www.mri.bund.de>), die von November 2005 bis Dezember 2006 Daten bezüglich der Ernährungssituation von Jugendlichen und Erwachsenen erhoben hat, beeinflussen sowohl der Schulabschluss, das Pro-Kopf-Netto-Einkommen, somit auch die soziale Schicht, der Familienstand als auch regionale Unterschiede die Prävalenz der Adipositas. Es zeigte sich bei der Auswertung der sozialen Schicht, dass Übergewicht/Adipositas hauptsächlich ein Problem der unteren Schichten ist, also bei Personen mit niedrigem Bildungsniveau und spärlichem Einkommen. Genauso sind Ledige häufiger von Adipositas betroffen, als verheiratete Paare.

Pathophysiologisch tritt eine Vielzahl an Veränderungen aller relevanten Organsysteme auf. Deshalb ist das Risiko für Folgeerkrankungen enorm erhöht. Neben Typ 2-Diabetes, Herz-Kreislauferkrankungen, Arteriosklerose, Schlaganfall, Arthritis und Arthrose, dem obstruktiven Schlafapnoe-Syndrom (schlafbezogene Atemstörung), Hyperurikämie, Gicht, möglicherweise

Krebserkrankungen werden auch noch andere Erkrankungen durch die Fettleibigkeit diskutiert (Guh DP 2009, Schelbert KB 2009, Wilson PW 2002).

Gehäuft treten orthopädische Probleme im Bereich der großen Gelenke bei dieser Personengruppe auf.

Die Gelenke von übergewichtigen Personen, hauptsächlich Hüft- und Kniegelenke, werden permanent über- beziehungsweise fehlbelastet. In vielen Studien wurde gezeigt, dass Adipositas in direktem Zusammenhang mit der Entstehung von Arthrose großer, lasttragender Gelenke steht (Bostman OM 1994, Felson DT 1988, Harms S 2007, Karlson EW 2003, Schelbert KB 2009).

2.3 Arthrose

2.3.1 Epidemiologie

Die Grundlagen für heutige epidemiologische Studien über Arthrose wurden bereits in den 50iger Jahren von Kellgren und Lawrence gelegt. Sie führten Querschnittsstudien von verschiedenen ethnischen Gruppen in einigen Gebieten in Westeuropa und hauptsächlich in Großbritannien durch. Klinische Symptome wurden mit Fragebögen erfasst und radiologische Befunde standardisiert ausgewertet. So entstand ein Atlas zur Einteilung der Arthrose in verschiedene Schweregrade (Grad I-IV), der auch heute noch benutzt werden kann (Kellgren JH 1957).

Verschiedene ältere Studien haben die Inzidenz und die Prävalenz der Arthrose untersucht. Allerdings ist die Evaluierung der Inzidenz- und Prävalenzraten deutlich erschwert. Zum einen können Arthrosen zwar symptomatisch sein, obwohl sie radiologisch (noch) nicht nachweisbar sind (Petersson IF 1997) und umgekehrt, nicht jedes radiologische Anzeichen einer Arthrose muss das Symptom einer Arthrose sein (Balint G 1996, Dieppe P 2009, Petersson IF 1997). Zum anderen kann in frühen Arthrostadien die Knorpelschädigung arthroskopisch bereits sichtbar ist, bevor sie radiologisch gut erkennbar ist (Blackburn WD, Jr. 1994). Deshalb findet man in unterschiedlichen Quellen auch durchaus variierende Angaben, was die Prävalenz angeht.

Am besten untersucht sind die Daten zur Gonarthrose.

Sowohl die „Framingham Osteoarthritis Study“ (1983-1985) als auch der „National Health and Nutrition Examination Survey“ (NHANES III, 1991-1994) liefern Zahlen über die Prävalenz der Arthrose des Kniegelenks unter der US-amerikanischen Bevölkerung (Dillon CF 2006, Felson DT 1987). Laut der Framinghamstudie wird die Prävalenz einer symptomatischen Kniearthrose,

Symptome an den meisten Tagen plus radiologisches Korrelat am betroffenen Knie, bei den 63- bis 93-Jährigen auf 9,5% geschätzt, es betraf mehr Frauen (11,4%) als Männer (6,8%). Ähnliche Ergebnisse fanden sich im Examination Survey bei den 60- und über 60-jährigen US-Amerikanern. Es wurde eine Prävalenz von 12,1% für symptomatische Kniearthrosen geschätzt, allerdings fand sich kein Unterschied zwischen Frauen und Männern.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Prävalenz der Erkrankungen des Bewegungsapparates im Allgemeinen, darunter hauptsächlich Formen der Arthrose, aber auch rheumatoide Erkrankungen, in den USA bis zum Jahre 2020 ansteigen werden. Waren 1995 noch 15% der Bevölkerung betroffen, wird bis 2020 ein Anstieg auf 18,2% der bis dahin geschätzten Bevölkerung betroffen sein (Helmick CG 1995).

Für den europäischen Raum wurde von 1975 bis 1978 eine niederländische Studie zur Schätzung der Prävalenz der Arthrose durchgeführt. Hier werden für die Gonarthrose (Grad III nach Kellgren) Werte von 9,8% bei Frauen und 5,6% bei Männern im Alter von 60-64 Jahren angegeben. Für die Coxarthrose (Grad III nach Kellgren) wird die Prävalenz in dieser Altersgruppe merklich geringer geschätzt mit 1,6% für Frauen und 1,7% für Männer. Dennoch lässt sich nicht bestreiten, dass die Prozentzahlen für Grad II nach Kellgren in beiden Gruppen deutlich höher lagen und Männer im Alter über 65 Jahren signifikant häufiger betroffen waren (van Saase JL 1989).

2.3.2 Ätiologie

Arthrosen kommen an vielen Gelenken des Körpers vor. Hauptsächlich betroffen sind proximale und distale Interphalangealgelenke, das Carpometacarpalgelenk, an den Füßen hauptsächlich das erste Metatarsophalangealgelenk, Knie- und Hüftgelenke und die Wirbelsäule, hier hauptsächlich der Cervikal- und Lumbosakralbereich (Sharma L 2006).

Bei der Coxarthrose werden zwei Formen unterschieden. Es gibt die primäre Form, die durch Alterung des Gewebes oder auch ohne erkennbare Ursache hervorgerufen wird. Die sekundäre Form entsteht zum einen durch eine gestörte Biomechanik, wie zum Beispiel bei der Hüft dysplasie oder nach Verletzungen, zum anderen durch eine gestörte Gelenkbiologie nach Infekt, rheumatischen Erkrankungen oder durch Durchblutungsstörungen wie bei der Hüftkopfnekrose.

Während man bei der sekundären Form immer eine Ursache nachweisen kann, so ist die primäre Coxarthrose eher eine Ausschlussdiagnose. Dennoch scheint es Gründe, beziehungsweise Risikofaktoren für das Auftreten einer primären Arthrose zu geben.

In einer Veröffentlichung von Hoaglund 2001 wurden Internationale Bevölkerungs-Studien, epidemiologische Studien und Statistiken über Prothesenimplantationen herangezogen, um sich ein umfangreiches Bild der Ätiologie der primären Coxarthrose zu verschaffen. Beleuchtet wurden das Körpergewicht, berufsbedingte und hereditäre Faktoren, sonstige anatomische Besonderheiten und radiologische Kriterien. Die Studienlage bezüglich des Einflusses von Adipositas, anstrengender körperlicher Arbeit, Hochleistungssport oder der Anteversion des Schenkelhalses ist konträr. Es gibt sowohl Studien die belegen, dass diese Lebensumstände signifikante Risikofaktoren für eine Coxarthrose darstellen (Cooper C 1998), jedoch existieren auch Nachweise in Studien für das Gegenteil (Hoaglund FT 2001).

Allerdings scheint es einen gewissen genetischen Anteil bei der Entstehung einer primären Coxarthrose zu geben (Goekoop R 2010, Hoaglund FT 2001).

2.3.3 Pathogenese

Wahrscheinlich tragen systemische sowie lokale Faktoren zur Entstehung einer (Cox-)Arthrose bei. Alter, Geschlecht, genetische Determinanten, veränderte Knochendichte oder eine Östrogensersatztherapie führen zu einer verminderten Fähigkeit zur Reparatur von kleineren Verletzungen denen der Knorpel täglich ausgesetzt ist. Ist der Knorpel einmal geschädigt, erhöht sich die Anfälligkeit des Gelenks für die Entwicklung einer Arthrose und lokale biomechanische Faktoren gewinnen zunehmend an Bedeutung. Zu erwähnen sind hier wiederholte Verletzungen des Gelenks, zum Beispiel durch knieende oder lastentragende Tätigkeiten, Gelenkdeformitäten, Adipositas und wahrscheinlich auch eine gewisse Muskelschwäche (Felson DT 1998).

Durch die Knorpelschädigung, verliert der Knorpel an Elastizität, fasert schließlich auf und wird abgebaut. Am Knochenrand bilden sich Osteophyten und es können sich sogenannte „Geröllzysten“ durch fokale Knochennekrosen bilden. Eine aktivierte Arthrose entsteht, wenn durch die Knorpelabbauprodukte die Synovialis gereizt wird, sich entzündlich verändert und es dadurch zum Gelenkerguss kommt.

Die Arthrose wird klinisch in drei Stadien unterteilt:

1. Stadium: Klinisch stumme Arthrose
2. Stadium: Aktivierte Arthrose mit akuten Schmerzen
3. Stadium: Klinisch manifeste Arthrose mit Dauerschmerzen und Funktionsminderung

2.3.4 Symptomatik

Generell zu den Symptomen einer Arthrose zählen quälende Schmerzen, meistens auch der typische Anlaufschmerz, bei der Coxarthrose oft auch ausstrahlende Schmerzen in die Leiste oder bis in das ipsilaterale Knie. In fortgeschrittenem Stadium kommt es zu Dauerschmerzen, vor allem auch nachts, Bewegungseinschränkungen und Krepitationen. Personen mit einer Hüftarthrose gehen häufig am Stock, den sie auf der kontralateralen Seite führen. In einer Multicenter-Studie, die in 20 orthopädischen Zentren in 12 unterschiedlichen europäischen Ländern stattfand, gaben etwa 70 % der Betroffenen eine vorangegangene Schmerzdauer bis zum Zeitpunkt einer Hüftgelenksimplantation zwischen einem und fünf Jahren an (Dieppe P 2009).

Nicht nur durch die permanenten Schmerzen, auch durch die enorme Bewegungseinschränkung, speziell des Hüftgelenks, büßen diese Personen einen sehr großen Teil ihrer Lebensqualität ein. Moskowitz et al prüften das anhand standardisierter Fragebögen, wie dem „Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index“ („WOMAC“-Score) und dem „Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey“ („SF-36“) (Moskowitz RW 2009).

2.3.5 Diagnostik

Die Diagnostik der (Cox-)Arthrose besteht aus einer Synopse von klinischen und radiologischen Parametern. Es stehen sowohl ein konventionelles Röntgenbild als auch Schnittbilddiagnostik wie die Computertomografie oder die Magnetresonanztomografie zur Verfügung. Ein invasives Verfahren ist die diagnostische Hüftarthroskopie, die zur primären Diagnosestellung einen eher untergeordneten Platz einnimmt.

Was bereits zu Beginn der (Cox-)Arthrose auffällig ist, ist die Gelenkspaltverschmälerung. Sie beginnt in der Druckaufnahmezone des Gelenks und kommt durch den Knorpelabbau zustande. Eine pathologische Verschmälerung besteht ab einem Abstand von $\leq 3\text{mm}$ (Nilsson BE 1982). Desweiteren fällt eine subchondrale Spongiosasklerosierung auf. Die normalerweise parallel zum Gelenkspalt laufende knochendichte Zone des Gelenks ist hierbei dann verdickt und verbreitert. Eventuell kann man umschriebene Osteolysen sehen, sogenannte Pseudozysten, die sich im fortgeschrittenen Stadium der Arthrose finden. In den nicht druckabhängigen Arealen bilden sich Osteophyten aus. Sobald die Knochen- und Knorpelumbauvorgänge voranschreiten, sieht man im Röntgenbild sowohl eine sogenannte Pseudofrakturlinie, die durch Randwulste (marginale Osteophyten) am Pfannenrand zustande kommen, und Dezentrierungszeichen, hier passen die

gedachten Kreismittelpunkte von Hüftpfanne und Femurkopf nicht mehr aufeinander. Die drei Dezentrierungszeichen bestehen aus Pfannenbodendoppelung (double fond), subfovealem Osteophyt und dem Wibergzeichen, wobei alle drei Zeichen gemeinsam nicht sehr häufig auftreten. Das Wibergzeichen ist das sensitivste und damit zugleich auch das häufigste (Dihlmann W 1964, Dihlmann W 1971). Es beschreibt eine am medialen Schenkelhals gelegene periostale Apposition. Durch ihre typische röntgenologische Erscheinungsform wird diese oft auch als „Hängematte“ bezeichnet.

2.3.6 Therapie

Für die Behandlung der (Cox-)Arthrose kommt eigentlich nur ein multimodales Therapiekonzept in Frage. In einem frühen Stadium der Arthrose können konservative Therapiemethoden durchaus hilfreich sein, wenn auch nur symptomatisch. Das „American College of Rheumatology“ hat Empfehlungen herausgebracht zur nicht-pharmakologischen Therapie der Arthrose. Diese umfassen sowohl das Erbringen von körperlicher Leistung als auch erzieherische Maßnahmen.

Patienten sollen durch geschultes Personal, zum Beispiel Physiotherapeuten, oder auch in Selbsthilfegruppen ermutigt werden, ihre Lebensumstände zu ändern. Dazu gehört zum Beispiel Gewicht zu reduzieren, passendes Schuhwerk zu tragen, Übungen für die Gelenke zu machen und somit den Muskel- und Bandapparat zu stärken oder auch Wärme- beziehungsweise Kälteanwendungen (Zhang W 2008).

Sollten diese Maßnahmen nicht ausreichen, stehen diverse pharmakologische Behandlungspfade zur Verfügung, die sowohl zur lokalen als auch systemischen Applikation geeignet sind.

Nach den Empfehlungen der EULAR-Guidelines („The European League against Rheumatism“) gilt für die Coxarthrose, Paracetamol ist Mittel der ersten Wahl bei akuten leichten bis moderaten Schmerzen, welches bei guter Verträglichkeit auch zur Langzeittherapie verwendet werden kann. Bei einer Unverträglichkeit von Paracetamol können auch „Nicht-steroidale Antiphlogistika“ („NSAID`s“) oder bei Risikopatienten auch selektive COX2-Hemmer („Coxibe“) verabreicht werden. Die Gabe von Opiaten sollte Patienten vorbehalten bleiben, die auf die vorher genannten Medikamentengruppen nicht ansprechen oder diese kontraindiziert sind.

Die intraartikuläre Injektion von Steroiden in das Hüftgelenk wird widersprüchlich diskutiert. Sie kann durchaus sinnvoll sein, wenn die medikamentöse Schmerztherapie keine Wirkung entfaltet (Zhang W 2005).

Letztendlich bleibt aber für eine weit fortgeschrittene Arthrose nur der künstliche Gelenkersatz. Speziell für die Coxarthrose gilt, Patienten mit therapierefraktären Schmerzen, Immobilität und klaren radiologischen Zeichen einer Arthrose profitieren klar von einer Hüftendoprothese (Dougados M 1999).

2.4 Hüftendoprothetik

2.4.1 Anatomie des Hüftgelenks

Bereits seit unsere Vorfahren auf zwei Beinen gehen, wird die Menschheit von Verschleißerscheinungen des Bewegungsapparates, der sogenannten Arthrose, begleitet. Die Hüftgelenke, die mit am meisten belasteten Gelenke, tragen aufgrund des „aufrechten Ganges“ das gesamte Gewicht des Rumpfes. An Statik und Dynamik werden deshalb, im Gegensatz zum Vierbeinergang, andere Anforderungen gestellt.

Die gelenkbildenden Anteile des Hüftgelenks bestehen aus dem Caput femoris (Hüftkopf), der Facies lunata (Hüftbein) und dem Labrum acetabulare (bindegewebige Lippe auf dem Rand der Hüftgelenkspfanne). Dieses reicht bis über den Äquator des Caput femoris hinaus und umschließt es so, dass fast 2/3 des Caput innerhalb der Gelenkpfanne liegen.

Aufgrund dieser Anatomie bezeichnet man es auch als „Nussgelenk“, ein modifiziertes Kugelgelenk, mit drei Freiheitsgraden. Es kann sowohl in horizontaler, in vertikaler als auch in sagittaler Ebene bewegt werden.

Nach Neutral-Null-Methode:

Flexion/Extension: 100° - 140° / 10° - 30°

Abduktion/Adduktion: 30° - 45° / 20° - 30°

Innenrotation/Außenrotation: 30° - 45° / 40° - 50°

Die Gelenkkapsel des Hüftgelenks ist die kräftigste des menschlichen Körpers und hat eine sehr ausgeprägte Zugkraft durch die Ligamenta iliofemorale, ischiofemorale und pubofemorale. Die Beweglichkeit wird ausserdem bedingt durch die innere und äussere Hüftmuskulatur, die ischiocrurale Muskulatur, die Adduktoren und die vom Becken entspringende Oberschenkelmuskulatur. Auskunft über die Belastungsverhältnisse des Hüftgelenks gibt der sogenannte Collum-Diaphysen-Winkel (CCD-Winkel). Der Winkel wird zwischen dem Collum und

der Diaphyse des Femur gemessen und beträgt beim Erwachsenen 120° bis 133° . Mit zunehmendem Alter verringert sich dieser Winkel. Ist der Winkel kleiner als 120° besteht eine Coxa vara, bei einem Winkel über 140° eine Coxa valga.

Das Hüftgelenk besitzt also größtmögliche Stabilität bei ausreichender Beweglichkeit.

Die arterielle Gefäßversorgung des Hüftgelenks findet über die Aa. circumflexae femoris medialis und lateralis statt. Bei Kindern auch über den R. acetabularis, einem Ast der A. obturatoria. Caput und Collum femoris werden hauptsächlich über anastomosierende Gefäße der vorgenannten versorgt, deshalb kann es infolge einer Schenkelhalsfraktur zu einer Minderversorgung und somit zur Femurkopfnekrose kommen.

2.4.2 Geschichte der Hüftendoprothetik

Bereits 1890 implantierte der Berliner Chirurg Th. Gluck, allerdings recht erfolglos, eine Zweikomponenten-Prothese aus Elfenbein und Nickelstahl bei mehreren Patienten. Es scheiterte an den Hautinfektionen, die auf die Gelenke übergriffen.

1946 entwickelten die Gebrüder Judet einen Femurkopf aus Plexiglas; auch dieses Verfahren musste bald eingestellt werden, aufgrund von Lockerungen, die von einem raschen Abrieb des Plexiglases kamen.

In den folgenden Jahren wurden viele Änderungen und Anpassungen von Prothesentypen vorgenommen. 1951 beschrieb G.K. McKee die Implantation einer Hüft-Totalendoprothese, welche zunächst aus einer aus nicht-rostendem Stahl, später aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Verbindung bestand (McKee GK 1982). Metallstiftchen dienten dazu, die Pfanne im Acetabulum zu verankern.

Die Therapie bei einer Gelenkzerstörung wurde um 1958 durch Sir John Charnley (1911-1982) revolutioniert. Er entwickelte die erste „moderne“ Hüft-Endoprothese und etablierte die Verwendung von Polymethylmethacrylat (Knochenzement). Deshalb gilt er auch als der „father of modern hip arthroplasty“ (Toledo-Pereyra LH 2004). Die Benutzung von Knochenzement und von kleineren, im Durchmesser nur 22 mm großen Hüftköpfen, geht auf ihn zurück und brachte viele Vorteile mit sich. Durch den Knochenzement war es erstmalig möglich, eine hervorragende Primärstabilität zu gewährleisten und die verringerte Kontaktfläche durch den kleineren Hüftkopf, minimierte die Reibung.

Mit einer von ihm entwickelten Schaftprothese (low friction arthroplasty) konnten Standzeiten um die 15 Jahre erreicht werden, bei jüngeren Patienten gibt es Untersuchungen, die sogar von Standzeiten von bis zu 25 Jahren sprechen (Sochart DH 1997, Welch RB 1988).

Heutige Totalendoprothesen werden aus mehreren Materialien gefertigt. Der Schaft besteht zumeist aus einer Titan- oder Kobalt-Chrom-Legierung und der Hüftkopf aus Keramik oder Metall. Die Hüftpfanne besteht wiederum aus zwei Komponenten, einer Schale aus Metall und einem Inlay aus Keramik oder Metall.

Die Kombination verschiedener Materialien bei den gelenkbildenden Anteilen, nennt man auch Gleitpaarungen. Die häufigsten Paarungen die heute verwendet werden sind Metall-Metall, Metall-Kunststoff, Keramik-Keramik und Keramik-Kunststoff.

2.4.3 Verankerung

Bei der Hüfttotalendoprothese wird der Prothesenschaft, der Hüftkopf und die Hüftpfanne implantiert. Bei der Verankerung der Prothese gibt es drei Möglichkeiten. Prothesenschaft und – pfanne werden erstens zementiert oder zweitens zementfrei verankert. Die dritte Möglichkeit besteht in einer Kombination beider Verfahren, der Prothesenschaft wird zementiert und die Pfanne wird zementfrei implantiert, auch genannt „Hybrid“- Totalendoprothese. Vor- und Nachteile der Verfahren sind vielfältig und müssen vor jeder Implantation individuell abgeschätzt werden.

Die Anforderungen, die an eine Prothesenimplantation gestellt werden, haben Friedebold und Wolff (1987) so formuliert:

1. Gleichmäßige Krafteinleitung in den Knochen mit
2. Sollbeanspruchung des Knochens,
3. ausreichende Elastizität und Steifigkeit des Prothesenmaterials,
4. ausreichendes Bewegungsausmaß,
5. gute Körperverträglichkeit der verwendeten Materialien,
6. gute tribologische Eigenschaften (low-friction-Prinzip) und
7. stabile Sofort- und Dauerverankerung.

Hierdurch soll annähernd wieder ein physiologischer Zustand des Hüftgelenks erreicht werden (Friedebold G 1987).

Die vorherrschende Meinung heutzutage ist, dass bei Patienten über 70 Jahren bevorzugt zementierte Prothesen implantiert werden sollten. Begründet ist dies darin, dass die Wahrscheinlichkeit einer Prothesenlockerung bis das Lebensende erreicht ist, sehr gering ist (Willert HG 1993).

Die zementierte Variante besitzt den Vorteil, dass direkt postoperativ Belastungsstabilität vorliegt. Außerdem findet eine gute Kraftübertragung statt, aufgrund der großflächigen Haftung des Zements und das Infektionsrisiko wird minimiert durch die Beimischung von Antibiotika. Allerdings hat Zement die Eigenschaft zu altern, somit verliert er an Elastizität und lockert sich. Eine weitere negative Eigenschaft des Zements ist die hohe Temperatur bei der Aushärtung, dadurch entstehen möglicherweise Gewebenekrosen (Li C 2003).

Stehen Prothesenwechsel-Operationen an, ist der Arbeitsaufwand groß, um Zementreste zu entfernen, oft bleibt deshalb nur sehr wenig an Knochensubstanz übrig.

Wird die Prothese nicht zementiert, muss ein sogenanntes „Pressfit“ erreicht werden. Das bedeutet, dass der Prothesenstiel genau in den Femurknochen eingepasst wird. Erreicht wird dies dadurch, dass die Markhöhle zuvor mit Fräßen vorbereitet wird, die dem Originalschaft entsprechen. Beim Einbringen der Original-Prothese, die an der Oberfläche meistens mit einer Titanlegierung oder mit Hydroxylapatit beschichtet ist, verkantet sich diese in der vorgeformten Höhle und hat somit einen optimalen Sitz. Bei diesem Verfahren ist nicht sofort mit einer Belastungsstabilität zu rechnen, da der Knochen zuerst auf die Prothese zu- beziehungsweise in die Prothese einwachsen muss. Allerdings ist die Handhabung der Implantation von nicht-zementierten Totalendoprothesen unkomplizierter und so können konstantere klinische und radiologische Ergebnisse leichter erzielt werden.

Für die zementlosen Hüftpfannen gibt es unterschiedliche Verankerungssysteme. Diese reichen von konischen und sphärischen Schraubpfannen, über Metal-Backed-Pfannen, die aus einer Polyethylenpfanne und einem Metallmantel bestehen, bis hin zu „Pressfit“- Pfannen, das sind Pfannen, die sich im Becken verklemmen.

Bezüglich der Revisionsrate der Prothesenkomponenten konnte in einer Meta-Analyse von Morshed kein Unterschied zwischen zementierten und nicht-zementierten Modellen gefunden werden (Morshed S 2007).

Ein Sonderfall der Hüfttotalendoprothese ist die Oberflächenersatzprothese nach McMinn („Hüftkappe“, Birmingham Hip Replacement (BHR)). Die erste Implantation einer McMinn-Prothese fand 1991 statt.

Der Unterschied dieser Prothese besteht darin, dass weder Hüftkopf noch Schenkelhals reseziert werden. Der Hüftkopf wird so bearbeitet, dass er mit einer Metallkappe nur noch überkront werden muss. Es bleibt somit mehr Knochenmasse übrig, die im Hinblick auf eine Revisions-Operation sinnvoll sein kann. Die Hüftpfanne wird ebenfalls ersetzt, allerdings besitzt sie einen größeren Durchmesser als herkömmliche Endoprothesenpfannen, damit der Hüftkopf mit der McMinn-Kappe aufgenommen werden kann. Das bedeutet ein wesentlich schonenderes Verfahren, das speziell für jüngere Patienten geeignet ist.

2.4.4 Operativer Zugang

Grundsätzlich kann man bei der Schnittführung einen minimal-invasiven Zugang von einem konventionellen unterscheiden. Die konventionelle Schnittlänge beträgt typischerweise 15-20cm und die minimal-invasive Variante <10cm (Goldstein WM 2003). Die Vor- und Nachteile eines minimal-invasiven Zugangs werden kontrovers diskutiert. Wohlrab et al. fanden heraus, dass es zu einem schnelleren Heilungsprozess und einer geringeren Aufenthaltsdauer kommt, aufgrund geringerer Gewebe- und Muskelzerstörung und weniger postoperativen Schmerzen (Wohlrab D 2004). Auf der anderen Seite gibt es Studien, die belegen, dass, verglichen mit der konventionellen Schnittlänge, sich die Ergebnisse in Bezug auf den perioperativen Blutverlust, die Operationsdauer, die Aufenthaltsdauer und das Outcome, nicht von denen des minimal-invasiven Zugangs unterscheiden (Nakamura S 2004, Woolson ST 2004).

Prinzipiell stehen mehrere Zugangswege zur Hüftgelenkscapsel zur Verfügung. Hauptsächlich werden der antero-laterale (Jerosch J 2006), der posteriore und der direkt-laterale Zugang verwendet.

Bevorzugt angewendet wird der antero-laterale Zugang, er lässt eine optimale Orientierung und Komponentenplatzierung der Prothese zu, die Hüft-Abduktoren werden geschont und außerdem werden geringere Dislokationsraten beschrieben (Frndak PA 1993). Für den posterioren Zugang werden mehr Dislokationen beschrieben (Vicar AJ 1984), aber weniger Blutverlust (Roberts JM 1984) und signifikant kürzere Operationszeiten (Laffosse JM 2008) im Vergleich zum anterolateralen Schnitt.

2.5 Diagnosis-Related-Groups-(DRG)-System

Vor der Einführung des „Diagnosis Related Groups“ (DRG)-Systems wurden die stationären Krankenhausleistungen über kostendeckende, pauschale „tagesgleiche Pflegesätze“ vergütet. Dies funktionierte über das Selbstkostendeckungsprinzip, das 1972 durch das Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) eingeführt wurde. Es gab auch die Möglichkeit, eine Kostenerstattung rückwirkend zu erlangen, wenn die tatsächlich entstandenen Kosten höher waren, als die Vergütung. So konnte ein Krankenhaus kaum Verlust machen. Allerdings gab es diese rückwirkende Selbstkostendeckung ab 1987 nicht mehr, das eigentliche Prinzip blieb weiterhin bestehen.

Das bedeutete aber auch, dass nicht wirtschaftlich arbeitende Krankenhäuser keinen Anreiz hatten, effizienter zu arbeiten. 1994 wurde nach der Änderung der Bundespflegesatzverordnung (BPFV) die teilweise Abschaffung des Selbstkostendeckungsprinzips herbeigeführt. Nun gab es nur noch einen Anspruch auf „leistungsgerechte Erlöse“. Ab 1996 wurden ungefähr 20% der Krankenhausleistungen, hauptsächlich chirurgische Leistungen, über Fallpauschalen und Sonderentgelte abgerechnet. Am 22.12.1999 wurde durch das „GKV-Gesundheitsreformgesetz 2000“ beschlossen, ab 2003 „ein durchgängiges, leistungsorientierendes und pauschalierendes Vergütungssystem einzuführen“ (§ 17b Abs. 1, KHG).

Für die Einführung, Weiterentwicklung und Pflege des DRG-Systems in Deutschland, ist das „Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus“ (InEK) zuständig. Die Arbeitsfelder umfassen die Fallgruppenpflege, die Kodierung und aus ökonomischer Sicht, die Kalkulation. Diese Aufgaben sind ihm von den Selbstverwaltungspartnern, also der Deutschen Krankenhausgesellschaft, den Spitzenverbänden der Krankenkassen und dem Verband der Privaten Krankenversicherung, übertragen worden (Quelle: <http://www.g-drg.de>). Festgeschrieben wurde dieses Konzept 2002 im Rahmen des Fallpauschalengesetzes (FPG) und in einem neuen Gesetz, dem Krankenhausentgeltgesetz (KHEntgG), in dem auch die Optionsphase 2003 und die obligate Teilnahme am Vergütungssystem 2004 festgelegt waren. Ende 2004 gab es bereits die zweite Änderung im Fallpauschalengesetz. Ursprünglich war eine Phase von zwei Jahren geplant, die budgetneutral verlaufen sollte (2003, 2004) und eine Konvergenzphase, die drei Jahre (2005 bis 2007) dauern sollte. Diese Konvergenzphase wurde im Änderungsgesetz auf fünf Jahre verlängert. Bis 2009 wurden nun die krankenhausspezifischen Basisfallwerte an einen einheitlichen Basisfallwert je Bundesland angeglichen.

Seit dem 01.01.2003 können und seit dem 01.01.2004 müssen Krankenhäuser nach dem DRG-System abrechnen. Die „German Diagnosis Related Groups“ (G-DRG) wurden aus dem bereits bestehenden australischen DRG-System entwickelt und durch die Selbstverwaltungspartner an das deutsche Gesundheitssystem angepasst.

Die Vergütung durch das DRG-System soll nach dem Motto „gleicher Preis für gleiche Leistung“ stattfinden (<http://www.gkv-spitzenverband.de>). Um einem bestimmten „Fall“ genau eine korrekte DRG zuzuordnen, gibt es zertifizierte Grouper, die auf Grundlage des vom InEK bereitgestellten Definitionshandbuchs arbeiten. Dieses wird jährlich überarbeitet anhand der Datenlage des Vorjahres. Die Kapitel sind nach Hauptdiagnosegruppen (MDC, englisch: Major Diagnostic Category) geordnet und liefern Algorithmen zur korrekten Eingruppierung in eine DRG.

Der Grouper erfasst außerdem demographische und klinische Daten, sowie Diagnose- (ICD-10-GM) und Prozedurencodes (OPS). Die unterschiedlichen Schweregrade der Fälle werden durch die Erfassung der Haupt- und Nebendiagnosen berücksichtigt. Damit die Verschlüsselung von ICD-10-GM und OPS-Klassifikationen einheitlich geschieht, wurde vom Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus und den Selbstverwaltungspartnern ein eigenes Regelwerk, die Deutschen Kodierrichtlinien (DKR) erstellt. Auch diese werden ständig überarbeitet. Der Herausgeber der ICD-10-GM und OPS-Klassifikationen ist das Deutsche Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). Es steht dem InEK beratend zur Seite (<http://www.dimdi.de>).

Gibt man in die Datenerfassung eines solchen Groupers beispielhaft die Hauptdiagnose „primäre Coxarthrose“ (M16.1) und den dazugehörigen Prozedurenschlüssel für „Implantation einer Hüfttotalendoprothese“ (5-820.0-) und einen „normalen“ klinischen Verlauf ein, so erhält man die DRG „I47B“. („Revision oder Ersatz des Hüftgelenkes ohne komplizierende Diagnose, ohne Arthrodesse, ohne äusserst schwere CC, Alter >15 Jahre, ohne komplizierenden Eingriff“.) Hätte ein Fall nun relevante Nebendiagnosen, wäre die dazugehörige DRG „I05Z“. („Anderer großer Gelenkersatz oder Revision oder Ersatz des Hüftgelenkes ohne komplizierende Diagnose, ohne Arthrodesse, ohne komplexen Eingriff, mit äusserst schweren CC“.)

CC steht für Komplikationen und/oder Komorbiditäten, die in den Nebendiagnosen abgebildet werden und einen signifikant höheren Ressourcenverbrauch darstellen. In einem komplizierten Verfahren wird aus der Gesamtheit dieser Nebendiagnosen der PCCL-Wert (Patient Clinical Complexity Level), ein patientenbezogener Gesamtschweregrad, berechnet. Er kann nur ganze

Werte von eins bis vier annehmen. Der PCCL-Wert kann dazu beitragen, dass Fälle einer höhergruppierten DRG zugeordnet, und somit besser vergütet werden.

Wie wird nun der DRG-Erlös berechnet? Jede DRG hat eine Bewertungsrelation (cost weight), es ist das Erlösäquivalent, das für jede DRG individuell festgelegt wird. Deutlicher macht es der Ausdruck Relativgewicht. Die Summe der Relativgewichte aller erbrachten G-DRGs innerhalb eines Zeitraumes ist der Casemix (CM) und der Casemixindex (CMI) berechnet sich aus dem CM geteilt durch die Fallzahl. Der Basisfallwert wird durch das DRG-Budget dividiert durch den CM ermittelt. Der Basiserlös wird errechnet aus Basisfallwert multipliziert mit der Bewertungsrelation. Wie zum Beispiel die Bewertungsrelation für das jeweilige Jahr ist oder welche Zu- und Abschläge es für verlängerte oder verkürzte Verweildauern gibt, kann im Fallpauschalenkatalog des InEK nachgelesen werden.

Grundsätzlich findet eine fortlaufende Anpassung des DRG-Systems statt, um eine leistungsgerechte Verteilung der finanziellen Mittel für die erbrachten Krankenhausleistungen zu erzielen. Die methodische Grundlage zur Anpassung bietet das Kalkulationshandbuch, das auf Kosten- und Leistungsdaten von freiwillig an der Kalkulation teilnehmenden Krankenhäusern basiert. 2007 kam die aktuelle Version des Kalkulationshandbuchs 3.0 heraus.

Abweichend von dem Ausgangswunsch, dass jeder Fall zum gleichen Preis vergütet wird, gibt es mittlerweile sehr viele Ausnahmeregelungen. Psychiatrische und Psychosomatische Einrichtungen sind generell ausgenommen vom DRG-System. Für bestimmte Leistungen gibt es Zusatzentgelte, eine gesonderte Vergütung für „Neue Untersuchungs- und Behandlungsmethoden“ (NUB) oder es gibt Zuschläge bei den Basisfallwerten für Zentren oder Schwerpunktkrankenhäuser.

Tatsächlich wird durch die jährliche Überarbeitung, sowohl der DRGs als auch der Diagnosen- und Prozedurenschlüssel, eine immer differenziertere Abbildungsqualität der Krankenhausleistungen möglich sein. Im Bereich der Orthopädie und Unfallchirurgie konnten im DRG-System von 2009 einige Unstimmigkeiten beseitigt werden. Für Hüft-Endoprothesen wurde der OPS-Katalog um die differenziertere Kodierung von Kurzschaft Femurprothesen mit und ohne Pfannenprothese und um die Kodierung der Pfannenbodenplastik erweitert (Franz D 2009). Trotz allem müssen alle Teilbereiche des DRG-Systems auch weiterhin immer neu evaluiert und an Neuerungen im klinischen Bereich angepasst werden.

3. Material und Methoden

3.1 Patienten und Daten

Bei dieser retrospektiven Kohortenanalyse wurden insgesamt 584 konsekutive Patienten der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie aus den Jahren 2004 bis 2007, die eine Hüfttotalendoprothese (H-TEP) erhielten, ausgewertet. Insgesamt konnten von 510 Patienten (87,5%) die vollständigen Datensätze erhoben und ausgewertet werden. Analysiert wurden 257 Frauen und 253 Männer, im Alter von 23 bis 90 Jahren (Mittelwert $65,62 \pm 11,536$). Die Indikationen für die Operation sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tab. 1 Indikation für eine Hüfttotalendoprothese

Indikation	Absolute/Relative Häufigkeit
1) Coxarthrose	370/72,5%
2) Hüftkopfnekrose	26/5%
3) Fraktur	7/1,5%
4) Sonstige sekundäre Ursache	107/21%

Es erfolgte die Identifikation der Patienten im klinikeigenen Computersystem SAP ISH Med (SAP Walldorf, Germany), die Datensammlung geschah mittels Access Datenbank (MS Office Access, Microsoft Corporation, USA). Es wurden folgende Parameter erfasst:

- Fallnummer, Alter, Geschlecht
- Prothesentypen
- Verweildauer, Tage auf der Wachstation (IMC) und Intensivstation (ICU), OP-Dauer
- Anzahl der benötigten Konsile, Komorbiditäten, Laborparameter (Hb, CRP und Leukozyten zu bestimmten Zeitpunkten)
- Das Auftreten von: Tiefen Beinvenen Thrombosen (TVT), kardialen Komplikationen, Wundheilungsstörungen, Diabetes mellitus
- Größe, Gewicht, Body-Mass-Index
- ASA-Wert (Narkoserisikoabschätzung, American Society of Anesthesiologists)
- Verabreichte Erythrozytenkonzentrate (Fremdblut und Eigenblut), Thrombozytenkonzentrate, Fresh Frozen Plasma
- Operateur, OPS-Code, ICD-10-GM Code

- Revisionen
- DRG-Erlös

Die Daten wurden in eine Excel-Tabelle (MS Office Excel, Microsoft Corporation, USA) übertragen.

Es konnten 584 Patienten identifiziert werden. Patienten mit Sonderprothesen (zum Beispiel Tumorprothesen) wurden ausgeschlossen.

Im weiteren Verlauf mussten wegen inkompletter Datensätze noch 74 Patienten ausgeschlossen werden (12,5%).

Um wichtige Daten später leichter einer statistischen Auswertung zuführen zu können, sind bestimmte Nebendiagnosen oder Komplikationen binär mit JA/NEIN erfasst worden. So zum Beispiel die Frage nach Diabetes, Raucher, Wundheilungsstörungen, tiefer Venenthrombose und einer kardialen Komplikation während des stationären Aufenthaltes.

Kardiale Komplikationen umfassten sowohl myokardiale Ischämien, Herzrhythmusstörungen als auch die akute, dekompensierte Herzinsuffizienz, sofern sie therapeutische Konsequenzen nach sich zogen.

Weitere Komorbiditäten wurden als Text erfasst.

Die für die Kostenentstehung wesentlichen Aufenthalte wurden zu Intensivstation (internistisch, chirurgisch, neurologisch) und Wachstation (orthopädisch, chirurgisch) und orthopädische Normalstation zusammengefasst.

Die Erhebung der Laborparameter erfolgte präoperativ, am ersten postoperativen Tag sowie am vierten und zehnten Tag postoperativ. (Tabelle 2)

Tab. 2 Verteilung Laborparameter

Laborparameter	präoperativ	1. post-op Tag	4. post-op Tag	10. post-op Tag
Hämoglobin	X	X		
C-reaktives Protein	X		X	
Leukozyten	X			X

Bei den Konsiluntersuchungen wurde nur die absolute Zahl der Konsile erhoben.

Die Operateure wurden in zwei Gruppen aufgeteilt, in Assistenzärzte und Fachärzte.

Nach Erhebung der Prothesentypen, verteilten diese sich wie folgt:

Tab. 3 Verteilung der Prothesentypen

Zementfrei :	Zementiert :	Hybrid:	Total:
290 (56,75%)	56 (11%)	165 (32,25%)	511 (100%)

Die Angaben zu Gewicht, Größe, Raucher versus Nicht-Raucher und der ASA-Klassifikation wurden aus der anästhesiologischen SAP-Dokumentation gewonnen.

Fehlende Daten im SAP-System konnten nach Durchsicht der Akten bis auf wenige Fälle, die deshalb ausgeschlossen wurden, vervollständigt werden.

Die Recherche der verabreichten Blutprodukte (Erythrozytenkonzentrate, Thrombozytenkonzentrate, Fresh Frozen Plasma) erfolgte im abgetrennten Dokumentationssystem des Instituts für Hämostaseologie und Transfusionsmedizin des Universitätsklinikums des Saarlandes.

Datensätze über den tatsächlichen Erlös wurden durch das Dezernat II Medizin Controlling zur Verfügung gestellt und konnten somit den Patienten und den konkreten Fällen zugeordnet werden. Der Fallpauschalenkatalog sieht für einen Hüftgelenksersatz ohne äußerst schwere CC die DRG „I47B“ vor, und für einen Hüftgelenksersatz mit äußerst schwerer CC die DRG „I05Z“. Der Begriff „CC“ beschreibt Nebendiagnosen, die je nach Konstellation und Schwere vergütungsrelevant werden können.

Zur Vereinfachung der dem Klinikum entstandenen Kosten wurden folgende wesentliche Parameter erhoben:

- Aufenthalt Intensiv-/Wachstation
- Aufenthaltsdauer
- Verbrauch an Blutprodukten
- OP-Dauer
- Komplikationen (Wundheilungsstörung, tiefe Venenthrombose, kardiale Komplikationen)
- Revisionsoperationen
- Komorbiditäten
- ASA-Wert

- Prothesentypen

Die DRG-Gruppierung wurde zusammen mit der DRG-Grouperin der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie geprüft und für jedes Kalenderjahr einzeln erfasst.

Berechnung des Body-Mass-Index (BMI)

Für jeden Patienten wurde der Body-Mass-Index mit folgender Gleichung aus Größe und Gewicht berechnet:

$$\text{BMI} = \text{Körpergewicht in kg} : (\text{Körpergröße in m})^2$$

Einheit: (kg/m²)

Die Daten beziehen sich auf Größe und Gewicht des jeweiligen Patienten am Tag seiner Aufnahme.

Die Patienten wurden anhand ihres BMI in folgende Gruppen unterteilt:

Tab. 4 Unterteilung BMI

Klassifikation	BMI
Normalgewicht	18,5 - < 25
Übergewicht	25 - < 30
Adipositas Grad I	30 - < 35
Adipositas Grad II+III	≥35

3.2 Statistische Auswertung

Die ermittelten Daten wurden mit der Statistik-Software SPSS 11.5 (SPSS GmbH, München, Deutschland) ausgewertet. Die Auswertung wurde durch einen Statistiker geprüft (Dr. rer. med. T. Georg).

Für die Bewertung statistischer Tests wurde das statistische Signifikanzniveau auf 0,05 festgelegt, so dass ein p-Wert, der kleiner oder gleich 0,05 ist, als statistisch signifikant betrachtet wurde.

Von stetigen Variablen wurden als deskriptive Statistik Mittelwert, Median, Standardabweichung und Minimum und Maximum bestimmt und die folgende Schreibweise verwendet (Mittelwert ±

Standardabweichung [Minimum – Maximum]). Die grafische Darstellung von nominalen oder ordinalen Variablen erfolgte mit einfachen oder gestapelten Balkendiagrammen (z.B. Anzahl der Patienten pro BMI-Gruppe).

Für die Untersuchung der Korrelation zweier stetiger Variablen wurden Streudiagramme (gegebenenfalls auch Boxplots) verwendet und die Korrelationskoeffizienten berechnet (z.B. BMI versus DRG-Erlös). Da verschiedene Variablen mehrere Ausreißer aufwiesen, wurde der Spearman-Rang-Korrelationskoeffizient berechnet. Korrelationen betragsmäßig unter 0,3 sind als sehr schwach, zwischen 0,3 und 0,5 als relativ schwach zu bezeichnen gewesen. Mittlere Korrelationen lagen zwischen 0,5 und 0,7, starke zwischen 0,7 und 0,9. Im Fall einer perfekten Korrelation lag der Korrelationskoeffizient bei -1 bzw. $+1$.

Bei allen noch folgenden Variablen wurden immer sowohl die Abhängigkeit vom BMI als auch vom Alter bestimmt.

Für die Ermittlung der Abhängigkeit zwischen BMI/Alter und Blutprodukten, Prothesentypen wurde die lineare Regressionsanalyse benutzt. Die Korrelation von BMI/Alter und OP-Zeit, Operateur, Verweildauer, Anzahl der Komorbiditäten, ASA-Status wurden mittels des Spearman-Rang-Korrelationskoeffizienten r bestimmt und statistisch getestet. Die grafische Darstellung erfolgte durch Streudiagramme und Boxplots.

Um einen Vergleich zweier Patientengruppen hinsichtlich eines stetigen, normalverteilten Merkmals vorzunehmen (z.B. Zusammenhang zwischen BMI/Alter und den Komplikationen Tiefe Beinvenen Thrombose, kardiale Komplikationen, Wundheilungsstörung), verwendeten wir den t-Test für unabhängige Stichproben. Der gleiche Test wurde angewandt für den Zusammenhang BMI/Alter und Diabetes.

Da die Anzahl der Fälle für Revisionsoperationen und die Anzahl der Tage auf Intensivstation/Wachstation zu gering für eine statistische Auswertung war, erfolgte eine beschreibende Darstellung.

4. Ergebnisse

4.1 Demographische Daten

Es konnten insgesamt 510 Patienten mit einer primären Hüft-Totalendoprothese ausgewertet werden. Ein Patient ist aufgrund seiner Grunderkrankung während des Krankenhausaufenthaltes gestorben.

Die Kenndaten und die Häufigkeitsverteilung einzelner Merkmale der Patienten sind in Tabelle 4 aufgelistet.

Männer waren zu 49,6% vertreten, Frauen zu 50,4% (Tabelle 1).

Aus der Altersverteilung ergab sich ein Anteil von 41,8% an Patienten über 70 Jahren (Tabelle 2, Abbildung 1). Das durchschnittliche Alter lag bei $65,6 \pm 11,5$ Jahren. Die weiblichen Patienten der Studiengruppe waren mit $67,3 \pm 11,4$ Jahren signifikant älter als die männlichen mit $63,9 \pm 11,4$ Jahren ($p=0,001$) (Abbildung 1 und 2).

Tab. 1 Verteilung Geschlecht

Geschlecht	Absolute Häufigkeit	Prozent (%)
Männlich	253	49,6
Weiblich	257	50,4
Gesamt	510	100

Tab. 2 Altersverteilung, Häufigkeit

Altersgruppe	Absolute Häufigkeit	Prozent (%)
0-49	52	10,2
50-59	82	16,0
60-69	163	32,0
> 70	213	41,8

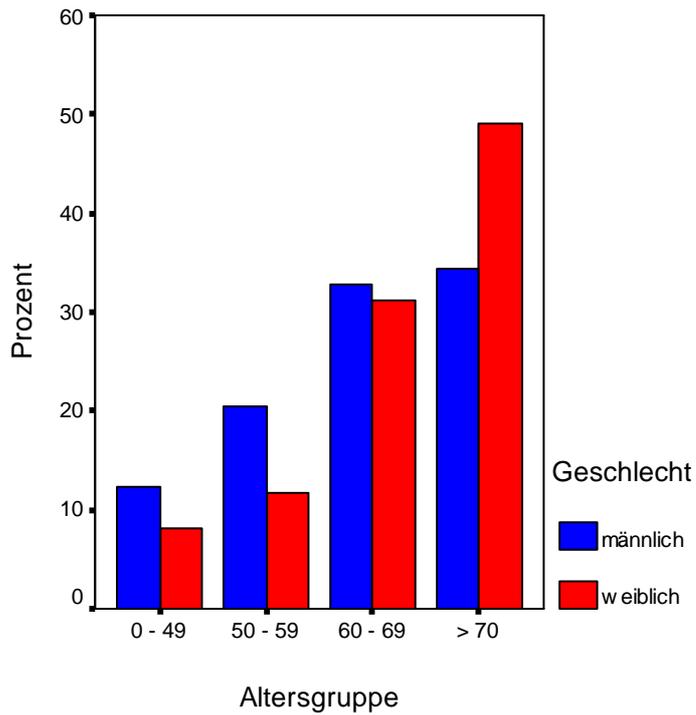


Abb. 1 Altersverteilung, grafisch

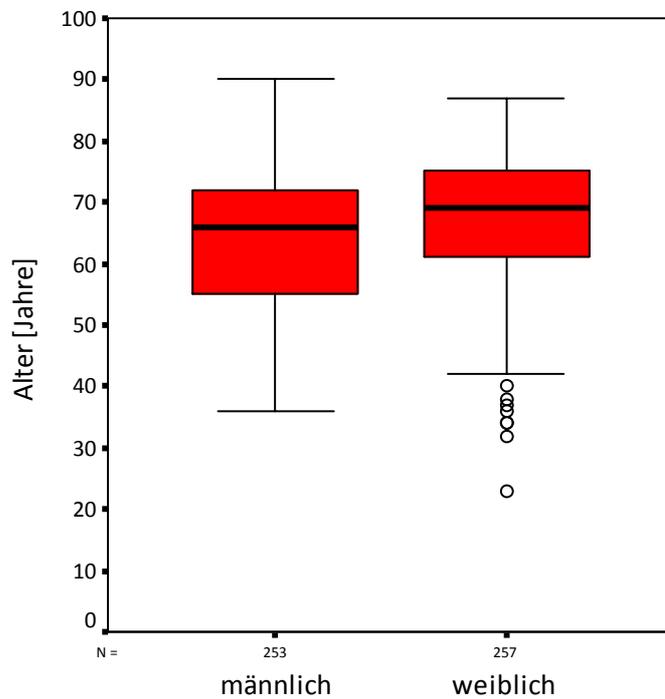


Abb. 2 Geschlechtsspezifische Altersverteilung

Das mittlere Körpergewicht aller Patienten betrug knapp 80 Kilogramm. Die leichteste Person wog 46 Kilogramm und das Maximalgewicht wurde bei 130 Kilogramm erreicht (Tabelle 4).

Die Größe der Patienten variierte von 1,34m bis 1,93m. Da der BMI ein Ergebnis aus Größe und Gewicht ist, ergab sich daraus für den BMI ein Mittelwert von 28,11.

Wie auch aus der Grafik (Abbildung 3) gut ersichtlich wird, bildete die Gruppe mit einem BMI von 25 - < 30, also die übergewichtigen Patienten, den größten Anteil mit insgesamt 43,3% (Tabelle 3). Hier überwog die Männerquote mit 45,8% im Gegensatz zu den Frauen mit 40,9%. Von den Männern hatten 27,3% einen BMI von 30 - < 35, bei den Frauen waren es in dieser BMI-Gruppe dagegen nur 18,7%. Einen BMI von ≥ 35 hatten immerhin noch 6,3% der Männer und 8,6% der Frauen. Der größte BMI, der erreicht wurde, war 43,07. Die Frauen überwogen eindeutig in der Gruppe der Normalgewichtigen (31,9%, Männer 20,6%). Insgesamt wiesen die Frauen häufiger einen Body-Mass-Index der Kategorien „Normalgewichtig“ und „leichtes Übergewicht“ auf.

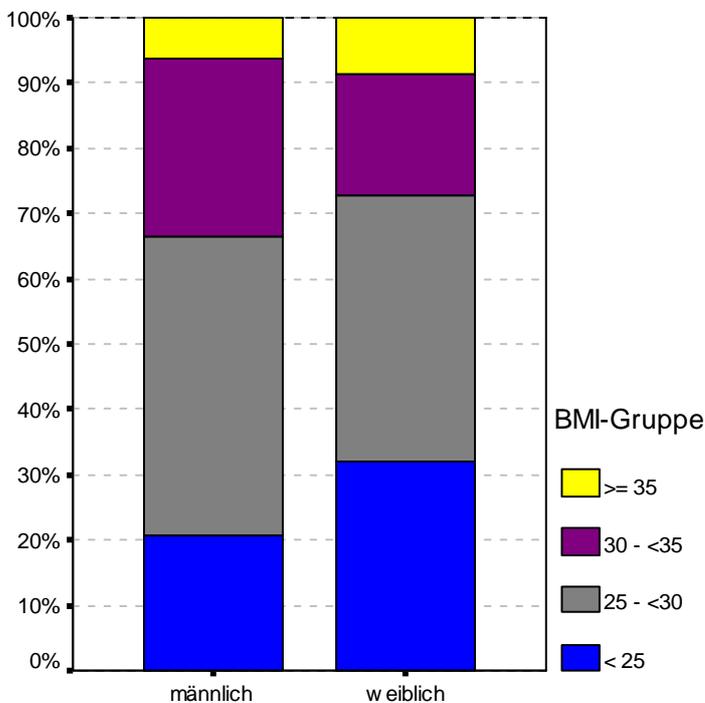


Abb. 3 Geschlechtsspezifische Verteilung der BMI-Gruppen

Tab. 3 Anzahl Männer/Frauen der unterschiedlichen BMI-Gruppen

BMI-Gruppe	Geschlecht				Gesamt	
	männlich		weiblich			
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
<math>< 25</math>	52	20,6	82	31,9	134	26,3
25 - <math>< 30</math>	116	45,8	105	40,9	221	43,3

30 - < 35	69	27,3	48	18,7	117	22,9
≥ 35	16	6,3	22	8,6	38	7,5
Gesamt	253	100	257	100	510	100

Eine Altersabhängigkeit des BMI konnte nicht festgestellt werden ($p=0,32$, $r=-0,044$). In Abbildung 4 ist die Verteilung der BMI-Werte in den unterschiedlichen Altersgruppen in einem Boxplot-Diagramm dargestellt. Die Mediane der einzelnen Boxplots weichen nur geringfügig voneinander ab.

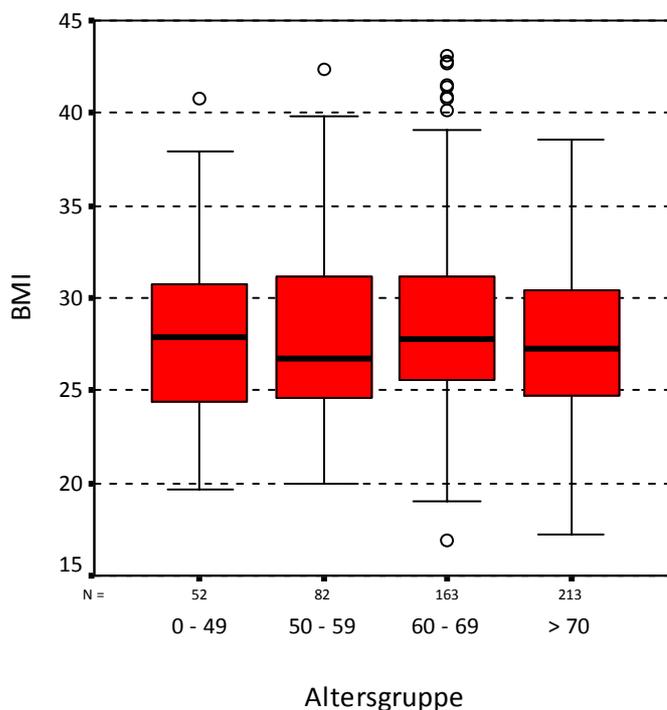


Abb. 4 BMI-Verteilung je Altersgruppe

Abbildung 5 zeigt ein Streudiagramm, aufgeteilt in Männer und Frauen. Es weist dem jeweiligen Alter eines Studienpatienten zum Zeitpunkt der Operation den dazugehörigen BMI-Wert zu. Für Männer ergab sich eine schwache, aber statistisch signifikante negative Korrelation von BMI und Alter ($p=0,047$, $r=-0,125$). Das heißt, mit steigendem Alter verringert sich bei Männern der BMI. Allerdings werden nur 2% der Variabilität durch das Alter erklärt (Bestimmtheitsmaß= $r^2=0,02$), ein großer Teil wird also durch andere Faktoren erklärt.

Bei den Frauen sieht man zwar einen leichten Anstieg der Regressionsgerade, jedoch ergab die Auswertung keine signifikante Korrelation des BMI mit dem Alter ($p=0,526$, $r=0,04$).

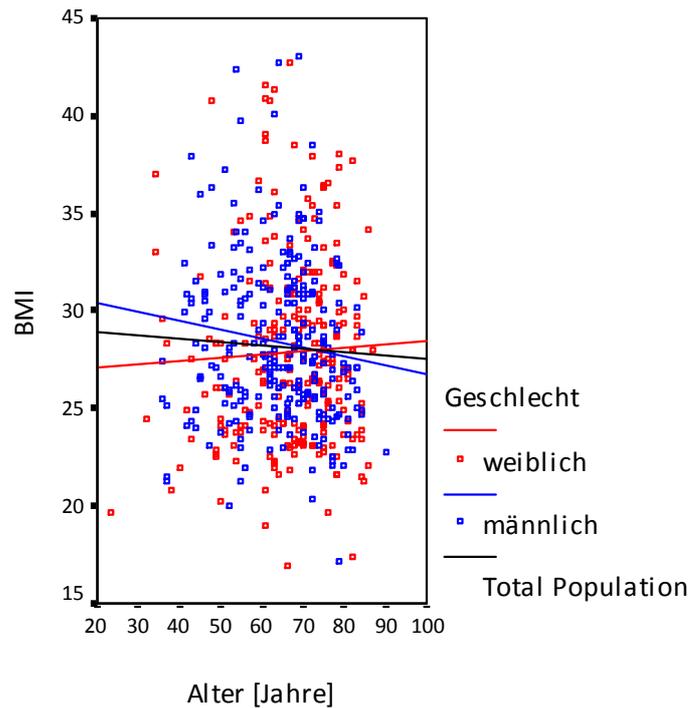


Abb. 5 BMI-Verteilung je Alter (in Jahren), geschlechtsspezifisch

4.1.1 Prothesentypen

Die Verteilung der Prothesentypen ergab, dass 57 Prothesen voll zementiert wurden, 290 wurden nicht zementiert und 163 Hybridprothesen, also teilzementierte Prothesen, wurden implantiert.

Es zeigte sich bei der Verteilung der Typen in Bezug auf den BMI (lineare Regressionsanalyse) kein signifikanter Unterschied ($p=0,472$), wohingegen mit zunehmendem Alter signifikant häufiger teilzementierte und voll zementierte Prothesen benutzt wurden ($p < 0,01$). Die Abbildungen 6 und 7 verdeutlichen diesen Aspekt.

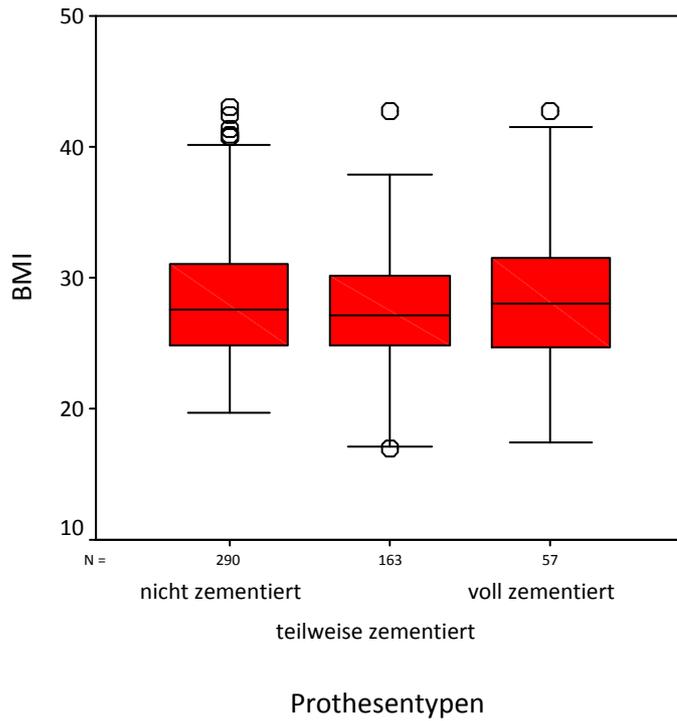


Abb. 6 BMI in Abhängigkeit vom Prothesentyp

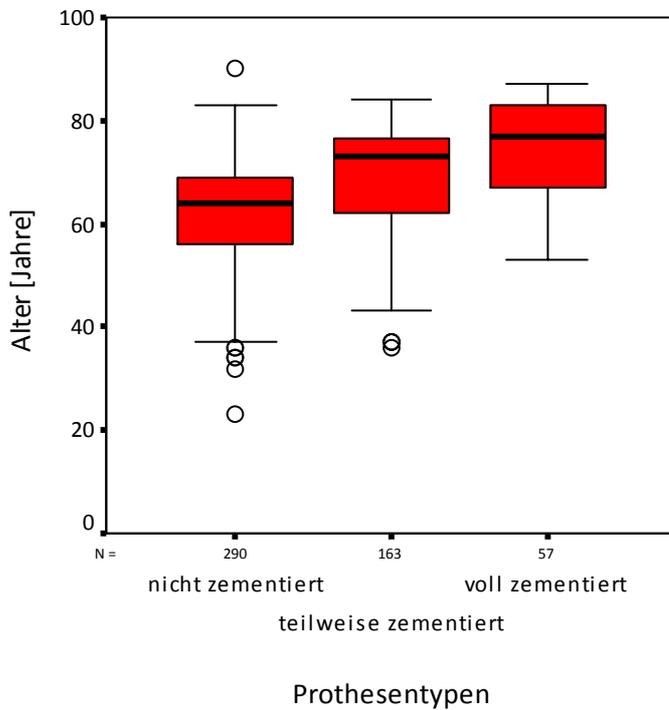


Abb. 7 Alter in Abhängigkeit vom Prothesentyp

4.1.2 Laborwerte

Der Mittelwert des Hämoglobins bei Aufnahme betrug 13,7mg/dl ($\pm 1,47$ [8,9mg/dl - 17,5mg/dl]). Dieser Wert liegt sowohl für Frauen als auch für Männer im Normbereich. Am ersten postoperativen Tag sank der Mittelwert auf nur noch durchschnittliche 9,53mg/dl ($\pm 1,29$ [1,4mg/dl – 13,5mg/dl]), das bedeutet eine Abnahme des Hämoglobinwertes um 30,5%.

Der Mittelwert für das CRP stieg von 5,93mg/l ($\pm 12,55$ [0,4mg/l – 222mg/l]) am Aufnahmetag auf 155,15mg/l ($\pm 64,41$ [1,2mg/l – 398,4mg/l]) am 4. postoperativen Tag an.

Auch die Leukozyten verbuchten einen Anstieg der Mittelwerte von $6,7 \cdot 10^9/l$ ($\pm 2,10$ [$3,1 \cdot 10^9/l$ – $27,6 \cdot 10^9/l$]) auf $8,67 \cdot 10^9$ ($\pm 3,00$ [$3,6 \cdot 10^9/l$ – $50,7 \cdot 10^9/l$]) am 10. postoperativen Tag (Tabelle 4).

Tab.4 Häufigkeitsverteilung

	N	Mittelwert	Median	SD*	Minimum	Maximum
Alter (Jahre)	510	65,62	68	11,54	23	90
OP-Dauer (min)	510	140,22	132	48,94	38	317
Verweildauer (Tage)	510	16,09	15	6,66	4	100
Tage auf Überwachungsstation	510	1,06	1	0,37	0	5
Tage auf Intensivstation	510				0	3
CRP bei Aufnahme (mg/l)	510	5,93	3	12,55	0,4	222
CRP bei Kontrolle (mg/l)	510	155,15	149,45	64,41	1,2	398,4
Hämoglobin bei Aufnahme (g/dl)	510	13,7	13,8	1,47	8,9	17,5
Hämoglobin bei Kontrolle (g/dl)	510	9,53	9,6	1,29	1,4	13,5
Leukozyten bei Aufnahme ($\cdot 10^9/l$)	510	6,7	6,4	2,10	3,1	27,6
Leukozyten bei Kontrolle ($\cdot 10^9/l$)	510	8,67	8,4	3,00	3,6	50,7
Gewicht (kg)	510	79,98	79,00	15,13	46	130
Größe (m)	510	1,69	1,68	0,09	1,34	1,93
BMI (kg/m²)	510	28,11	27,43	4,49	16,90	43,07
Anästhesiezeit (min)	510	49,77	48,00	12,26	20	172
Anzahl Erythrozytenkonserven	510	1,32	0,00	2,09	0	25
DRG-Erlös (€)	510	8003,22	7524,18	1913,46	3258,38	38485,23

*SD=Standard-Deviation=Standardabweichung

4.2 Kostenverursachende Faktoren

4.2.1 Verweildauer versus BMI und Alter

Die Auswertung ergab für die Verweildauer in Bezug auf den BMI keine statistisch signifikante Korrelation ($p=0,32$, $r=0,044$). Die Aufenthaltsdauer von Patienten mit einem höheren BMI war also durchschnittlich genauso lange, wie die eines normalgewichtigen Patienten (Abbildung 8).

Im Gegensatz dazu fand sich eine schwache, aber statistisch signifikante, positive Korrelation für die Verweildauer in Bezug auf das Alter ($p < 0,01$, $r=0,239$).

Die Streudiagramme (Abbildungen 8 und 9) sind logarithmisch eingeteilt, um die Ergebnisse besser zu veranschaulichen.

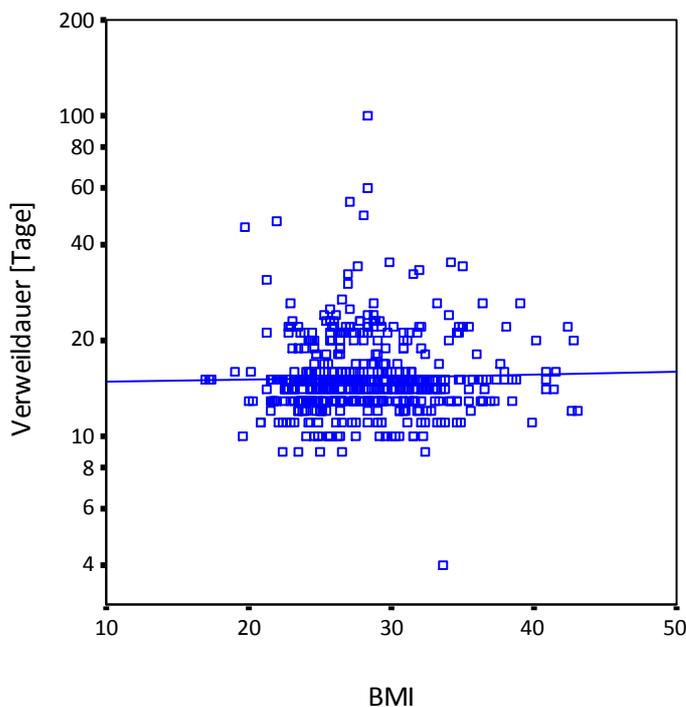


Abb. 8 Verweildauer (in Tagen) in Abhängigkeit vom BMI-Wert

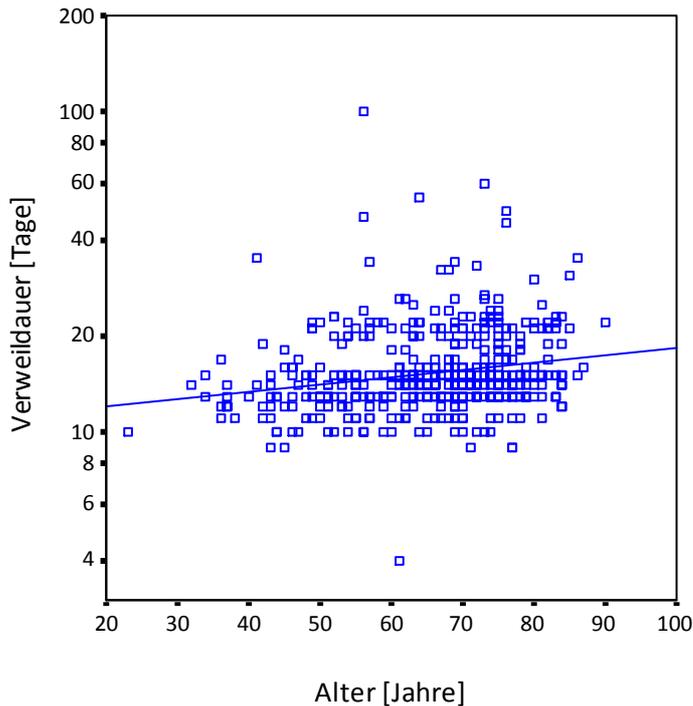


Abb. 9 Verweildauer (in Tagen) in Abhängigkeit vom Alter (in Jahren)

4.2.2 Verweildauer auf der Wach- und der Intensivstation

Normalerweise werden die Patienten postoperativ eine Nacht aufmerksamer betreut, um eventuellen Komplikationen rechtzeitig begegnen zu können. Dies geschieht auf der Wachstation der orthopädischen Klinik. Die Tabellen 5 und 6 zeigen die absoluten und relativen Häufigkeiten dieser Aufenthalte.

Tatsächlich waren 94,7% der Patienten postoperativ für eine Nacht dort untergebracht. Bei einem Patienten kam es aufgrund seiner Komorbidität im Rahmen der Operation zu erheblichen Komplikationen, sodass dieser sowohl fünf Tage auf der Überwachungsstation als auch einen Tag auf der Anästhesiologischen Intensivstation zubrachte.

Immerhin drei Patienten konnten postoperativ direkt auf die Normalstation verlegt werden.

17 (3,3%) Patienten verweilten zwei Tage auf der Wachstation, zwei davon mussten für einen Tag auf die Anästhesiologische Intensivstation. Von den vier (0,8%) Patienten, die drei Tage überwacht wurden, war einer für einen Tag auf der Anästhesiologischen Intensivstation. Ebenso war einer der beiden Personen, die vier Tage auf der Wachstation verweilten, für einen Tag auf der Anästhesiologischen Intensivstation. Das heißt, vier Patienten, die länger als eine Nacht auf der Wachstation waren, mussten auch intensivmedizinisch betreut werden.

12 Patienten (2,4%) waren insgesamt für einen Tag auf der Anästhesiologischen Intensivstation

und nur einer (0,2%) musste aufgrund einer dekompensierten Leberzirrhose mit massiver Gerinnungsstörung für drei Tage intensiv betreut werden.

Tab. 5 Aufenthaltsdauer Wachstation (in Tagen)

Aufenthaltsdauer Wachstation (in Tagen)	Häufigkeit	Prozent (%)
0	3	0,6
1	483	94,7
2	17	3,3
3	4	0,8
4	2	0,4
5	1	0,2
Gesamt	510	100

Tab. 6 Aufenthaltsdauer Anästhesiologische Intensivstation (in Tagen)

Aufenthaltsdauer Intensivstation (in Tagen)	Häufigkeit	Prozent (%)
0	497	97,5
1	12	2,4
3	1	0,2
Gesamt	510	100

Bei Patienten, die länger oder kürzer als einen Tag auf der Wachstation verweilten, ergab sich in Bezug auf die BMI-Gruppen folgende Verteilung (siehe Tabelle7).

Tab. 7 Anzahl Patienten pro BMI-Gruppe je Verweildauer

Aufenthalt Wachstation (in Tagen)	BMI-Gruppe 1 (<25)	BMI-Gruppe2 (25-<30)	BMI-Gruppe3 (30-<35)	BMI-Gruppe4 (≥35)
0	0	1	2	0
2	2	5	6	4
3	1	2	1	0

4	1	0	1	0
5	0	1	0	0

4.2.3 Operationsdauer versus BMI und Alter

Es bestand ein schwach positiver, statistisch signifikanter, linearer Zusammenhang zwischen der Operationsdauer und dem BMI ($p=0,015$, $r=0,107$). Allerdings wird der größte Teil der Zunahme der Operationsdauer nicht durch die Zunahme des BMI erklärt ($r^2=0,011$).

Auch zwischen der Operationsdauer und dem Alter bestand eine statistisch signifikante, jedoch schwach negative Korrelation ($p=0,002$, $r=-0,135$). In den Abbildungen 10 und 11 ist die positive und negative Steigung der Regressionsgerade grafisch dargestellt.

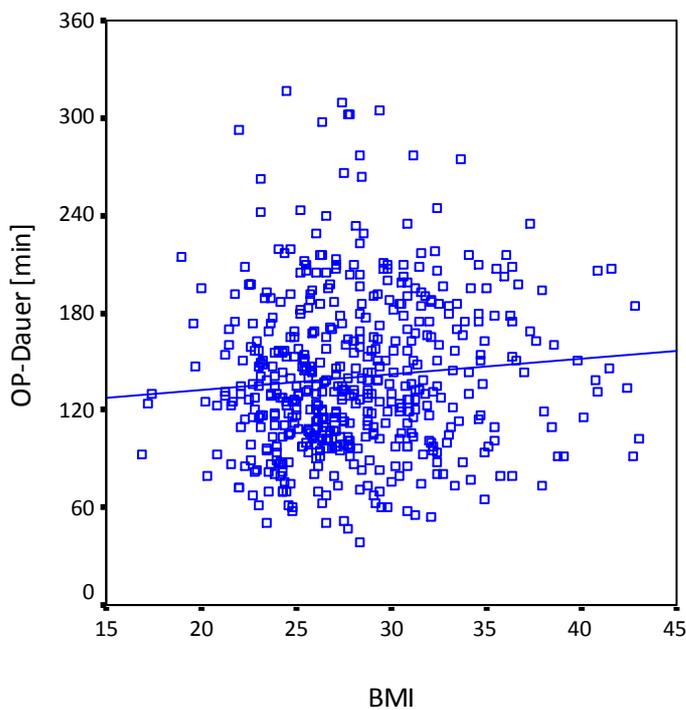


Abb. 10 Operationsdauer (in Minuten) in Abhängigkeit vom BMI-Wert

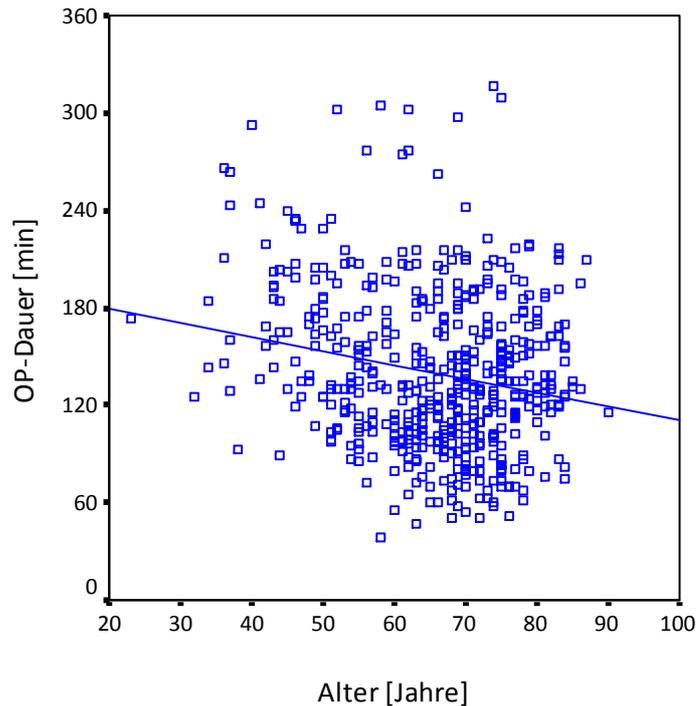


Abb. 11 Operationsdauer (in Minuten) in Abhängigkeit des Alters (in Jahren)

Die Operationsdauer wurde außerdem in Bezug auf den Operateur ausgewertet. Es wurden die Operationszeiten von erfahrenen Orthopäden (Chefarzt, Oberarzt) und die Zeiten der weniger erfahrenen Assistenzärzte in Abhängigkeit von BMI und Alter untersucht.

Bei den erfahrenen Orthopäden zeigte sich bezüglich der Operationszeit in Abhängigkeit des Alters eine schwache, aber statistisch signifikante, negative Korrelation ($p < 0,01$, $r = -0,291$). Der BMI hingegen hatte in dieser Gruppe keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Dauer der Operation ($p = 0,078$, $r = 0,09$).

Bei den weniger erfahrenen Operateuren konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationsdauer und dem Alter nachgewiesen werden, wohingegen mit steigendem BMI auch die Operationszeit statistisch signifikant zunahm ($p = 0,022$, $r = 0,201$). Allerdings werden nur 4% dieser Zeitzunahme durch den steigenden BMI erklärt (Abbildungen 12 und 13).

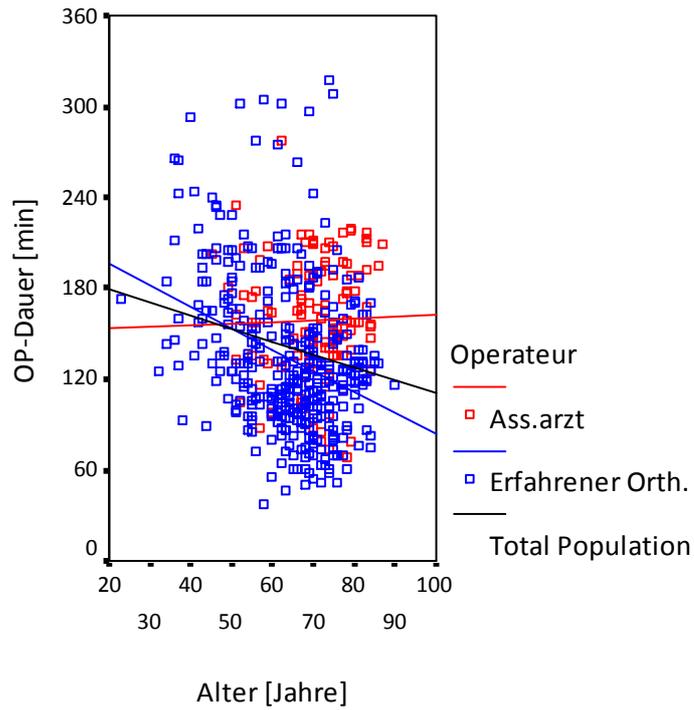


Abb. 12 Operationsdauer (in min) in Abhängigkeit des Alters (in Jahren) je Operateur

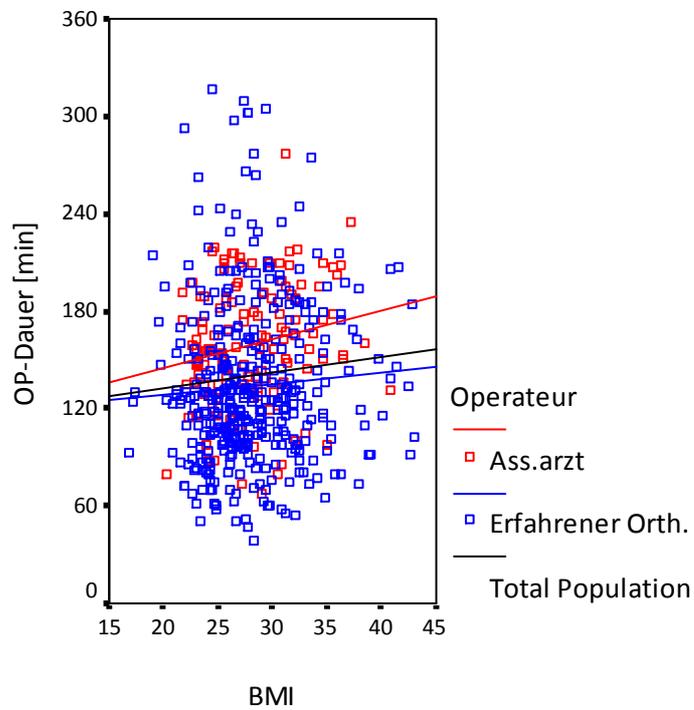


Abb. 13 Operationsdauer (in min) in Abhängigkeit des BMI (kg/m^2) je Operateur

4.2.4 Verbrauch an Blutkonserven

Aus Tabelle 4 (Seite 7) ist zu ersehen, dass im Mittel $1,32 \pm 2,09$ Erythrozytenkonzentrate (EK) pro Patient verbraucht wurden. Das Minimum lag bei Null, also keinem EK, das Maximum bei 25. Die Häufigkeit der einzelnen Vergabe zeigt Tabelle 8. Am häufigsten wurden keine Erythrozytenkonzentrate gegeben (55,3%), dagegen haben nur 3,7% der Patienten fünf oder mehr benötigt. Bei einem Patienten wurde ein Transfusionszwischenfall dokumentiert.

Tab. 8 Transfusionshäufigkeit Erythrozytenkonzentrate

Anzahl Erythrozytenkonzentrate	Fälle	
	N	Prozent (%)
keine	282	55,3
1-2	151	29,6
3-4	58	11,4
≥5	19	3,7
Gesamt	510	100

Zwischen dem BMI und dem Verbrauch von Erythrozytenkonzentraten gab es einen schwachen, trotzdem statistisch signifikanten negativen Zusammenhang ($p < 0,01$, $r = -0,169$). Wie aus Abbildung 14 ersichtlich ist, benötigten die Patienten mit einem geringeren BMI häufiger ein und/oder zwei, beziehungsweise drei und/oder vier Erythrozytenkonzentrate. Erst ab einem Verbrauch größer/gleich fünf Erythrozytenkonzentraten, liegt der Median des Boxplots wieder bei einem höheren BMI-Wert.

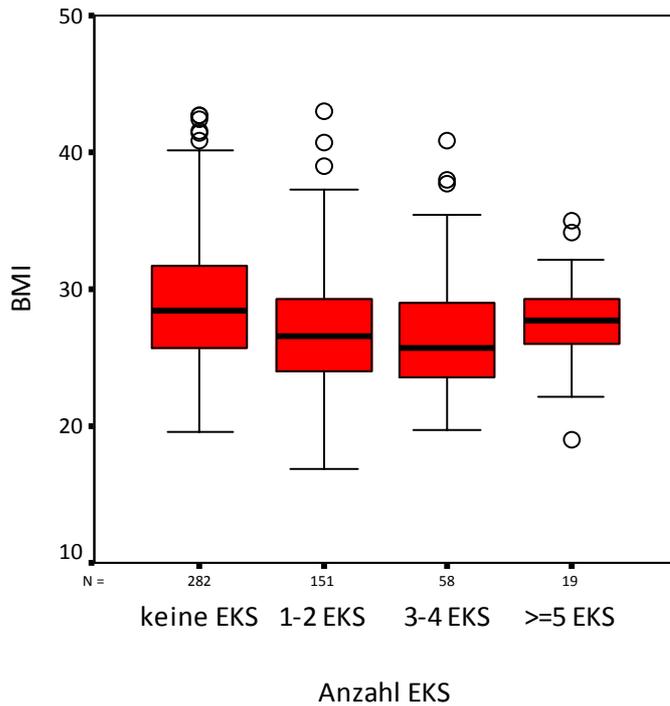


Abb. 14 BMI (kg/m^2) in Abhängigkeit vom Verbrauch an Erythrozytenkonzentraten

Das Alter korrelierte positiv, statistisch signifikant, mit dem Verbrauch von Erythrozytenkonzentraten. Je Anstieg des Alters um zehn Jahre, wurden durchschnittlich 0,3 Erythrozytenkonzentrate mehr benötigt ($p < 0,01$, $r = 0,36$). Abbildung 15 zeigt, dass erst ab einem Verbrauch von größer/gleich fünf Erythrozytenkonzentraten der Median des Boxplots nicht weiter ansteigt.

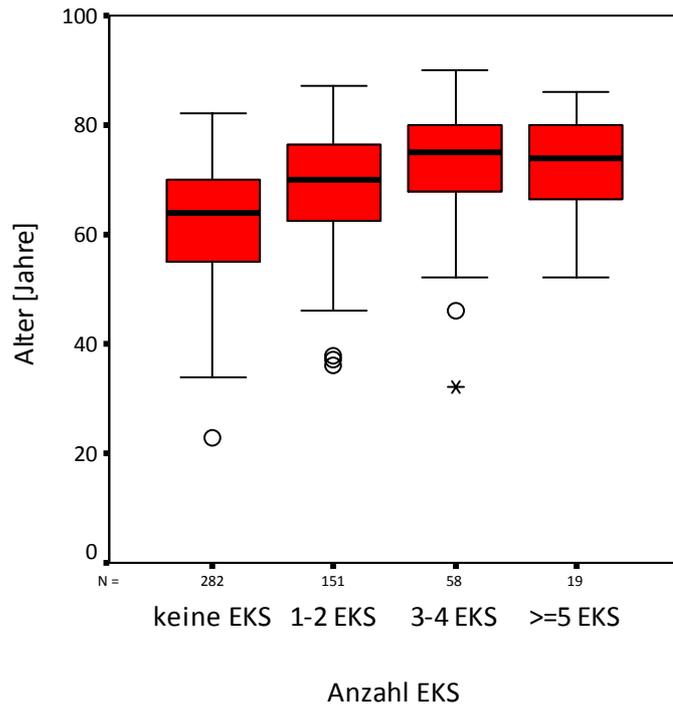


Abb. 15 Alter (in Jahren) in Abhängigkeit vom Verbrauch an Erythrozytenkonzentraten

Außer Erythrozytenkonzentraten wurde in manchen Fällen auch Eigenblut, nach vorheriger Spende, transfundiert. Insgesamt erhielten nur 52 Patienten, das entspricht circa 10% aller Patienten, eine Eigenbluttransfusion. Abbildungen 16 und 17 zeigen den Verbrauch in Bezug zum BMI und zum Alter der Patienten. Es waren eher jüngere Patienten mit einem etwas höheren Body-Mass-Index, die Eigenblut transfundiert bekamen.

Bei fünf Patienten konnte auf die Gabe von Thrombozytenkonzentraten nicht verzichtet werden und sieben Patienten erhielten Fresh Frozen Plasma (Tabelle 9).

Tab. 9 TK- und FFP-Verbrauch

Thrombozytenkonzentrate		Fresh Frozen Plasma	
Anzahl	Häufigkeit	Anzahl	Häufigkeit
0	505	0	503
1	2	1	1
2	2	4	3
8	1	6	1
		8	1
		10	1
Gesamt	510	Gesamt	510

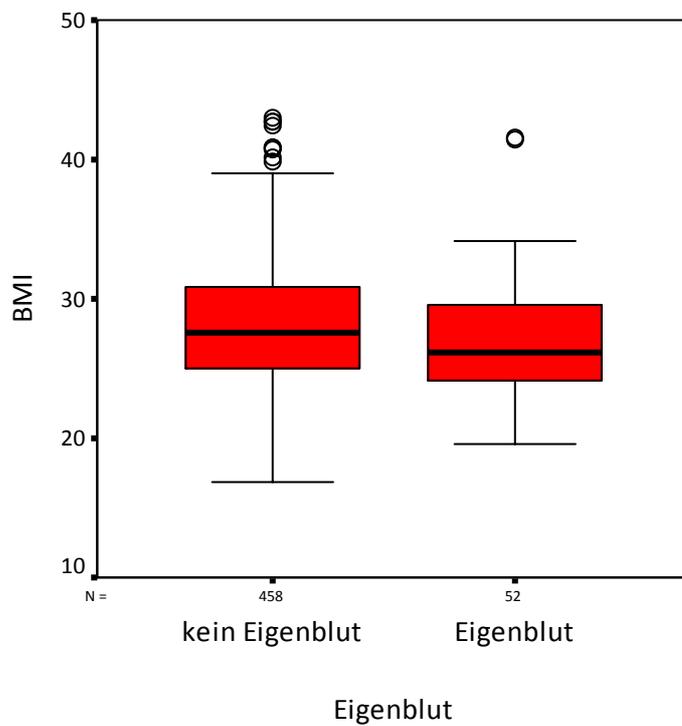


Abb. 16 BMI (kg/m²) in Abhängigkeit einer Transfusion Eigenblut

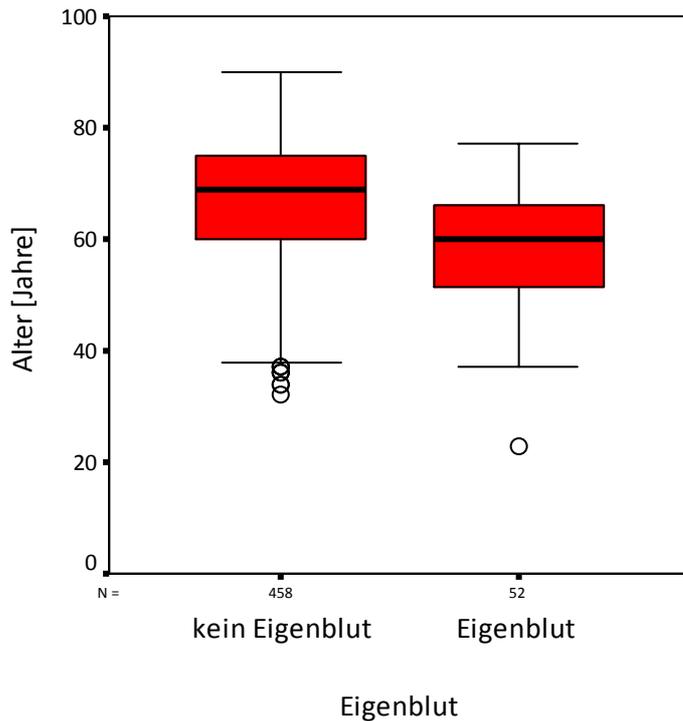


Abb. 17 Alter (in Jahren) in Abhängigkeit einer Transfusion Eigenblut

4.2.5 Komorbidität in Bezug auf BMI und Alter

Die Verteilung der Häufigkeit der kodierten Begleiterkrankungen zeigt Tabelle 10. Insgesamt über die Hälfte der Patienten hatte maximal zwei Komorbiditäten (52,5%). Fünf Patienten hatten acht und neun kodierte Begleiterkrankungen, das entspricht einer Häufigkeit des Auftretens von nur einem Prozent.

Tab. 10 Häufigkeitsverteilung der Komorbiditäten

Anzahl Komorbiditäten	Häufigkeit N	Prozent (%)
0	71	13,9
1	89	17,4
2	108	21,2
3	82	16,1
4	65	12,7
5	36	7,1
6	32	6,3

7	22	4,3
8	3	0,6
9	2	0,4
Gesamt	510	100

Es gab keine signifikante Korrelation zwischen der Anzahl an Komorbiditäten und dem BMI ($p=0,467$) (Abbildung 18). Hingegen konnte für den Zusammenhang zwischen der Anzahl an Komorbiditäten und dem Alter eine schwache, aber statistisch signifikante, positive Korrelation nachgewiesen werden ($p<0,01$, $r=0,35$) (Abbildung 19).

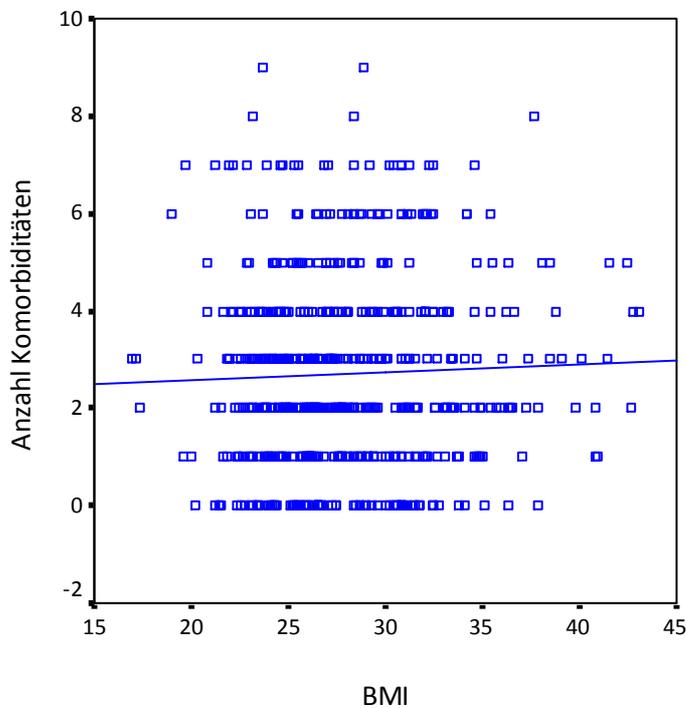


Abb. 18 Anzahl der Komorbiditäten in Abhängigkeit vom BMI (kg/m^2)

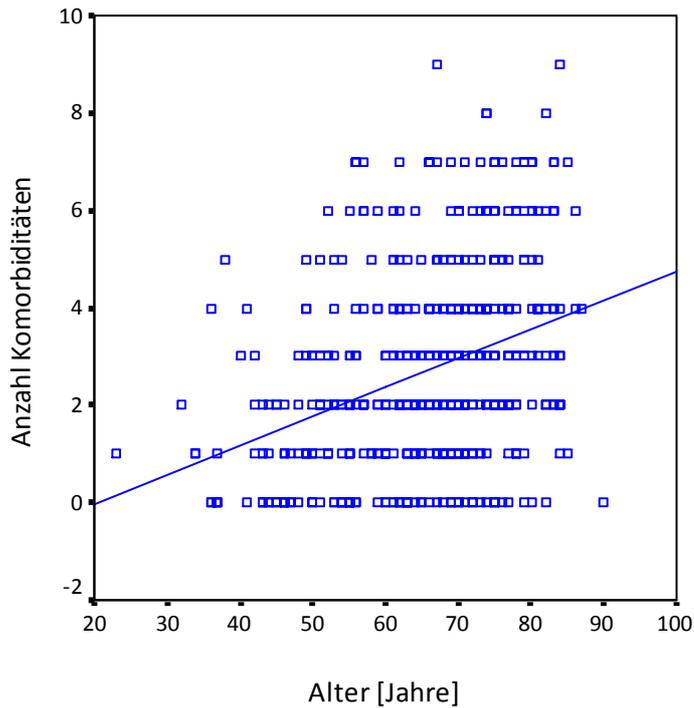


Abb. 19 Anzahl der Komorbiditäten in Abhängigkeit vom Alter (in Jahren)

Eine Sonderstellung unter den Komorbiditäten nimmt der Diabetes mellitus ein. Aufgrund seiner Ätiologie und Pathogenese, vor allem des Diabetes mellitus Typ II, ist die Wahrscheinlichkeit eines Auftretens, gerade unter den übergewichtigen Patienten, groß. Es gab insgesamt 81 Patienten, die an einem Diabetes mellitus litten.

Sowohl in Bezug auf den BMI als auch auf das Alter zeigte der t-Test für unabhängige Stichproben, dass der Zusammenhang statistisch signifikant war ($p < 0,01$). Übergewichtige und ältere Patienten hatten häufiger einen Diabetes mellitus (Abbildungen 20 und 21).

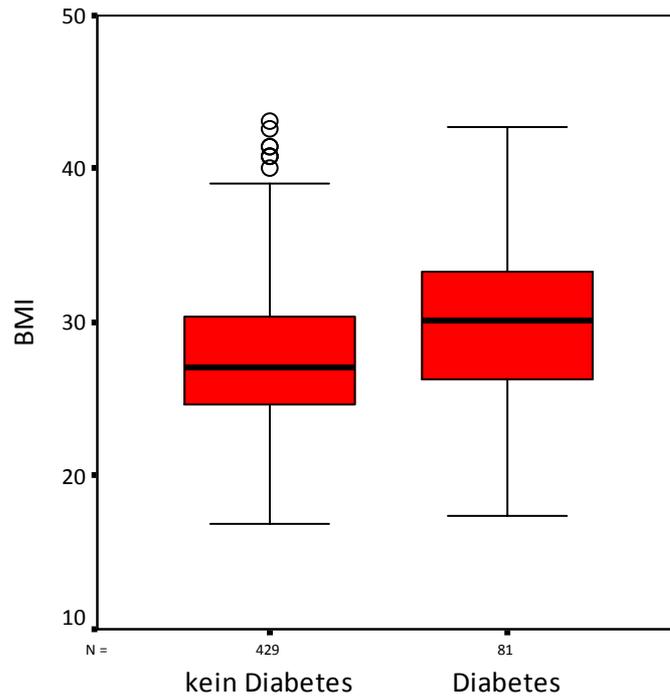


Abb. 20 BMI (kg/m²) in Abhängigkeit vom Auftreten eines Diabetes mellitus

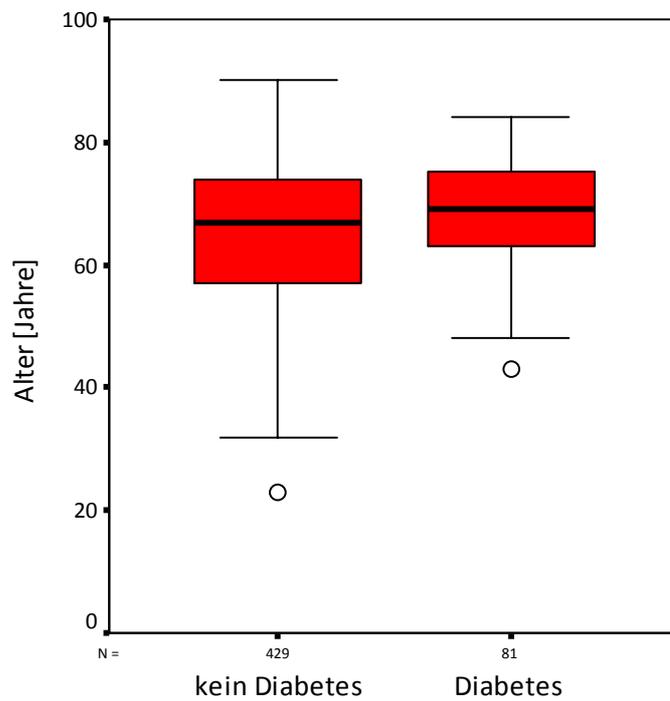


Abb. 21 Alter (in Jahren) in Abhängigkeit vom Auftreten eines Diabetes mellitus

4.2.6 Postoperative Komplikationen

Postoperativ traten unter den Patienten am häufigsten Wundheilungsstörungen auf (17,8%). Thrombosen waren seltener als kardiale Komplikationen (4,9%) und betrafen nur 2,4% der Patienten (Tabelle 11).

Tab. 11 Postoperative Komplikationen/Ereignisse

Ereignis trifft zu	Thrombose		Wundheilungsstörung		Kardiale Komplikationen	
	Häufigkeit	Prozent %	Häufigkeit	Prozent %	Häufigkeit	Prozent %
Ja	12	2,4	91	17,8	25	4,9
Nein	498	97,6	419	82,2	485	95,1
Gesamt	510	100	510	100	510	100

Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Thrombose und erhöhtem Body-Mass-Index eines Patienten war statistisch nicht signifikant ($p=0,146$), obwohl Abbildung 22 etwas anderes vermuten lässt.

Dagegen konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen einer Thrombose und dem Alter eines Patienten gezeigt werden ($p=0,015$). Je älter ein Patient zum Zeitpunkt der Operation war, desto häufiger war das Auftreten einer Thrombose (Abbildung 23).

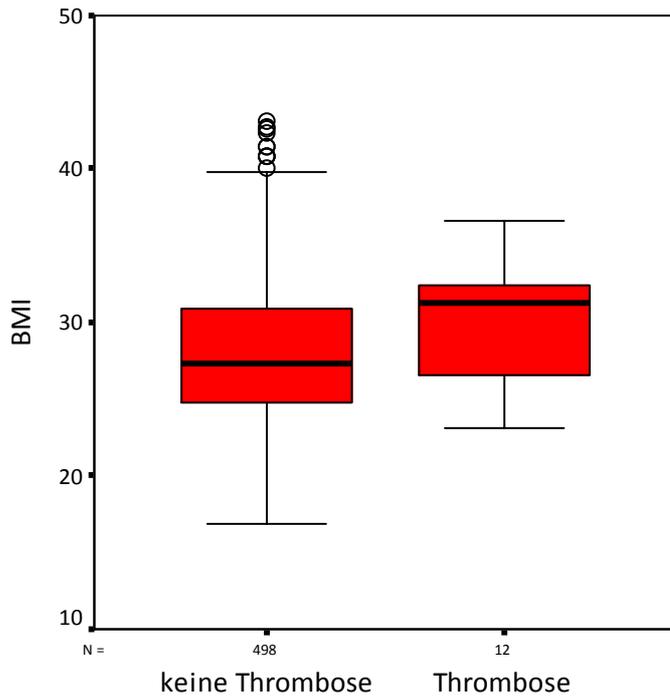


Abb. 22 BMI (kg/m^2) in Abhängigkeit vom Auftreten einer Thrombose

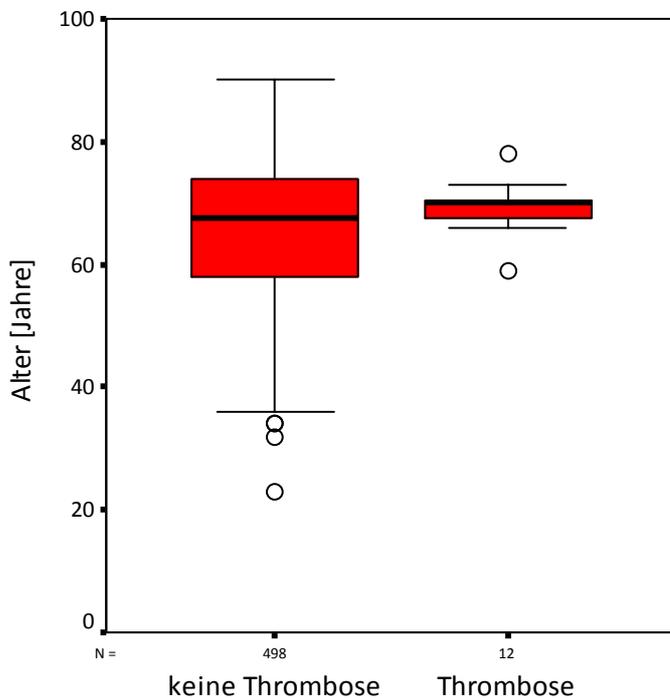


Abb. 23 Alter (kg/m^2) in Abhängigkeit vom Auftreten einer Thrombose

Auch für die Wundheilungsstörung konnte sowohl in Bezug auf den BMI ($p=0,12$) als auch auf das Alter kein statistisch signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden ($p=0,055$). Obgleich

ein Trend zu sehen ist, dass ältere Patienten häufiger zu Wundheilungsstörungen neigen, als jüngere (Abbildungen 24 und 25).

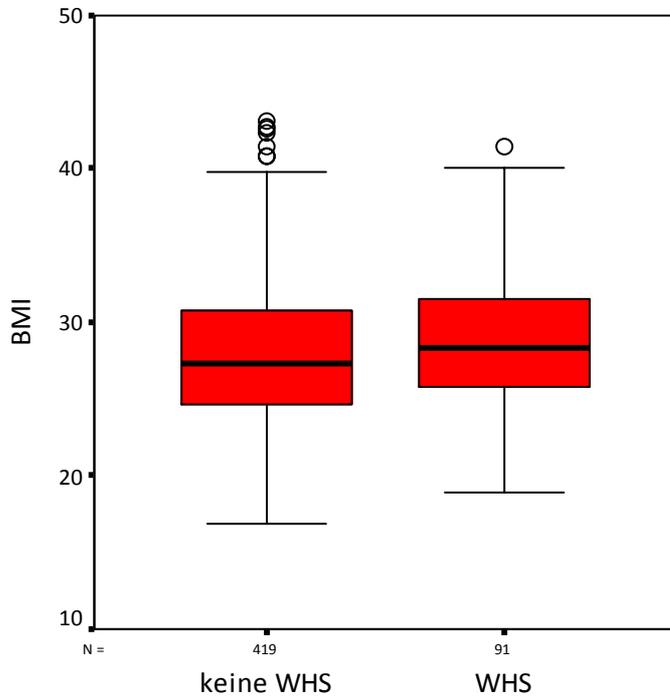


Abb. 24 BMI (kg/m²) in Abhängigkeit vom Auftreten einer Wundheilungsstörung

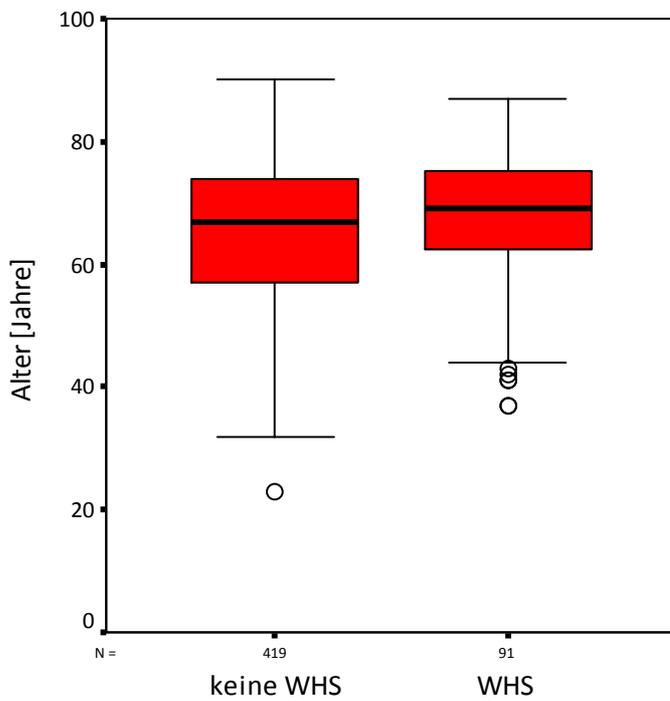


Abb. 25 Alter (in Jahren) in Abhängigkeit vom Auftreten einer Wundheilungsstörung

Kardiale Komplikationen zeigten ebenfalls keinen statistisch signifikanten Zusammenhang in Bezug auf den BMI ($p=0,191$) und das Alter ($p=0,069$) (Abbildungen 26 und 27).

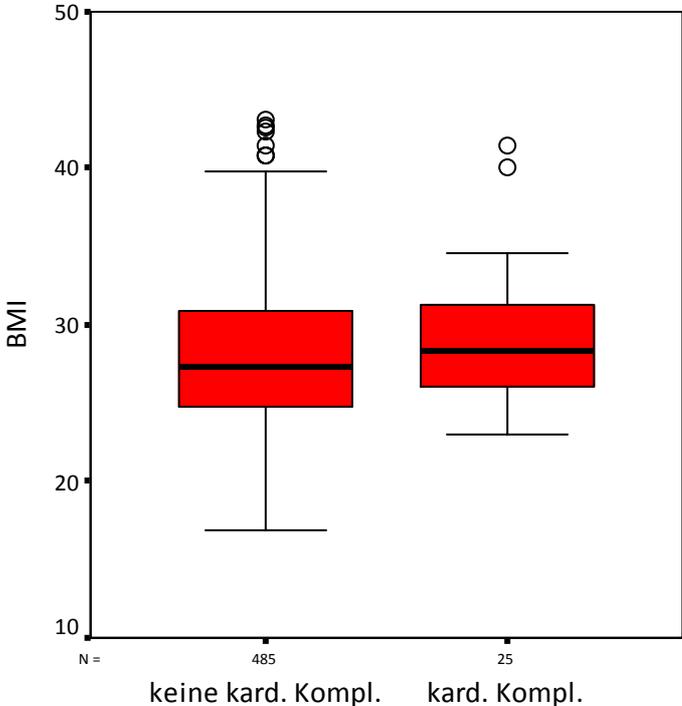


Abb. 26 BMI (kg/m^2) in Abhängigkeit vom Auftreten kardialer Komplikationen

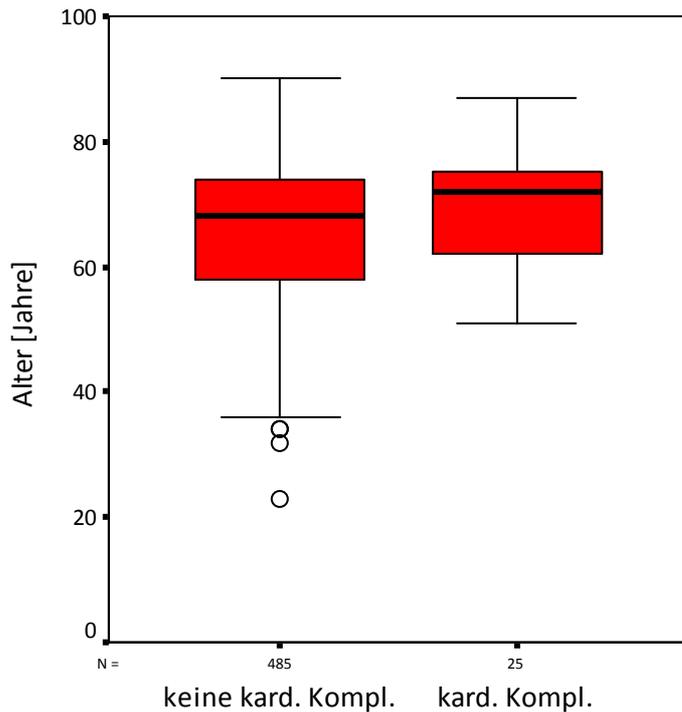


Abb. 27 Alter (in Jahren) in Abhängigkeit vom Auftreten kardialer Komplikationen

4.2.7 ASA-Status versus BMI und Alter

Über die Hälfte der Patienten erhielten nach der ASA-Klassifikation den Status zwei (57%) und noch knapp über ein Drittel erhielt ASA-Status drei (37,5%). Nur 4,7% wurden als „gesunde Patienten“ (ASA-Status eins) klassifiziert und weniger als ein Prozent wurde ASA vier eingestuft (Tabelle 12).

Tab. 12 Häufigkeitsverteilung: ASA- Status

ASA	Häufigkeit	Prozent(%)
1	24	4,7
2	291	57,0
3	191	37,5
4	4	0,8
Gesamt	510	100

Der ASA-Status ergab in Bezug auf den BMI eine schwache, dennoch statistisch signifikante, positive Korrelation ($p=0,01$, $r=0,113$). Das Boxplot-Diagramm macht diesen Sachverhalt deutlich (Abbildung 28).

Auch in Abhängigkeit des Alters konnte für den ASA-Status eine positive, statistisch signifikante Korrelation nachgewiesen werden ($p<0,001$, $r=0,352$). Das heißt, mit steigendem Lebensalter wurde häufiger ein höherer ASA-Status vergeben (Abbildung 29).

Beide Diagramme zeigen außerdem, dass der BMI der ASA-Status vier klassifizierten Patienten wieder zu niedrigeren Werten tendiert. Dieser Umstand ist auf die geringe Fallzahl von nur vier Patienten in dieser Gruppe zurückzuführen.

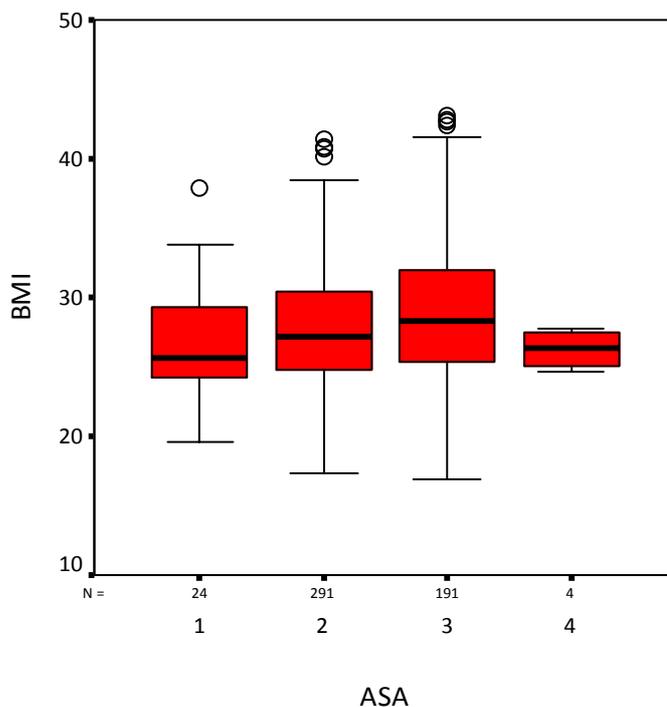


Abb. 28 BMI (kg/m^2) in Abhängigkeit vom ASA-Status

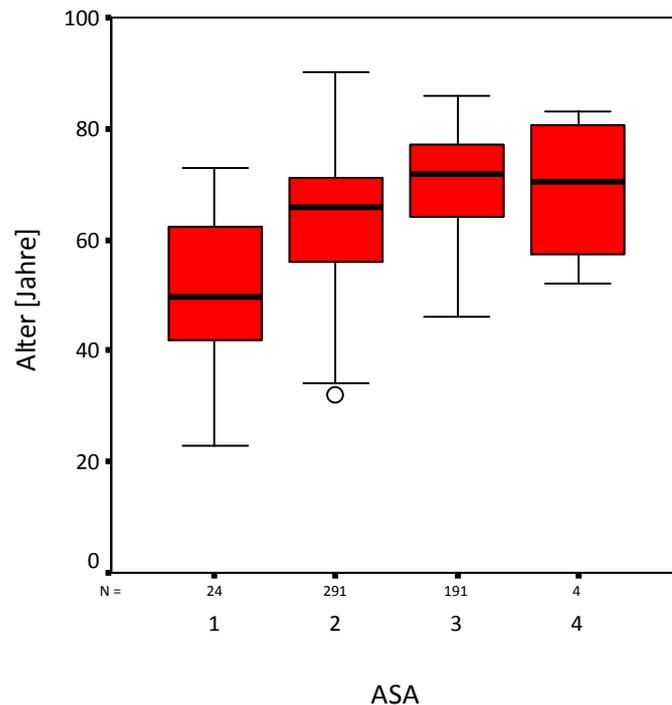


Abb. 29 Alter (in Jahren) in Abhängigkeit vom ASA-Status

4.2.8 Revisionen

Soweit erfassbar gab es insgesamt 12 Revisionen innerhalb eines Jahres nach der Operation. Bei sechs Patienten war die Ursache der Revision entweder ein tiefer Wundinfekt oder ein Hämatom. Ein Patient wies acht Monate postoperativ einen Spätinfekt auf. Zwei Patienten mussten aufgrund einer periprothetischen Fraktur revidiert werden. Eine Frühlockerung, eine Implantat-Lockerung nach einem Sturz und eine Irritation des umliegenden Gewebes durch Schraubenköpfe stellten außerdem Gründe für Revisionen dar.

4.3 DRG-Erlös versus BMI

Es gab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem DRG-Erlös und einem steigenden BMI-Wert ($p=0,255$). Abbildung 30 zeigt das zugehörige Streudiagramm, die Skala ist hier logarithmisch dargestellt. Man sieht, dass die Regressionsgerade fast waagrecht verläuft. Allerdings ergaben sich Unterschiede bei der geschlechtsspezifischen Betrachtung (Abbildung 31). Während Männer mit steigendem BMI keinen höheren DRG-Erlös erzielten ($p=0,558$), ergab sich für Frauen eine sehr schwache, aber statistisch signifikante, positive Korrelation ($p=0,039$,

$r=0,129$). Für die Berechnung wurde die Spearman-Rang-Korrelation verwendet, um eine größere Gewichtung der Ausreißer, die es bei den DRG-Erlösen gab, zu vermeiden.

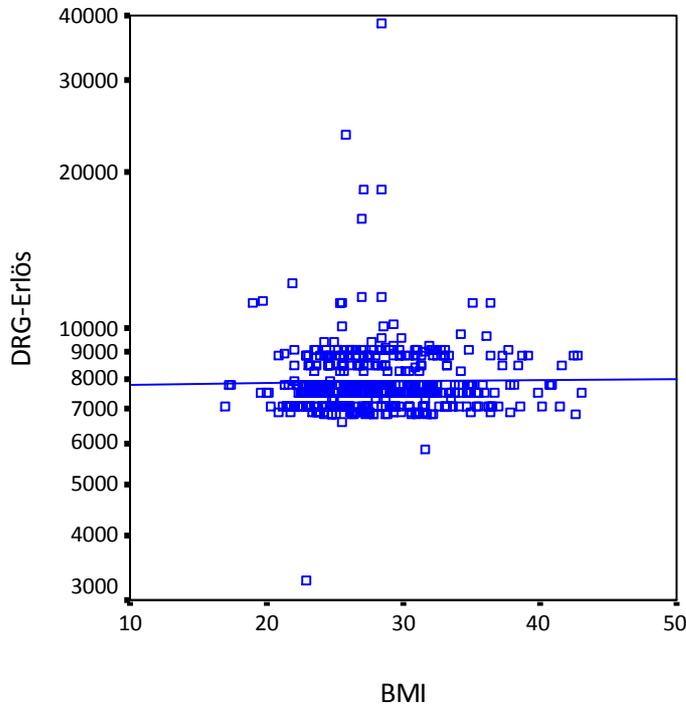


Abb. 30 DRG-Erlös (in €) in Abhängigkeit des BMI (kg/m²)

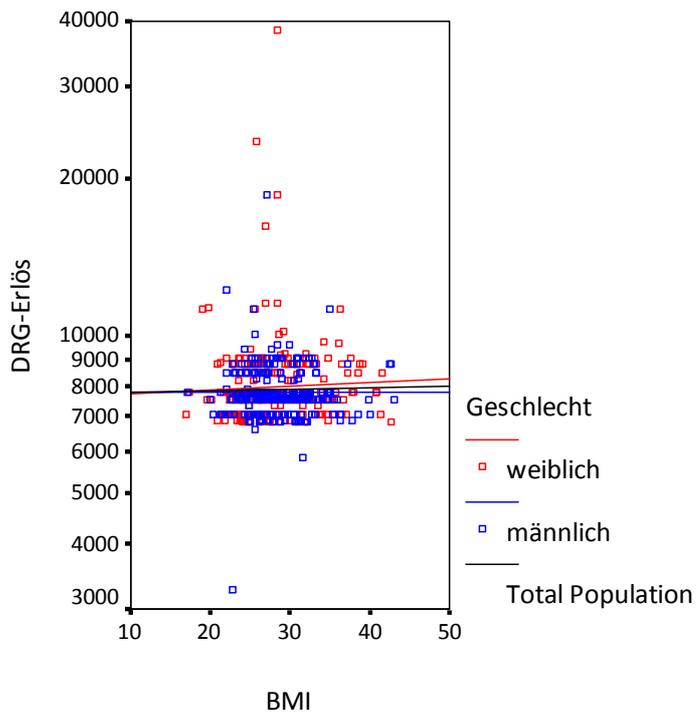


Abb. 31 Geschlechtsspezifisch: DRG-Erlös (in €) in Abhängigkeit des BMI (kg/m²)

5. Diskussion

Da die Zahl der übergewichtigen Personen, sowie die Rate an Endoprothesen in unserer Gesellschaft stetig zunehmen, spielt der Zusammenhang zwischen dem Body-Mass-Index (BMI) und dem Ressourcen-Verbrauch, bei diesen häufig durchgeführten Operationen im Krankenhaus, eine große Rolle.

Untersuchungsgegenstand der Studie waren deshalb Patienten, die elektiv eine primäre Hüft-Totalendoprothese (H-TEP) implantiert bekamen.

Die zentralen Kostenfaktoren bei der H-TEP-Implantation im Krankenhaus sind: alle Faktoren, die in Zusammenhang mit dem OP stehen, hauptsächlich jedoch die OP-Dauer, das Implantat, sowie die Dauer des Aufenthalts auf den jeweiligen Stationen (Intensivstation, Intermediate Care Station und Normalstation). Ein vernachlässigbar kleiner Teil der Kosten entsteht noch durch die diagnostischen Verfahren, wie Bildgebung und Labor.

Im Bereich „Station“ wurden die Verweildauern und die postoperativen Komplikationen wie Wundheilungsstörungen, kardiale Komplikationen und Tiefe Beinvenen Thrombosen als Kostenerzeuger erfasst.

Für den OP-Bereich wurden die Dauer der OP, die verwendeten Implantate, der ASA-Status und Revisionen erfasst. Für beide Bereiche zusammen wurden alle gegebenen Blutprodukte, wie Erythrozytenkonzentrate (EKs), Thrombozytenkonzentrate (TKs) und Fresh Frozen Plasma (FFPs) registriert.

Die Implantation einer H-TEP wird im deutschen Gesundheitssystem pauschalisiert vergütet. Krankenhäuser der Maximalversorgung haben einen überdurchschnittlichen Anteil an schwerer Erkrankten und adipöseren Patienten. Dementsprechend sollte die Frage beantwortet werden, ob in diesem Fall die Kosten für die Implantation einer H-TEP die DRG-Erlöse übersteigen.

Dass die Implantation einer H-TEP gewinnbringend sein kann, zeigte eine Studie, die im Jahr 2005 an insgesamt 8 deutschen Kliniken durchgeführt wurde. Es wurden Patientinnen ohne relevante Komorbiditäten im Alter von 65 bis 75 Jahren, bei denen eine H-TEP-Implantation durchgeführt wurde, analysiert. Im Durchschnitt wurden € 6767.36 durch die Eingruppierung in die zugehörige DRG Erlöst. Demgegenüber stehen Kosten von € 6365.20 pro Patient für den kompletten Krankenhausaufenthalt. Der Überschuss für das Krankenhaus betrug € 402.16 (Stargardt T 2008).

In der vorliegenden Studie wurde festgestellt, dass ein zunehmender BMI sich nicht in einer höheren DRG-Eingruppierung niederschlägt. Das wiederum heißt, dass auch übergewichtige und

adipöse Patienten in dieselbe „Diagnosis-Related-Group“ (DRG) eingruppiert wurden, wie normalgewichtige Personen.

Dieses Ergebnis gilt für die Gesamtkohorte. Allerdings konnte in der geschlechtsspezifischen Betrachtung durchaus ein Unterschied im Erlös bezüglich des BMI zwischen Frauen und Männern festgestellt werden. Bei Frauen korrelierte ein zunehmender BMI mit einem höheren Erlös im DRG-System. Dabei ist festzustellen, dass Frauen zum Zeitpunkt der Operation signifikant älter waren, als die männliche Kohorte und dadurch mehr Komorbiditäten bestanden, die den höheren Erlös bedingen.

Die Diagnose „Adipositas“ an sich, ist im DRG-System nicht „Comorbidity or complications“ (CC) relevant. Man sollte annehmen, dass adipöse Patienten aufgrund der größeren Anzahl an wesentlichen Komorbiditäten (Bray GA 1985, Namba RS 2005) und peri- beziehungsweise postoperativen Komplikationen einen höheren Erlös erzielen (Mantilla CB 2003, Sadr AO 2006).

In dieser Studie allerdings konnte für die Anzahl an Komorbiditäten kein Unterschied zwischen den vier BMI-Gruppen herausgearbeitet werden. Dieses Ergebnis wird dadurch limitiert, dass keine Aussage bezüglich der jeweiligen Diagnose oder dem Schweregrad der Diagnose getroffen werden kann, da nur die Anzahl an kodierten Diagnosen ausgewertet wurde. Die Anzahl wurde synonym verwendet für den Bedarf an Medikamenten, dem Arbeitsaufwand der Pflegekräfte und dem daraus resultierenden Ressourcenverbrauch.

Ob jedoch die Pflegekräfte durch adipöse und massiv adipöse Patienten mehr in Anspruch genommen werden, weil sie zum Beispiel länger mit der Lagerung beschäftigt sind oder auf zusätzliche pflegerische Hilfe beim Waschen, Lagern und Betten angewiesen sind, lässt sich nur schwer erfassen und wurde deshalb in unserer retrospektiven Studie nicht miteinbezogen. Es existiert eine sogenannte „Pflegepersonal-Regelung“ (PPR), die hauptsächlich für Krankenhäuser von Bedeutung ist, die an der Kalkulation der DRG's teilnehmen. Das Universitätsklinikum des Saarlandes ist kein an der Kalkulation beteiligtes Krankenhaus. Diese PPR unterscheidet Pflegekategorien, welche durch Pflegestufen, „Allgemeine Pflege“ (A1-A3) und „Spezielle Pflege“ (S1-S3), und Alter (Erwachsene/Kinder) eingestuft werden können. Jedoch sind die unterschiedlichen Pflegestufen so formuliert, dass allein aufgrund von Übergewicht oder Adipositas keine Einstufung in eine höhere Gruppe erfolgen würde.

Sehr wohl würden aber postoperative Komplikationen Einfluss auf die Pflegestufe nehmen, beziehungsweise zur Entstehung höherer Kosten beitragen.

In einer Studie von Thomas et al. konnte auf der einen Seite gezeigt werden, dass speziell adipöse Frauen mit einem BMI > 30, im Gegensatz zu Normalgewichtigen, bei

abdominalchirurgischen und gynäkologischen Eingriffen eine erhöhte Rate an Wundheilungsstörungen aufwiesen (Mantilla CB 2003, Sadr AO 2006, Thomas EJ 1997). Zwei Aspekte hierbei sind, dass es einerseits aufgrund der Adipositas zu einer geschwächten Immunabwehr kommt und andererseits die Durchblutung von Fettgewebe marginal ist. Hinzukommend muss man gerade in der Abdominalchirurgie mit einer längeren OP-Dauer durch einen erschwerten chirurgischen Zugangsweg bei adipösen Patienten zum OP-Gebiet rechnen. Allerdings zeigt auf der anderen Seite dieselbe Studie auch, dass bei anderen, nicht kardiochirurgischen Eingriffen, kein Zusammenhang zwischen Wundheilungsstörungen und steigendem BMI besteht, was sich mit dem Ergebnis der von uns erhobenen Daten deckt (Thomas EJ 1997).

Die häufigste festgestellte Komorbidität war der Diabetes mellitus. Der Zusammenhang zwischen zunehmendem BMI und dem Auftreten eines Diabetes mellitus war statistisch signifikant.

Bei erhöhtem BMI manifestiert sich gehäuft das sogenannte Metabolische Syndrom. Dies würde eine erhöhte Rate an peri- oder postoperativen kardialen Komplikationen erklären.

In der vorliegenden Studie konnte kein signifikanter Unterschied, in Bezug auf kardiale Ereignisse zwischen den einzelnen BMI-Gruppen festgestellt werden.

Dieses Resultat deckt sich mit den Ergebnissen aus der Literatur (Jiganti JJ 1993, Senker W 2011). Das Auftreten der Tiefen Beinvenenthrombose (TVT) im Zusammenhang mit der Adipositas wird widersprüchlich diskutiert. Die vorliegende Arbeit zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen BMI und TVT. Zum gleichen Ergebnis kommen auch neuere Studien, die ebenfalls keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen einer TVT und dem BMI sehen (Andrew JG 2008). In einer Match-Control Studie von Mantilla et al. korrelierte das Auftreten einer TVT oder einer Pulmonalarterien-Embolie statistisch signifikant mit einem höheren BMI und einer ASA-Klassifikation größer gleich drei (Mantilla CB 2003). Die divergierenden Ergebnisse der Studien sind auf die unterschiedliche Medikation zur Thrombembolieprophylaxe zurückzuführen. Guan et al. zeigte bei fast der Hälfte aller Patienten (47,4%) nach einer H-TEP- oder K-TEP-Implantation eine TVT. Sowohl das Alter als auch der BMI der Patienten mit TVT waren signifikant höher als Alter und BMI bei den Patienten ohne TVT. In dieser Studie wurde jeder Patient präoperativ und postoperativ (7.-10. Tag) mit einem farbcodierten Doppler-Ultraschallgerät an beiden unteren Extremitäten auf Thromben untersucht (Guan Z 2006). Dieses Studiendesign erklärt die Diskrepanz zu den oben genannten Studien.

In unserer Arbeit wurden nur klinisch symptomatische Patienten auf eine TVT untersucht. Bei diesen Patienten wurde eine Farb-Doppler-Untersuchung zur Diagnosesicherung einer TVT

durchgeführt. Bei 2,4% der Patienten konnte eine TVT nachgewiesen werden. Diese Werte sind mit den vorliegenden Literaturergebnissen vergleichbar (Andrew JG 2008, MantillaCB 2003).

Patienten werden bereits präoperativ mit an ihre Vorerkrankungen angepassten gerinnungshemmenden Medikamenten eingestellt. Bei fehlenden Risikofaktoren erfolgt dies mittels niedermolekularem Heparin, bei entsprechenden Indikationen auch mit spezifischen gerinnungshemmenden Substanzen. Risikopatienten können im Aufklärungsgespräch identifiziert werden und in Absprache mit einem Hämostaseologen die geeignete Thromboseprophylaxe erhalten.

In der vorliegenden Untersuchung wurden nur Patienten mit einer gesicherten TVT berücksichtigt. Verdachtsfälle bei denen eine TVT ausgeschlossen werden konnte, wurden nicht berücksichtigt.

Es konnten keine statistisch signifikanten Korrelationen zwischen Komorbiditäten, postoperativen Komplikationen und dem BMI herausgearbeitet werden. Patienten mit höherem BMI zeigten keinen signifikant höheren Ressourcenverbrauch bei den untersuchten Parametern.

Patienten mit extremer Adipositas (WHO Grad III (BMI > 40)) bedeuten aufgrund ihrer eingeschränkten Bewegungsfähigkeit eine enorme Mehrbelastung für Pflege und Physiotherapie. Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum nur insgesamt zehn Patienten mit einem BMI über 40 operiert. Dadurch ist eine statistisch korrekte Aussage über diese Patientengruppe aufgrund der geringen Fallzahl nicht möglich.

Ein guter Prädiktor für die peri- und postoperative Morbidität und Mortalität ist die Klassifikation der „American Society of Anaesthesiologists“ (ASA-Score) (Cullen DJ 1994).

In unserer Studie war der Zusammenhang zwischen dem ASA-Status und steigendem BMI statistisch signifikant.

In Europa wird den Kosten für Implantate mit 34%, gefolgt von Personalkosten mit 20,9% und den Kosten für die Operation mit 12,9%, der Hauptanteil der Gesamtkosten zugeordnet (Stargardt 2008). Für eine H-TEP-Implantation werden voll zementierte, nicht zementierte und teil-zementierte (Hybrid-) Totalendoprothesen verwendet. Die Literatur gibt unterschiedliche Angaben zu der Kostenverteilung der unterschiedlichen Implantate an. Während Laupacis et al. keinen Unterschied bei den Kosten zwischen einem zementierten und einem nicht-zementierten Implantat fand (Laupacis A 1994), so wird in anderen Studien sowohl diskutiert, dass

zementierte Implantate teurer sind als nicht zementierte (Barrack RL 1996), als auch vice versa (Unnanuntana A 2009).

In dieser Studie war die Wahl des Implantats nicht vom BMI abhängig. Das heißt, alle drei verwendeten Prothesentypen wurden gleichwohl bei normalgewichtigen wie auch bei übergewichtigen und adipösen Patienten implantiert. Somit entstanden keine höheren Kosten in Abhängigkeit vom BMI.

Bei der Untersuchung der Operationsdauer ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen BMI-Gruppen. Die Operationsdauer ist definiert als die Zeit zwischen dem Hautschnitt und dem Wundverschluss. Bei der Ermittlung der entstehenden Kosten wird der Preis pro OP-Minute berechnet. Die Operationsdauer stieg in der vorliegenden Studie mit zunehmendem BMI statistisch signifikant an ($p=0,015$). Allerdings konnte nur ein sehr geringer Teil der Zunahme der OP-Dauer mit der Zunahme des BMI erklärt werden ($r^2=0,011$). Die Dauer einer Operation unterliegt neben dem BMI noch vielen weiteren Faktoren, wie dem Ausbildungsstand des Operateurs, dem gewählten operativen Zugangsweg und der gewählten Verankerungsart.

Die Verlängerung der OP-Dauer bei hohem BMI ist vergleichbar mit den Ergebnissen aus der Literatur (Andrew JG 2008, Batsis JA 2009). Zum einen wird bei Adipösen für den Zugangsweg zum OP-Gebiet eine längere Zeit benötigt, das gleiche gilt für den Verschluss der Operationswunde. Zum anderen ist der OP-Situs weniger gut einzusehen, sodass die einzelnen operativen Schritte mehr Zeit benötigen.

Bei H-TEP Operationen kommt es regelmäßig zu substitutionspflichtigen Blutverlusten (Toy PT 1992). In manchen Studien wurde für extrem adipöse Patienten ($BMI > 40$) ein größerer Blutverlust angegeben, als für Normalgewichtige (Jibodh SR 2004), bei gleicher Rate an Bluttransfusionen (Bowditch MG 1999) beziehungsweise sogar geringerer Rate (Andrew JG 2008). Jedoch wurde in unserer Studie ein statistisch signifikanter negativer Zusammenhang zwischen dem BMI und der Transfusion von Erythrozytenkonzentraten (EK) nachgewiesen ($p<0,01$). Mit zunehmendem BMI wurden weniger Erythrozytenkonzentrate transfundiert. Eine mögliche Ursache für den niedrigeren Transfusionsbedarf könnte im höheren Gesamtblutvolumen bei Adipositas begründet sein.

Auf die Gabe von teuren Gerinnungspräparaten, wie Thrombozytenkonzentraten oder Fresh Frozen Plasma, musste nur in wenigen Fällen zurückgegriffen werden. Hier konnte aufgrund der geringen Anzahl keine statistische Signifikanz in Bezug auf den BMI herausgearbeitet werden.

Auch in der Literatur finden sich keine spezifischen Hinweise über den Verbrauch von sonstigen Gerinnungspräparaten.

Ein relevanter Kostenfaktor stellen sowohl der gesamte Krankenhausaufenthalt als auch der Aufenthalt auf einer Wach- und-oder Intensivstation dar.

Weder für die Verweildauer noch für die Aufenthaltsdauer auf der Wach- oder Intensivstation konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen BMI-Gruppen gezeigt werden. Für eine H-TEP Implantation liegt die mittlere Verweildauer in der vorliegenden Studie bei $16,09 \pm 6,66$ Tagen was dem bundesdeutschen Durchschnitt entspricht, Stargardt ermittelte für 2005 eine mittlere Verweildauer von $16,2 \pm 2,3$ Tagen (Stargardt T 2008).

Unsere Ergebnisse decken sich mit den Resultaten anderer Studien, bei denen kein Unterschied der Verweildauer zwischen den einzelnen BMI-Gruppen gefunden wurde (Batsis JA 2009). Batsis et al. werteten von 1996 bis 2004 insgesamt 5642 Patienten an einem U.S. amerikanischen Krankenhaus aus, die elektiv eine H-TEP bekamen. Es ergab sich bezüglich der Krankenhausverweildauer und der Aufenthaltsdauer auf Intensivstation kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Normalgewichtigen und Übergewichtigen, beziehungsweise adipösen Patienten (Batsis JA 2009).

Kontrovers wird dies in anderen, allerdings älteren Studien, diskutiert (Epstein AM 1987, Sadr AO 2006). In einer schwedischen Studie fanden sich im Erhebungszeitraum von 1969 bis 1992 im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten eine um 4,7% bei Übergewichtigen (BMI 25-29.9) und eine um 7% bei Adipösen (BMI >30) verlängerte Verweildauer bei H-TEP-Implantationen. Die tatsächliche mittlere Verweildauer erhöhte sich von neun Tagen bei normalgewichtigen Patienten auf zehn Tage bei Patienten mit einem BMI >25 ($p=0,001$). Es waren ausschließlich Männer Gegenstand der Untersuchung, Frauen wurden ausgeschlossen, und die Studienpopulation bestand ausschließlich aus Industriearbeitern. Es kann somit nicht unbedingt ein Rückschluss auf die Gesamtbevölkerung gezogen werden.

Allerdings war nur ein kleiner Teil von 12,6% der Probanden tatsächlich adipös, hatten also einen BMI von > 30 (Sadr AO 2006), während in der vorliegenden Studie bereits 33,6% der Männer einen BMI von > 30 haben.

In der vorliegenden Untersuchung konnten im Zeitraum 2004 bis 2007 nur insgesamt zwölf Revisionen bei insgesamt 513 ausgewerteten H-TEP-Operationen erfasst werden. Eine signifikante Korrelation zwischen BMI und Revisionsrate ließ sich nicht zeigen. Revisionen wurden nur erfasst, wenn sie als zusätzliche Information unter derselben Fallnummer wie die

primäre H-TEP eingefügt waren, oder innerhalb des Zeitraumes 2004 bis 2007 als H-TEP-Revision unter demselben Namen wie die primäre H-TEP zu finden waren. Spätere Revisionen beziehungsweise extern durchgeführte Revisionen konnten nicht erfasst werden. In anderen Studien wurden zwar insgesamt höhere Revisionsraten gezeigt, jedoch wurden auch hier keine signifikanten Korrelationen zwischen BMI und Revision gefunden (McCalden RW 2011, McLaughlin JR 2006).

Das Hauptziel der Untersuchung war, den Ressourcenverbrauch in Zusammenhang in Abhängigkeit des BMI darzustellen. Neben dem BMI wurde auch das Alter der Patienten erhoben. Das Alter hat entscheidenden Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit, aufgrund einer Hüftarthrose eine H-TEP-Implantation zu benötigen (Karlson EW 2003). Ein erhöhter Anspruch an die Lebensqualität und der Erhalt der Funktionalität eines Gelenkes bis ins hohe Alter haben einen wichtigen Stellenwert in der Gesellschaft eingenommen. Somit werden auch zunehmend Patienten höheren Alters mit einer Hüft-Endoprothese versorgt. In dem untersuchten Patientengut konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten und dem Ressourcenverbrauch gezeigt werden. Dies gilt sowohl für die Gabe von Erythrozytenkonzentraten als auch für die Verweildauer.

Zunehmendes Alter verursacht einen Ressourcenverbrauch und damit höhere Kosten pro Krankenhausaufenthalt. Sowohl in Bezug auf die Verweildauer, als auch auf den Erhalt von Erythrozytenkonzentraten konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit dem Alter gezeigt werden ($p < 0,01$). Ältere Patienten haben mehr Komorbiditäten ($p < 0,01$). Es treten signifikant häufiger tiefe Venenthrombosen ($p = 0,015$) auf. Für Wundheilungsstörungen und kardiale Komplikationen konnte nur ein Trend gezeigt werden. Cullen et al. zeigten eine verlängerte Verweildauer und eine höhere Rate an Komplikationen bei H-TEP-Implantationen für ältere Patienten (Cullen DJ 1994), ebenso konnte in einer anderen Studie herausgestellt werden, dass ältere Patienten signifikant mehr Komorbiditäten aufweisen (Armitage JN 2010). Hatzidakis et al. zeigten, dass ältere Patienten ein höheres Risiko haben, eine Bluttransfusion zu benötigen, als jüngere Patienten (Hatzidakis AM 2000).

Das Alter hat einen entscheidenden Einfluss auf die Selektion des Implantats. Mit zunehmendem Alter wurden signifikant mehr teilzementierte und voll zementierte Prothesen implantiert. Unsere Ergebnisse decken sich mit den Angaben aus der Literatur, die für zementierte Prothesen bei älteren Patienten den Vorteil darin sieht, dass die Wahrscheinlichkeit einer Prothesenlockerung bis zum Lebensende sehr gering ist (Fevang BT 2010, Willert HG 1993).

Bezüglich der in der vorliegenden Studie statistisch signifikanten Verkürzung der Operationsdauer bei älteren Patienten, findet sich keine ähnliche Untersuchung in der Literatur.

Die Studie wird durch einige Faktoren limitiert. Die Ergebnisse beziehen sich auf Patienten einer Universitätsklinik. Hier werden sowohl gesunde Patienten als auch vermehrt Hochrisiko-Patienten behandelt. Es wurde festgestellt, dass die Verweil- und OP-Dauer, die Rate an Komplikationen und die Kosten für eine H-TEP-Implantation mit der Größe des Krankenhauses beziehungsweise mit der Anzahl an Operationen korreliert (Lavernia CJ 1995). Je größer das Krankenhaus war, beziehungsweise je mehr Operationen ein Operateur pro Jahr durchführte, desto kürzer war die Verweil- und OP-Dauer, desto weniger Komplikationen, verminderter Blutverlust und geringere Kosten traten auf (Lavernia CJ 1995, Yasunaga H 2009). Die exakten dem Krankenhaus anfallenden Kosten lassen sich aufgrund fehlender Daten nur näherungsweise beziffern. Deshalb kann der eigentliche Ressourcenverbrauch bei adipösen Patienten unterbewertet worden sein. Faktoren, wie der Materialverbrauch im OP, zusätzliche Lieferung von Nahrungsmitteln oder die Beschaffung von Spezialbetten, die für extrem adipöse Patienten zugelassen sind, wurden nicht berücksichtigt. Ebenso wenig konnte der Aufwand für die Physiotherapie und erhöhte pflegerische Maßnahmen einkalkuliert werden.

Eine weitere Beschränkung ergibt sich durch den retrospektiven Charakter der Studie. 12,5% der möglichen auszuwertenden Patienten mussten aufgrund unvollständiger oder falsch kodierter Daten ausgeschlossen werden.

Um einen „confounding bias“ auszuschließen, wurden nur primäre elektive H-TEP-Implantationen ausgewertet. Notfälle und H-TEP-Revisionen wurden nicht untersucht.

Der BMI Wert wurde aus den Angaben errechnet, die der Patient selbst für den Prämedikationsbogen der Anästhesie machte. Dabei besteht ein „Measurement Bias“. Der BMI kann somit unterschätzt werden, da Patienten aufgrund der sozialen Erwünschtheit ein niedrigeres Körpergewicht als das tatsächliche angeben. Wenn man nur den BMI als Maß für die Adipositas nimmt, kann diese sowohl über- als auch unterschätzt werden. Jüngere Patienten haben im Gegensatz zu älteren Patienten mehr Muskelgewebe. Bei muskulösen Patienten wird die Adipositas also eher überschätzt. Patienten mit höherem Alter verlieren an Muskelmasse und nehmen an Fettgewebe zu (Hughes VA 2002), deshalb wird hier die Adipositas eher unterschätzt.

Bei dieser retrospektiven Studie konnte auf dem üblichen statistischen Signifikanzniveau von 5% nicht gezeigt werden konnte, dass übergewichtige oder adipöse Patienten relevant mehr Ressourcen verbrauchen und dadurch höhere Kosten verursachen, als ein normalgewichtiger

Patient. Einzig für die OP-Dauer konnte eine signifikante Verlängerung gezeigt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind mit den Daten der aktuellen Literatur kohärent (Andrew JG 2008, Batsis JA 2009).

Insofern bestätigen die vorliegenden Daten, dass im Durchschnitt durch adipöse Patienten keine signifikant höheren Kosten bei der Implantation von primären Hüft-Totalendoprothesen entstehen und somit die Kosten im Untersuchungszeitraum im „German-Diagnosis-Related-Groups“-System (G-DRG-System) korrekt abgebildet sind.

Trotz fehlender Signifikanz, offenbart sich jedoch ein Trend in Richtung Ressourcenmehrverbrauch durch adipöse Patienten. Dies mag ein Hinweis darauf sein, dass die untersuchte Kohorte für den Nachweis eines statistisch abgesicherten Zusammenhangs zu klein war.

Damit wäre die Aufarbeitung der Fragstellung an einer größeren Stichprobe – etwa in Form einer Sammelstudie – sinnvoll.

Zudem wird es in der Zukunft mit Zunahme der Patienten mit Adipositas Grad III (BMI >40) weitere Studien benötigen, um sagen zu können, ob speziell die Gruppe der extrem adipösen Patienten zu einem erhöhten Ressourcenverbrauch führt und somit vergütungsrelevant sein müsste.

6. Literaturverzeichnis

1. Andrew JG, Palan J, Kurup HV, Gibson P, Murray DW, Beard DJ (2008) Obesity in total hip replacement. *J.Bone Joint Surg.Br.* 4:424-429
2. Armitage JN, van der Meulen JH (2010) Identifying co-morbidity in surgical patients using administrative data with the Royal College of Surgeons Charlson Score. *Br.J.Surg.* 5:772-781
3. Balint G, Szebenyi B (1996) Diagnosis of osteoarthritis. Guidelines and current pitfalls. *Drugs* 52 Suppl 3:1-13
4. Barrack RL, Castro F, Guinn S (1996) Cost of implanting a cemented versus cementless femoral stem. *J.Arthroplasty* 4:373-376
5. Batsis JA, Naessens JM, Keegan MT, Wagie AE, Huddleston PM, Huddleston JM (2009) Impact of body mass on hospital resource use in total hip arthroplasty. *Public Health Nutr.* 8:1122-1132
6. Blackburn WD, Jr., Bernreuter WK, Rominger M, Loose LL (1994) Arthroscopic evaluation of knee articular cartilage: a comparison with plain radiographs and magnetic resonance imaging. *J.Rheumatol.* 4:675-679
7. Bostman OM (1994) Prevalence of obesity among patients admitted for elective orthopaedic surgery. *Int.J.Obes.Relat Metab Disord.* 10:709-713
8. Bowditch MG, Villar RN (1999) Do obese patients bleed more? A prospective study of blood loss at total hip replacement. *Ann.R.Coll.Surg.Engl.* 3:198-200
9. Bray GA (1985) Complications of obesity. *Ann.Intern.Med.* 6 (Pt 2):1052-1062
10. Brown CD, Higgins M, Donato KA, Rohde FC, Garrison R, Obarzanek E, Ernst ND, Horan M (2000) Body mass index and the prevalence of hypertension and dyslipidemia. *Obes.Res.* 9:605-619
11. Cooper C, Inskip H, Croft P, Campbell L, Smith G, McLaren M, Coggon D (1998) Individual risk factors for hip osteoarthritis: obesity, hip injury, and physical activity. *Am.J.Epidemiol.* 6:516-522
12. Cullen DJ, Apolone G, Greenfield S, Guadagnoli E, Cleary P (1994) ASA Physical Status and age predict morbidity after three surgical procedures. *Ann.Surg.* 1:3-9
13. Dieppe P, Judge A, Williams S, Ikwueke I, Guenther KP, Floeren M, Huber J, Ingvarsson T, Learmonth I, Lohmander LS, Nilsson A, Puhl W, Rowley D, Thielner R, Dreinhoefer K (2009) Variations in the pre-operative status of patients coming to primary hip

- replacement for osteoarthritis in European orthopaedic centres. *BMC.Musculoskelet.Disord.* 10:19
14. Dihlmann W (1964) On a special sign of coxarthrosis (pseudofracture line) in the roentgenogram (critical remarks on the so-called mach effect). *Fortschr.Geb.Rontgenstr.Nuklearmed.* 383-388
 15. Dihlmann W, Hopf A (1971) Wiberg's sign, a hint to disturbed hip function (special, less noticed roentgen findings in supporting and gliding tissue). *Fortschr.Geb.Rontgenstr.Nuklearmed.* 5:572-581
 16. Dillon CF, Rasch EK, Gu Q, Hirsch R (2006) Prevalence of knee osteoarthritis in the United States: arthritis data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey 1991-94. *J.Rheumatol.* 11:2271-2279
 17. Dougados M, Gueguen A, Nguyen M, Berdah L, Lequesne M, Mazieres B, Vignon E (1999) Requirement for total hip arthroplasty: an outcome measure of hip osteoarthritis? *J.Rheumatol.* 4:855-861
 18. Epstein AM, Read JL, Hoefler M (1987) The relation of body weight to length of stay and charges for hospital services for patients undergoing elective surgery: a study of two procedures. *Am.J.Public Health* 8:993-997
 19. Felson DT, Anderson JJ, Naimark A, Walker AM, Meenan RF (1988) Obesity and knee osteoarthritis. The Framingham Study. *Ann.Intern.Med.* 1:18-24
 20. Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF (1987) The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum.* 8:914-918
 21. Felson DT, Zhang Y (1998) An update on the epidemiology of knee and hip osteoarthritis with a view to prevention. *Arthritis Rheum.* 8:1343-1355
 22. Fevang BT, Lie SA, Havelin LI, Engesaeter LB, Furnes O (2010) Improved results of primary total hip replacement. *Acta Orthop.* 6:649-659
 23. Franz D, Windolf J, Siebert CH, Roeder N (2009) Orthopedic and trauma surgery in the German-DRG-System 2009. *Unfallchirurg* 1:84-90
 24. Friedebold G, Wolff R (1987) Theoretical principles of cemented prostheses. *Langenbecks Arch.Chir* 433-439
 25. Frndak PA, Mallory TH, Lombardi AV, Jr. (1993) Translateral surgical approach to the hip. The abductor muscle "split". *Clin.Orthop.Relat Res.* 295:135-141
 26. Gabriel SE, Crowson CS, O'Fallon WM (1995) Costs of osteoarthritis: estimates from a geographically defined population. *J.Rheumatol.* 2 Suppl 43:23-25

27. Goekoop R, Kloppenburg M, Kroon H, Dirkse L, Huizinga T, Westendorp R, Gussekloo J (2010) Determinants of absence of osteoarthritis in old age. *Scand.J.Rheumatol.* 1:68-73
28. Goldstein WM, Branson JJ, Berland KA, Gordon AC (2003) Minimal-incision total hip arthroplasty. *J.Bone Joint Surg.Am.*85A Suppl 4:33-38
29. Guan Z, Chen Y, Song Y (2006) Influence of body mass index and age on deep vein thrombosis after total hip and knee arthroplasty. *Zhongguo Xiu.Fu Chong.Jian.Wai Ke.Za Zhi.* 6:611-615
30. Guh DP, Zhang W, Bansback N, Amarsi Z, Birmingham CL, Anis AH (2009) The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC.Public Health* 9:88
31. Guo SS, Huang C, Maynard LM, Demerath E, Towne B, Chumlea WC, Siervogel RM (2000) Body mass index during childhood, adolescence and young adulthood in relation to adult overweight and adiposity: the Fels Longitudinal Study. *Int.J.Obes.Relat Metab Disord.* 12:1628-1635
32. Harms S, Larson R, Sahmoun AE, Beal JR (2007) Obesity increases the likelihood of total joint replacement surgery among younger adults. *Int.Orthop.* 1:23-26
33. Hatzidakis AM, Mendlick RM, McKillip T, Reddy RL, Garvin KL (2000) Preoperative autologous donation for total joint arthroplasty. An analysis of risk factors for allogenic transfusion. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1:89-100
34. Helmick CG, Lawrence RC, Pollard RA, Lloyd E, Heyse SP (1995) Arthritis and other rheumatic conditions: who is affected now, who will be affected later? National Arthritis Data Workgroup. *Arthritis Care Res.* 4:203-211
35. Hoaglund FT, Steinbach LS (2001) Primary osteoarthritis of the hip: etiology and epidemiology. *J.Am.Acad.Orthop.Surg.* 5:320-327
36. Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MA (2002) Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am.J.Clin.Nutr.* 2:473-481
37. Jerosch J, Theising C, Fadel ME (2006) Antero-lateral minimal invasive (ALMI) approach for total hip arthroplasty technique and early results. *Arch.Orthop.Trauma Surg.* 3:164-173
38. Jibodh SR, Gurkan I, Wenz JF (2004) In-hospital outcome and resource use in hip arthroplasty: influence of body mass. *Orthopedics* 6:594-601

39. Jiganti JJ, Goldstein WM, Williams CS (1993) A comparison of the perioperative morbidity in total joint arthroplasty in the obese and nonobese patient. *Clin.Orthop.Relat Res.* 289:175-179
40. Karlson EW, Mandl LA, Aweh GN, Sangha O, Liang MH, Grodstein F (2003) Total hip replacement due to osteoarthritis: the importance of age, obesity, and other modifiable risk factors. *Am.J.Med.* 2:93-98
41. Katz JN, Losina E, Barrett J, Phillips CB, Mahomed NN, Lew RA, Guadagnoli E, Harris WH, Poss R, Baron JA (2001) Association between hospital and surgeon procedure volume and outcomes of total hip replacement in the United States medicare population. *J.Bone Joint Surg.Am.* 11:1622-1629
42. Kellgren JH, Lawrence JS (1957) Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann.Rheum.Dis.* 4:494-502
43. Kiess W, Reich A, Muller G, Meyer K, Galler A, Bennek J, Kratzsch J (2001) Clinical aspects of obesity in childhood and adolescence--diagnosis, treatment and prevention. *Int.J.Obes.Relat Metab Disord.* 25 Suppl 1:75-79
44. Laffosse JM, Accadbled F, Molinier F, Chiron P, Hocine B, Puget J (2008) Anterolateral mini-invasive versus posterior mini-invasive approach for primary total hip replacement. Comparison of exposure and implant positioning. *Arch.Orthop.Trauma Surg.* 4:363-369
45. Launer LJ, Harris T, Rumpel C, Madans J (1994) Body mass index, weight change, and risk of mobility disability in middle-aged and older women. The epidemiologic follow-up study of NHANES I. *JAMA* 14:1093-1098
46. Laupacis A, Bourne R, Rorabeck C, Feeny D, Wong C, Tugwell P, Leslie K, Bullas R (1994) Costs of elective total hip arthroplasty during the first year. Cemented versus noncemented. *J.Arthroplasty* 5:481-487
47. Lavernia CJ, Guzman JF (1995) Relationship of surgical volume to short-term mortality, morbidity, and hospital charges in arthroplasty. *J.Arthroplasty* 2:133-140
48. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C (2007) The operation of the century: total hip replacement. *Lancet* 9597:1508-1519
49. Li C, Kotha S, Mason J (2003) Evaluation of the effects of implant materials and designs on thermal necrosis of bone in cemented hip arthroplasty. *Biomed.Mater.Eng* 4:419-428
50. Loza E, Lopez-Gomez JM, Abasolo L, Maese J, Carmona L, Batlle-Gualda E (2009) Economic burden of knee and hip osteoarthritis in Spain. *Arthritis Rheum.* 2:158-165

51. Mantilla CB, Horlocker TT, Schroeder DR, Berry DJ, Brown DL (2003) Risk factors for clinically relevant pulmonary embolism and deep venous thrombosis in patients undergoing primary hip or knee arthroplasty. *Anesthesiology* 3:552-560
52. McCalden RW, Charron KD, Macdonald SJ, Bourne RB, Naudie DD (2011) Does morbid obesity affect the outcome of total hip replacement?: AN ANALYSIS OF 3290 THRS. *J.Bone Joint Surg.Br.* 3:321-325
53. McKee GK (1982) Total hip replacement--past, present and future. *Biomaterials* 3:130-135
54. McLaughlin JR, Lee KR (2006) The outcome of total hip replacement in obese and non-obese patients at 10- to 18-years. *J.Bone Joint Surg.Br.* 10:1286-1292
55. Morshed S, Bozic KJ, Ries MD, Malchau H, Colford JM, Jr. (2007) Comparison of cemented and uncemented fixation in total hip replacement: a meta-analysis. *Acta Orthop.* 3:315-326
56. Moskowitz RW (2009) The burden of osteoarthritis: clinical and quality-of-life issues. *Am.J.Manag.Care* 8 Suppl:223-229
57. Mossberg HO (1989) 40-year follow-up of overweight children. *Lancet* 8661:491-493
58. Nakamura S, Matsuda K, Arai N, Wakimoto N, Matsushita T (2004) Mini-incision posterior approach for total hip arthroplasty. *Int.Orthop.* 4:214-217
59. Namba RS, Paxton L, Fithian DC, Stone ML (2005) Obesity and perioperative morbidity in total hip and total knee arthroplasty patients. *J.Arthroplasty* 7 Suppl 3:46-50
60. Nilsson AK, Petersson IF, Roos EM, Lohmander LS (2003) Predictors of patient relevant outcome after total hip replacement for osteoarthritis: a prospective study. *Ann.Rheum.Dis.* 10:923-930
61. Nilsson BE, Danielsson LG, Hernborg SA (1982) Clinical feature and natural course of coxarthrosis and gonarthrosis. *Scand.J.Rheumatol.Suppl* 43:13-21
62. Paxton EW, Inacio M, Slipchenko T, Fithian DC (2008) The kaiser permanente national total joint replacement registry. *Perm.J.* 3:12-16
63. Petersson IF, Boegard T, Saxne T, Silman AJ, Svensson B (1997) Radiographic osteoarthritis of the knee classified by the Ahlback and Kellgren & Lawrence systems for the tibiofemoral joint in people aged 35-54 years with chronic knee pain. *Ann.Rheum.Dis.* 8:493-496
64. Rasanen P, Paavolainen P, Sintonen H, Koivisto AM, Blom M, Ryyanen OP, Roine RP (2007) Effectiveness of hip or knee replacement surgery in terms of quality-adjusted life years and costs. *Acta Orthop.* 1:108-115

65. Rissanen A, Heliovaara M, Knekt P, Reunanen A, Aromaa A, Maatela J (1990) Risk of disability and mortality due to overweight in a Finnish population. *BMJ* 6756:835-837
66. Roberts JM, Fu FH, McClain EJ, Ferguson AB, Jr. (1984) A comparison of the posterolateral and anterolateral approaches to total hip arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat Res.* 187:205-210
67. Sadr AO, Bellocco R, Eriksson K, Adami J (2006) The impact of tobacco use and body mass index on the length of stay in hospital and the risk of post-operative complications among patients undergoing total hip replacement. *J.Bone Joint Surg.Br.* 10:1316-1320
68. Schelbert KB (2009) Comorbidities of obesity. *Prim.Care* 2:271-285
69. Senker W, Meznik C, Avian A, Berghold A (2011) Perioperative morbidity and complications in minimal access surgery techniques in obese patients with degenerative lumbar disease. *Eur.Spine J.* 7:1182-1187
70. Sharma L, Kapoor D, Issa S (2006) Epidemiology of osteoarthritis: an update. *Curr.Opin.Rheumatol.* 2:147-156
71. Sochart DH, Porter ML (1997) The long-term results of Charnley low-friction arthroplasty in young patients who have congenital dislocation, degenerative osteoarthrosis, or rheumatoid arthritis. *J.Bone Joint Surg.Am.* 11:1599-1617
72. Stargardt T (2008) Health service costs in Europe: cost and reimbursement of primary hip replacement in nine countries. *Health Econ.* 1 Suppl:9-20
73. Sun Y, Sturmer T, Gunther KP, Brenner H (1997) Incidence and prevalence of cox- and gonarthrosis in the general population. *Z.Orthop.Ihre Grenzgeb.* 3:184-192
74. Thomas EJ, Goldman L, Mangione CM, Marcantonio ER, Cook EF, Ludwig L, Sugarbaker D, Poss R, Donaldson M, Lee TH (1997) Body mass index as a correlate of postoperative complications and resource utilization. *Am.J.Med.* 3:277-283
75. Thompson D, Brown JB, Nichols GA, Elmer PJ, Oster G (2001) Body mass index and future healthcare costs: a retrospective cohort study. *Obes.Res.* 3:210-218
76. Toledo-Pereyra LH (2004) John Charnley--father of modern total hip replacement. *J.Invest Surg.* 6:299-301
77. Toy PT, Kaplan EB, McVay PA, Lee SJ, Strauss RG, Stehling LC (1992) Blood loss and replacement in total hip arthroplasty: a multicenter study. The Preoperative Autologous Blood Donation Study Group. *Transfusion* 1:63-67
78. Unnanuntana A, Dimitroulias A, Bolognesi MP, Hwang KL, Goodman SB, Marcus RE (2009) Cementless femoral prostheses cost more to implant than cemented femoral prostheses. *Clin.Orthop.Relat Res.* 6:1546-1551

79. van Saase JL, van Romunde LK, Cats A, Vandenbroucke JP, Valkenburg HA (1989) Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Ann.Rheum.Dis.* 4:271-280
80. Vicar AJ, Coleman CR (1984) A comparison of the anterolateral, transtrochanteric, and posterior surgical approaches in primary total hip arthroplasty. *Clin.Orthop.Relat Res.* 188:152-159
81. Welch RB, McGann WA, Picetti GD, III (1988) Charnley low-friction arthroplasty. A fifteen- to seventeen-year follow-up study. *Orthop.Clin.North Am.* 3:551-555
82. Willert HG (1993) Fixation of endoprostheses with or without cement? *Z.Orthop.Ihre Grenzgeb.* 6:601-609
83. Wilson PW, D'Agostino RB, Sullivan L, Parise H, Kannel WB (2002) Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience. *Arch.Intern.Med.* 16:1867-1872
84. Wohlrab D, Hagel A, Hein W (2004) Advantages of minimal invasive total hip replacement in the early phase of rehabilitation. *Z.Orthop.Ihre Grenzgeb.* 6:685-690
85. Woolson ST, Mow CS, Syquia JF, Lannin JV, Schurman DJ (2004) Comparison of primary total hip replacements performed with a standard incision or a mini-incision. *J.Bone Joint Surg.Am.* 7:1353-1358
86. Yasunaga H, Tsuchiya K, Matsuyama Y, Ohe K (2009) High-volume surgeons in regard to reductions in operating time, blood loss, and postoperative complications for total hip arthroplasty. *J.Orthop.Sci.* 1:3-9
87. Zhang W, Doherty M, Arden N, Bannwarth B, Bijlsma J, Gunther KP, Hauselmann HJ, Herrero-Beaumont G, Jordan K, Kaklamanis P, Leeb B, Lequesne M, Lohmander S, Mazieres B, Martin-Mola E, Pavelka K, Pendleton A, Punzi L, Swoboda B, Varatojo R, Verbruggen G, Zimmermann-Gorska I, Dougados M (2005) EULAR evidence based recommendations for the management of hip osteoarthritis: report of a task force of the EULAR Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutics (ESCISIT). *Ann.Rheum.Dis.* 5:669-681
88. Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, Abramson S, Altman RD, Arden N, Bierma-Zeinstra S, Brandt KD, Croft P, Doherty M, Dougados M, Hochberg M, Hunter DJ, Kwoh K, Lohmander LS, Tugwell P (2008) OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis.Cartilage.* 2:137-162

7. Publikationen

11th EFORT Congress, Madrid, 2010

Vorgelegt als e-Poster

J. Jung, P. Diehl, K. Anagnostakos

Does the DRG-system represent the true cost for obese in Total Hip arthroplasty?

Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU), Berlin, 2009

Vortrag

J. Jung, U. Grün, P. Diehl, K. Anagnostakos

Body-Mass-Index und Komorbidität in der Hüftendoprothetik – Werden die Patienten im DRG-System richtig „gewichtet“?

8. Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. D. Kohn, dem Direktor der Klinik für Orthopädie und orthopädische Unfallchirurgie der Universitätsklinik des Saarlandes, möchte ich für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung während der Dissertation recht herzlich danken.

Außerdem möchte ich ganz besonders Herrn Dr. med. Jochen Jung, dem Betreuer meiner Dissertation danken, für die konstruktive Kritik und die kritische Durchsicht meiner Arbeit. Vielen Dank für die kompetente und fürsorgliche Betreuung.

Mein Dank gilt weiterhin

Herrn Helmut Klein, Dezernat II-Financen, für die Beratung und Unterstützung zu Beginn der Arbeit,

Frau Jolanthe Adamowski, DRG-Performerin der Orthopädischen Klinik, für die geduldige Beantwortung vieler Fragen zum DRG-System,

Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Hermann Eichler und Herrn Dr. med. Bernhard Stephan, Institut für Hämostaseologie und Transfusionsmedizin, und dem gesamten Blutbank-Team der Universitätsklinik in Homburg, für die Unterstützung in Bezug auf die Erfassung der Transfusionsprodukte,

Herrn Dr. rer. med. Thomas Georg, für die Hilfe beim Bewältigen des statistischen Teils der Arbeit,

Frau Manuela Olk, meiner Freundin, ebenfalls Doktorandin der orthopädischen Klinik, für die unermüdliche Motivation und Hilfe während der Arbeit.

Und nicht zuletzt möchte ich meinen Eltern von ganzem Herzen danken für die uneingeschränkte Unterstützung während meiner gesamten Ausbildung bis heute.