

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Orthopädie und Physikalische Medizin
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Direktor: Prof. Dr. med. habil. W. Hein

**Klinisch–radiologische Ergebnisse nach bilateral–einseitiger und
bilateral–zweizeitiger endoprothetischer Versorgung von Gonarthrose**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Elisa Hädicke
geboren am 22.02.1983 in Merseburg

Betreuer: PD Dr. med. D. Wohlrab

Gutachter: 1. PD Dr. med. D. Wohlrab, Orthopädische Universitätsklinik Halle
2. Prof. Dr. med. C. Perka, Orthopädische Klinik Charité, Berlin

Datum der Verteidigung: 12. November 2009

Die Therapie der bilateral zeitgleich auftretenden, endoprothesenpflichtigen Gonarthrose ist seit 30 Jahren heftig umstritten. Es gibt die Möglichkeit, in einer Operation beide Kniegelenke (bilateral-einzeitig) künstlich zu ersetzen oder dies in zwei getrennten operativen Eingriffen (bilateral-zweizeitig) durchzuführen. Indiziert ist das bilateral-einzeitige Vorgehen bei solchen Patienten, die von einer bilateral-zweizeitigen Operation nicht profitieren würden. Weitere Vorteile der bilateral-einzeitigen Methode sollen die Senkung der Narkose- und Hospitalisationsdauer und damit auch von Kosten sein. Kritiker hingegen verweisen auf erhöhte Komplikationsraten.

Im Rahmen einer retrospektiven Nachuntersuchung wurden die klinischen und radiologischen Ergebnisse nach bilateral-einzeitiger und bilateral-zweizeitiger Knieprothesenimplantation miteinander verglichen. Zusätzlich wurde die bilateral-zweizeitige Gruppe nach OP-Abstand unterteilt und ein Vergleich der klinischen Ergebnisse in Abhängigkeit vom OP-Abstand vorgenommen.

Zur klinisch-funktionellen Beurteilung des Kniegelenks wurden der Knee Society Score und der Stolzalpen Knee Score verwendet. Das Schmerzempfinden wurde über die Visuelle Analog Skala quantifiziert. Der Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36 diente der Erfassung der subjektiven Einschätzung des Gesundheitszustandes durch die Patienten selbst. Die radiologische Beurteilung erfolgte mittels Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System.

Die Auswertung der klinisch-funktionellen Ergebnisse ergab keine relevanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Der Vergleich innerhalb der bilateral-zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand zeigte deutlich geringere Punktwerte für die Patienten mit 10 bis 12 Monaten OP-Abstand. Radiologisch ließen sich keine Unterschiede bei der Implantatpositionierung nachweisen. In der bilateral-einzeitigen Gruppe war die Rate chirurgischer Komplikationen erhöht. Die Patienten der bilateral-zweizeitigen Gruppe waren in etwa doppelt so lang hospitalisiert wie die bilateral-einzeitig operierten Patienten.

Auch diese Arbeit konnte keine funktionelle Überlegenheit, jedoch eine Erhöhung der Komplikationsrate in der Gruppe mit bilateral-einzeitiger Knieprothesenimplantation zeigen. Die Entscheidung, in einer Operation beide oder jeweils nur ein Kniegelenk künstlich zu ersetzen, sollte situativ und insbesondere unter Berücksichtigung des individuellen Risikoprofils des Patienten getroffen werden.

Hädicke, Elisa: Klinisch–radiologische Ergebnisse nach bilateral–einzeitiger und bilateral–zweizeitiger endoprothetischer Versorgung von Gonarthrose
Halle, Univ., Med. Fak., Diss., 63 S., 2009

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	MATERIAL UND METHODEN	7
	2.1 Patienten	7
	2.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien	7
	2.1.2 Patienten mit bilateral-einzeitiger Versorgung	7
	2.1.3 Patienten mit bilateral-zweizeitiger Versorgung	7
	2.2 OP-Technik	8
	2.3 Datenerhebung	8
	2.3.1 Knee Society Score	9
	2.3.2 Visuelle Analog Skala	9
	2.3.3 Stolzalpen Knee Score	9
	2.3.4 Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36	10
	2.3.5 Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System	10
	2.4 Statistische Bearbeitung	11
3	ERGEBNISSE	13
	3.1 Patienten	13
	3.1.1 Patienten mit bilateral-einzeitiger Versorgung	13
	3.1.2 Patienten mit bilateral-zweizeitiger Versorgung	14
	3.2 Knee Society Score	15
	3.2.1 Knee Score	16
	3.2.2 Function Score	18
	3.3 Visuelle Analog Skala	20
	3.4 Stolzalpen Knee Score	21
	3.5 Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36	23
	3.6 Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System	28
	3.7 Infektionen & Komplikationen	30
	3.8 Hospitalisationsdauer	31
4	DISKUSSION	32
5	ZUSAMMENFASSUNG	46
6	LITERATURVERZEICHNIS	48
7	ANHANG	55
	7.1 Knee Society Score	55
	7.2 Stolzalpen Knee Score	56
	7.3 Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36	57
	7.4 Auszug aus dem Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System	60

8	THESEN	61
9	LEBENS LAUF	
10	SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	
11	DANKSAGUNG	

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
AGES	allgemeine Gesundheitswahrnehmung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
COPD	Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung
d. h.	das heißt
ggf.	gegebenenfalls
KÖFU	körperliche Funktionsfähigkeit
KÖRO	körperliche Rollenfunktion
M.	Musculus
OA	Osteoarthrose
PSYC	psychisches Wohlbefinden
RA	rheumatoide Arthritis
S.	Seite
SCHM	körperliche Schmerzen
SOFU	soziale Funktionsfähigkeit
Tab.	Tabelle
VAS	Visuelle Analog Skala
VITA	Vitalität
vs.	versus
WHO	World Health Organization

1 EINLEITUNG

Der demographische Wandel stellt die Orthopädie vor große Herausforderungen. Mit zunehmendem Alter und Aktivitätsgrad der Bevölkerung steigt die Nachfrage an Knieendoprothesen, aber auch das statistische Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Erstimplantation [51, 97]. In Europa sind 10% der Menschen ab einem Alter von 55 Jahren [84] von einer Arthrose des Kniegelenks betroffen und es werden jährlich etwa 370 Knieendoprothesen auf 1 Million Einwohner implantiert. In den USA liegt die Implantationsrate ca. dreimal so hoch [47, 97]. Dort ist der degenerative Verschleiß im Kniegelenk ein weit verbreitetes Leiden innerhalb der Bevölkerung: Es gibt Zahlen, wonach bei 50% der Betroffenen radiologische Zeichen eines beidseitigen Befalls nachweisbar sind [85].

Mit dem künstlichen Gelenkersatz hat die Orthopädie in den 60er Jahren Neuland betreten. Die ersten positiven Erfahrungen mit dem Ersatz des Hüftgelenkes [16, 18, 19] ließen die Hoffnung aufkommen, dass dies ebenso am Kniegelenk möglich sei. Nach den anfänglichen Fehlschlägen der Kniealloarthroplastik kristallisierten sich Ende der 60er Jahre die Scharnierprothesen als recht praktikable Modelle heraus, da man mit ihnen größte Achsabweichungen und ausgeprägte Instabilitäten bei schwerstem Gelenkverschleiß behandeln konnte [30]. In dieser Zeit beschränkte sich die Indikation zur Implantation von Hüft- oder Knieendoprothesen fast ausschließlich auf Patienten mit rheumatoider Arthritis [34, 36, 40, 46, 49, 73]. Dieses Erkrankungsbild ist von einem multiplen Befall der Gelenke gekennzeichnet, insbesondere verbunden mit der Entstehung von komplexen Flexions- und Adduktionskontrakturen der Hüfte und schweren Achs- und Rotationsfehlstellungen der Kniegelenke [40]. Da die Betroffenen somit von einem einzelnen Gelenkersatz nicht hinreichend profitieren würden [34, 36, 40, 91] entstand in den USA in den 70er Jahren die Idee, in einer Narkose mehrere Gelenke durch eine Endoprothese zu ersetzen. Hierbei gab es mehrere Ansätze: den ipsilateralen Ersatz von Hüft- und Kniegelenk [40] sowie den bilateralen Ersatz von Hüft- oder Kniegelenk [36, 46, 49, 73, 91].

Zur Indikation des bilateralen Kniegelenkersatzes gab Gschwend 1977 zu bedenken, dass in dieser Zeit der prothetische Ersatz des Kniegelenks den ganz schweren Fällen mit Befall beider Kniegelenke, mit schweren Veränderungen weiterer Gelenke und den ganz oder fast gehunfähigen Patienten vorbehalten blieb. Kurz denjenigen, die nichts mehr zu verlieren, sondern nur noch zu gewinnen hatten [35].

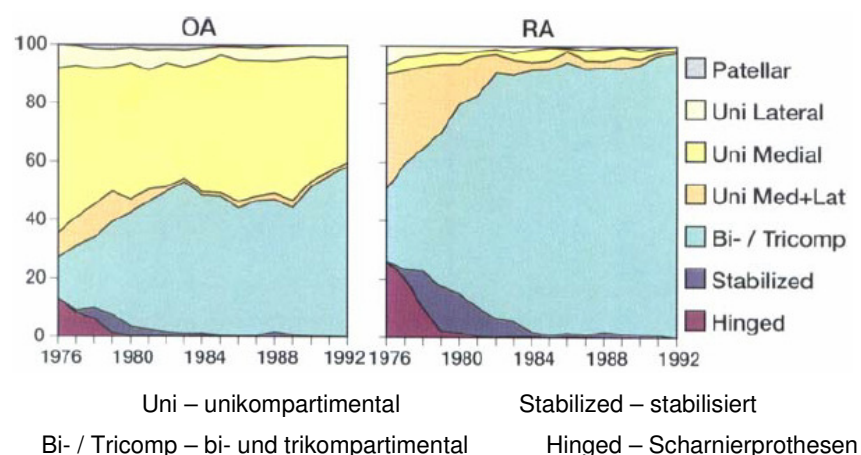
Neben dieser orthopädisch-funktionellen Sichtweise waren ebenso der anästhesiologische und der ökonomische Aspekt von Bedeutung. Operative Eingriffe in der orthopädischen Chirurgie waren in den 70er Jahren nur in Vollnarkose durchführbar. Nicht selten sah man sich beispielsweise im Rahmen der rheumatoiden Arthritis mit schwierigen Atemwegen bei Affektion von Halswirbelsäule oder Kiefergelenk konfrontiert, so dass eine nur im Wachzustand durchführbare nasotracheale Intubation oder Tracheostomie notwendig war [40]. Der Gedanke, dem Patienten Prozeduren wie diese und das allgemeine Anästhesierisiko im Falle einzelner Prothesenimplantationen mehrfach zuzumuten, erschien nicht mehr zeitgemäß.

Die dritte Triebkraft der Idee des bilateralen Gelenkersatzes ist die Kostenfrage. Das Gesundheitssystem der USA finanziert sich vorrangig über das Prinzip der freiwilligen, privaten Krankenversicherung. Im Gegensatz zur solidarisch finanzierten Pflichtversicherung in Deutschland ist Krankenversorgung eine Dienstleistung und damit ein Konsumgut, dessen Umfang und Qualität von der finanziellen Situation des einzelnen abhängen [109]. Die Kosten für einen unilateralen Gelenkersatz werden in der Literatur sehr divergent angegeben: Hospitalisationskosten zwischen \$ 8.400 und \$ 32.000 [53, 89, 92], ggf. zuzüglich weiterer \$ 8.000 Rehabilitationskosten [53]. Unter dem Aspekt, dass solche Summen mehrfach aufzubringen sind, steht für den Chirurgen und den Patienten die Kostenfrage – zumindest im englischsprachigen Raum – in der Hierarchie der Wichtigkeit auf einer Stufe mit dem funktionellen Resultat. Die große Anzahl von Publikationen über die Hospitalisationsdauer und Kosteneffizienz bilateraler Knieprothesenimplantationen belegt dies [13, 17, 53, 63, 68, 70, 75, 89, 92, 94].

Die Entwicklung der bilateralen Knieendoprothetik ist untrennbar an die Verbesserungen von Implantaten, Instrumentarien, Zementiertechniken und der chirurgischen Erfahrung gekoppelt. Vor 30 Jahren war die Erwartungshaltung von Chirurg und Patient an das postoperative Ergebnis im Vergleich zu heute entsprechend gering. Vorrangiges Ziel war das Erreichen von Schmerzfreiheit; die Mobilisation sollte ohne Rollstuhl oder Gehhilfen für kurze Strecken möglich sein; eine Beugefähigkeit von 90° war ausreichend [34, 40]. Dies lag in erster Linie an den damals verwendeten Scharnierprothesen, deren Nachteile sich jedoch schon bald heraus stellten: harter, (hörbarer) Anschlag; Abrieb; Metallosen; periprothetische Frakturen, hohe Lockerungs- und Infektraten. Überdies erforderten diese Prothesenmodelle ausgedehnte Knochenresektionen, was Revisionen zum Problem werden ließ [19, 30, 73].

Aus diesem Grund wurde in den 70er Jahren die Entwicklung der modernen Oberflächenersatzprothesen vorangetrieben. Da bei vielen schmerzhaften Kniegelenkserkrankungen lediglich der Knorpelbelag defekt ist, sollte es möglich sein, auch nur diesen zu ersetzen. Die Vorteile lagen auf der Hand: kleinerer Eingriff und knochensparende Resektionen. Das Resultat waren metallische Komponenten für den Ersatz der femoralen und tibialen Gelenkfläche, welche zementiert oder zementfrei im Knochen verankert werden können. Zwischen beiden befindet sich eine Gleitschicht aus Polyethylen. Zunächst war dieses Prinzip nur für das mediale oder das laterale Kompartiment verfügbar in Form so genannter unikondylärer, unikompartimentaler bzw. Schlittenprothesen. Schon bald folgte der bikondyläre, also der Totalersatz beider Kompartimente, und im Anschluss der Retropatellarersatz. Liegt eine Arthrose im femoropatellaren Gleitlager vor, besteht die Möglichkeit, zusätzlich die Patellarrückfläche metallisch oder mittels Polyethylen zu ersetzen, d. h., einen trikompartimentalen Ersatz vorzunehmen [19, 24, 30]. Seit Mitte der 80er Jahre sind diese bikondylären Oberflächenersatzprothesen mit bzw. ohne Retropatellarersatz sowohl bei degenerativ als auch bei entzündlich bedingter Gonarthrose die am häufigsten implantierten Modelle [30, 51] (Abb. 1) und der Einsatz von Scharnierprothesen ist auf Kniegelenke mit instabilem Seitenbandapparat und als Revisionsimplantat beschränkt [19].

Abbildung 1 aus [51]: prozentuale Verteilung der in Schweden bei Primärimplantation verwendeten Prothesenarten pro Jahr bei Osteoarthrose (OA) und rheumatoider Arthritis (RA)

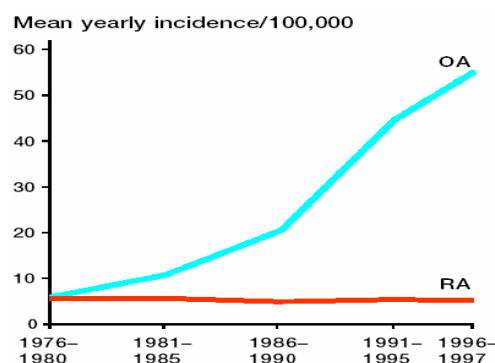


Mit der technischen Verbesserung der Knieprothesenkonstruktionen ging auch ein Wandel der Indikationsbreite einher [51, 90, 97]. Es waren nun nicht mehr nur die Patienten mit rheumatoider Arthritis, bei denen eine Prothese angezeigt war. Unabhängig von der Ätiologie der Gonarthrose (degenerativ, entzündlich,

posttraumatisch) galt die Indikation als gegeben, wenn die konservative und die operativ gelenkerhaltende Therapie ausgeschöpft worden war, bei invalidisierenden Schmerzen, Einschränkung der Beweglichkeit, Achsdeformität und radiologisch hochgradiger Destruktion aller Gelenkflächen [47].

In den letzten 20 Jahren stieg die Zahl der wegen Osteoarthrose durchgeführten Prothesenimplantationen rasant und stetig an, während die Zahl der Eingriffe bei rheumatoider Arthritis konstant bleibt [51, 97] (Abb. 2). Der stärkste Anstieg ist hierbei in der Altersgruppe ab 65 Jahren zu verzeichnen. Allerdings kann die Zunahme der Primärimplantationen nur bedingt über die Veränderungen der Alterstruktur und mit dem damit einher gehenden Anstieg der Inzidenz muskuloskelettaler Störungen erklärt werden. Vielmehr liegt die Ursache in einer weniger strengen Patientenselektion [97]

Abbildung 2 aus [97]: Anzahl der Operationen pro Jahr und Indikation in Schweden bei Osteoarthrose (OA) und rheumatoider Arthritis (RA)



Vor allem die Zahl der Revisionen aufgrund aseptischer Lockerungen steigt [30, 51, 90], allerdings langsamer als die der Primärimplantationen [51].

Schätzungen besagen, dass die Zahl der implantierten Knieprothesen in Schweden pro Jahr bis 2030 allein aufgrund der Veränderungen in der Altersstruktur um ein Drittel zunehmen wird [97]. Für die USA wird sogar ein Anstieg um 85% prophezeit [1].

Proportional zur technischen Entwicklung und der Erweiterung des Indikationsspektrums wuchs auch die Erwartungshaltung der Patienten an die Knieendoprothetik. Die Totalendoprothesenimplantation ist heute ein anerkannter und verlässlicher Eingriff bei Patienten mit schweren Kniegelenksdestruktionen [39, 40, 41, 43]. Nach wie vor geht es hierbei in erster Linie um die Befreiung von Schmerzen und in zweiter Linie um die Verbesserung der Funktion [51, 69]. Doch gerade in jüngerer Zeit nimmt der funktionelle Anspruch [61] vor allem bei jüngeren, noch berufstätigen Patienten zu, deren Gonarthrose zumeist posttraumatischer Genese ist. Demnach sind gerade diese auf schnelle Rekonvaleszenz angewiesen und die Orthopädie versucht,

dieser Tatsache mit der Entwicklung minimal-invasiver Verfahren in der Knieendoprothetik [86, 114] Rechnung zu tragen.

Zudem definiert sich der Erfolg eines endoprothetischen Eingriffs nicht mehr ausschließlich über Standzeiten, Mortalitäts- und Komplikationsraten [51, 95]. Die chirurgischen und technischen Verbesserungen drängen diese in den Hintergrund [33, 80] und wie in anderen Bereichen des Gesundheitssystems verbinden die meisten Patienten mit dieser Entwicklung entsprechend große Erwartungen an das postoperative Ergebnis [69, 70, 72]. Da diese Erwartungen individuell sehr variabel und nur schlecht quantifizierbar sind, erlebte die Erforschung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität in den letzten Jahren einen enormen Aufschwung [23, 60, 61]. Es ist aber im Allgemeinen unbestritten, dass die Implantation einer Knieendoprothese mit der Befreiung von Schmerzen und der Restitution einer adäquaten Funktion einen enormen Gewinn an Lebensqualität für die Patienten mit sich bringt [93]. Dieser Effekt dupliziert sich bei den Patienten, die bei beidseitiger Affektion der Kniegelenke von einer unilateralen Knieprothesenimplantation nicht profitieren würden [13, 34, 39, 103, 105]. Daher hat diese Methode internationale Verbreitung gefunden. Parvizi et al. publizierten 2001 die bilateral-einzeitigen Implantationsraten der Mayo Clinic Rochester, MN, USA. Diese liegen bei 11,2% [82]; insgesamt werden im Nordwesten der USA an entsprechend spezialisierten Häusern mehr bilateral-einzeitige Eingriffe vorgenommen [5]. In Ontario und Schottland führten zum Untersuchungszeitpunkt 29% bzw. 25% der orthopädischen Chirurgen solche Eingriffe durch und im Schottland der 90er Jahre lag der Anteil der bilateral-einzeitig durchgeführten Eingriffe gemessen an allen Knieprothesenimplantationen zu keinem Zeitpunkt über 5%. Trotz einer möglichen Kostenersparnis überwiegen scheinbar die Bedenken bezüglich eines personellen und logistischen Mehraufwandes, einer höheren Komplikationsrate und letztlich auch mangelnder Erfahrung, gerade in kleineren Krankenhäusern [54, 110]. Festzustellen ist jedoch, dass die bilateral-einzeitigen Implantationsraten in Zentren der Maximalversorgung höher sind [5, 70, 82] aufgrund eines größeren Personalumfanges mit entsprechend erfahrener, ärztlichem und nichtärztlichem Personal [103].

In Deutschland fehlen konkrete Zahlen zur Verbreitung der bilateralen Knieendoprothetik. Seit Einführung der diagnosebezogenen Fallpauschalenvergütung ist sie unwirtschaftlich und daher nicht sehr verbreitet. Bereits 1986 merkten Brotherton et al. an, dass der Anreiz, eine bilateral-einzeitige bzw. eine bilateral-zweizeitige Knieprothesenimplantation während einer Hospitalisation durchzuführen, wegfällt, wenn die finanziellen Vorteile dieser Vorgehensweise nicht im Vergütungskatalog

berücksichtigt werden [13]. In der Orthopädischen Universitätsklinik Halle werden diese Eingriffe regelhaft bei entsprechender Indikation unter Inkaufnahme der wirtschaftlichen Nachteile durchgeführt. In der Literatur besteht unabhängig vom Kostenfaktor eine seit 30 Jahren andauernde Kontroverse bezüglich der Vor- und Nachteile der bilateral-einzeitigen gegenüber der bilateral-zweizeitigen Knieprothesenimplantation. Die Kritiker der bilateral-einzeitigen Prothesenimplantation sind sich ebenso uneinig über den zu empfehlenden Abstand der Operationen im Falle einer zweizeitigen Versorgung.

Aus diesen Gründen wurden zwei retrospektiv zu vergleichende Gruppen gebildet: Die eine Gruppe enthielt die Patienten, welche einzeitig versorgt wurden, d. h., ihre beiden Prothesen unmittelbar hintereinander in einer Operation während einer Narkose erhalten haben. Der anderen Gruppe wurden diejenigen zugeteilt, welche zweizeitig versorgt wurden, d. h., ihre beiden Prothesen in zwei getrennten Operationen implantiert bekommen haben. Folgende Fragestellungen sollten beantwortet werden:

1. Differieren die klinisch-funktionellen Ergebnisse der beiden Gruppen?
2. Wie schätzen die Patienten ihre gesundheitsbezogene Lebensqualität ein?
3. Gibt es Unterschiede in der Implantatpositionierung und dem Auftreten klinisch relevanter Osteolysesäume?
4. Sind die Komplikations- und Infektionsrate sowie die Standzeiten der Prothesen miteinander vergleichbar?
5. Wie lange wurden die Patienten hospitalisiert und gibt es hierbei Unterschiede im Vergleich zu den Angaben in der Literatur?
6. Besteht innerhalb der bilateral-zweizeitigen Gruppe ein Zusammenhang zwischen dem OP-Abstand und den klinischen Ergebnissen?

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Patienten

2.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien

Eingeschlossen wurden alle Patienten mit beidseits endoprothetisch versorgter, bilateraler Gonarthrose, die in den Jahren 2001 bis 2005 in der Orthopädischen Universitätsklinik Halle operiert worden waren und sich mit der Teilnahme einverstanden erklärt hatten. Bei den bilateral-zweizeitig operierten Patienten bestand die Einschränkung, dass bei ihnen der Abstand zwischen den beiden Knieprothesenimplantationen nicht mehr als 12 Monate betragen durfte.

Zu den Ausschlusskriterien zählten Prothesenwechsel sowie schwerwiegende internistische und neurologische Erkrankungen wie fortgeschrittene Herzinsuffizienz, COPD oder Morbus Parkinson, da sie verfälschend auf die Ergebnisse der Untersuchungen einwirken. Patienten, bei denen ein Prothesenwechsel durchgeführt worden war, fanden jedoch Berücksichtigung bei der Berechnung der Komplikations-, Infektions- und Hospitalisationsrate sowie der Prothesenstandzeit.

2.1.2 Patienten mit bilateral-einzeitiger Versorgung

In der Gruppe mit bilateral-einzeitiger Versorgung konnten 47 Patienten (entsprechend 94 Kniegelenke) eingeschlossen werden. Im präoperativen Status zeigten alle Patienten eine beidseits endoprothesenpflichtige Gonarthrose mit schwerer Achsdeformität bzw. invalidisierenden Schmerzen beidseits. Gemäß Absprache mit dem Patienten wurde intraoperativ mit der Versorgung des von der Gonarthrose klinisch bzw. radiologisch stärker betroffenen Kniegelenkes begonnen. Über die Möglichkeit eines intraoperativen Abbruchs nach Versorgung eines der beiden Kniegelenke auf Grund von anästhesiologischen oder chirurgischen Komplikationen sowie über die damit verbundene Notwendigkeit eines zweiten operativen Eingriffs wurden die Patienten hinreichend aufgeklärt.

2.1.3 Patienten mit bilateral-zweizeitiger Versorgung

In der Gruppe mit bilateral-zweizeitiger Versorgung konnten 39 Patienten (entsprechend 78 Kniegelenke) eingeschlossen werden. Präoperativ lag auch bei diesen Patienten eine zeitgleich bestehende, beidseits endoprothesenpflichtige Gonarthrose vor.

Gründe für die zweizeitige Vorgehensweise waren insbesondere der Patientenwunsch sowie anästhesiologische Einwände zur einzeitigen Versorgung. Bei der Frage, welches Kniegelenk als erstes operativ versorgt werden sollte, wurde auch in dieser Gruppe danach entschieden, welches von beiden klinisch bzw. radiologisch stärker von der Arthrose betroffen war.

Das Kollektiv wurde in seiner Gesamtheit (n=39) und unterteilt in vier Gruppen betrachtet, basierend auf dem zeitlichen Abstand der beiden Prothesenimplantationen:

bis 3 Monate; 4-6 Monate; 7-9 Monate; 10-12 Monate.

Somit ergaben sich sechs verschiedene Konstellationen für den klinischen Vergleich innerhalb der bilateral-zweizeitigen Gruppe nach dem OP-Abstand:

bis 3 Monate	vs.	4-6 Monate
bis 3 Monate	vs.	7-9 Monate
bis 3 Monate	vs.	10-12 Monate
4-6 Monate	vs.	7-9 Monate
4-6 Monate	vs.	10-12 Monate
7-9 Monate	vs.	10-12 Monate

2.2. OP-Technik

Als Zugang zum Kniegelenk wurde bei allen Patienten der Mid-Vastus-Zugang gewählt. Bezüglich des Prothesendesigns kamen immer zementierte, bikondyläre, kreuzbands substituierende Oberflächenersatzprothesen, in den meisten Fällen mit Retropatellarersatz, zum Einsatz.

2.3 Datenerhebung

Es erfolgte eine klinisch-radiologische Nachuntersuchung. Beim Vergleich der einzeitigen und zweizeitigen Gruppe wurden der Knee Society Score [44], der Stolzalpen Knee Score [86], das Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System [25] sowie der Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36 [14] verwendet. Zum Vergleich innerhalb der zweizeitigen Gruppe kamen nur der Knee Society Score [44] und Stolzalpen Knee Score [86] zum Einsatz.

Außerdem wurden die Krankenakten der Patienten benutzt, um Hospitalisationsdauer und mögliche Komplikationen zu ermitteln.

2.3.1 Knee Society Score

Das Knee Society Clinical Rating System wurde 1989 von Insall et al. entwickelt und 1993 modifiziert [44]. Ziel dieses international anerkannten Bewertungssystems [23, 86] ist es, das Kniegelenk zum einen in seinen qualitativ bzw. quantitativ messbaren Eigenschaften zu erfassen und zum anderen auf die funktionellen Aspekte im täglichen Leben des Patienten einzugehen.

Der erste Teil des Bewertungssystems ist der Knee Score, bei dem maximal 100 Punkte zu erreichen sind. Er erfasst die Kriterien Schmerz, Bewegungsumfang sowie die Stabilität anterior-posterior und medial-lateral. Hierbei sind Punktabzüge aufgrund einer Flexionskontraktur, eines Streckdefizits oder Malalignements möglich. Der zweite Teil ist der Function Score, welcher die Gehstrecke und das Verhalten der Patienten beim Treppensteigen evaluiert. Auch hier sind wie beim Knee Score maximal 100 Punkte und ebenso Abzüge aufgrund der Verwendung von Gehhilfen möglich. Für den Knee Society Score gelten 200-180 Punkte als sehr gut, 179-160 Punkte als gut. 159-140 Punkte werden als schlecht und 139-120 als sehr schlecht bewertet (siehe Anlage 7.1, S. 55). [44]

2.3.2 Visuelle Analog Skala

Die Visuelle Analog Skala (VAS) hat ihren Ursprung in der Schmerztherapie und ist eine Möglichkeit, Schmerz als subjektives Erleben messbar und damit objektivierbarer zu machen. Sie reicht von einem Wert 0 bis zu einem Wert 10, wobei 0 für „keine Schmerzen“ und 10 für „maximal vorstellbarer Schmerz“ steht. Der Patient wird gebeten, sein Schmerzempfinden bei aktiver bzw. bei passiver Bewegung des Kniegelenkes einer Zahl auf der VAS zuzuordnen.

2.3.3 Stolzalpen Knee Score

Der Stolzalpen Knee Score stellte bei dieser Arbeit eine Ergänzung zum Knee Society Score dar [86]. Er erfasst wie dieser die mögliche Extension und Flexion im Kniegelenk. Zusätzlich kann man genauere Aussagen zum Gehverhalten des Patienten auf der Treppe erzielen, als der Knee Society Score dies ermöglicht. Die Zuhilfenahme eines Handlaufs beim Hinauf- bzw. Hinabsteigen wird um die Verwendung von Gehhilfen erweitert. Außerdem gibt es für die Patienten zwei Aufgaben aktiv zu bewältigen. Beim Aufstehetest sollen die Patienten fünf Mal hintereinander so schnell wie möglich unter Messung der Zeit von der Sitzfläche eines Stuhls in den vollen Stand kommen. Die hierfür benötigte Zeit ist ein Korrelat für die

Kraft des M. quadriceps femoris. Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wurde immer ein Stuhl von 46 cm Höhe verwendet. Unter der Voraussetzung, dass die Patienten keine Gehhilfen benutzen, soll bei den Patienten das Gangbild betrachtet werden. Hierbei werden Gehgeschwindigkeit, Schrittlänge und die Schrittzahl pro Minute (=Kadenz) erfasst. Die zurückgelegte Strecke verlief auf einer ebenen Geraden von 20 m Länge. Mit Ausnahme dieses Unterpunktes und des Aufstehetests ist eine genaue Differenzierung des Punktwertes für das einzelne Kniegelenk möglich. Maximal sind pro Kniegelenk 100 Punkte zu erreichen. [86] (siehe Anlage 7.2, S. 56)

2.3.4 Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36

Der SF-36 ist das international am häufigsten eingesetzte Instrument zur Messung der subjektiven Lebensqualität [22, 24, 48]. In Anpassung an den Paradigmenwechsel in der WHO-Definition von Gesundheit, diese nicht nur als Abstinenz von Krankheit, sondern als bio-psycho-soziales Modell zu betrachten, werden mittels 36 Fragen die Werte für die acht Dimensionen subjektiver Gesundheit errechnet: körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU), körperliche Rollenfunktion (KÖRO), körperliche Schmerzen (SCHM), allgemeine Gesundheitswahrnehmung (AGES), soziale Funktionsfähigkeit (SOFU), emotionale Rollenfunktion (EMRO), psychisches Wohlbefinden (PSYC). Jede Dimension wird auf einer Intervallskala von 0 bis 100 reichend quantifiziert. Je höher der Skalenwert, desto subjektiv positiver die Einschätzung des Patienten [14] (siehe Anlage 7.3, S. 57).

Neben dem Vergleich beider Patientengruppen untereinander wurden zusätzlich die Ergebnisse des SF-36 aus dem Bundesgesundheitsurvey von 1998 [22] herangezogen, um einen Vergleich mit der Normalbevölkerung vorzunehmen.

2.3.5 Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System

Das weit verbreitete, radiologische Bewertungssystem der Knee Society wurde entwickelt, um eine einheitliche Darstellung der radiologischen Resultate nach Implantation von Knieendoprothesen zu ermöglichen. Es erfasst die Komponentenposition in den Standardebenen anterior-posterior und seitlich, die Beinachse sowie die Knochen-Prothesen-Grenzflächen [24, 25]. Zusätzlich wurden die präoperativen Ganzbeinaufnahmen herangezogen, um einen Vergleich mit der Situation nach endoprothetischer Versorgung vorzunehmen. Bei den Aufnahmen sowohl vor als auch nach der Operation wurde der Knievalguswinkel ermittelt. Hierfür wurde die Kniebasislinie als Verbindung der jeweils tiefsten Punkte der beiden Femurkondylen eingezeichnet. Danach erfolgte die Bestimmung der anatomischen

Femurschaftachse. Der durch diese beiden Linien entstandene Winkel bildet die femorale Komponente des Knievalguswinkels, den distalen, medialen Femurwinkel α . Anschließend wurde die tibiale Komponente vermessen. Hierbei wurde zunächst die anatomische Tibiaschaftachse und im Anschluss die Verbindungslinie zwischen den beiden höchsten Punkten des medialen und lateralen Tibiaplateaus unter Aussparung von Osteophyten bestimmt. Der hierbei entstandene Winkel ist der proximale, mediale Tibiawinkel β , welcher in Summe mit dem Winkel distalen, medialen Tibiawinkel α den Knievalguswinkel $\alpha+\beta$ bildet. Zusätzlich wurden noch zwei Parameter des Prothesensitzes mittels der seitlichen Röntgenaufnahme bestimmt: Zum einen der Winkel γ , welcher die Flexion des implantierten Femurteils widerspiegelt. Gebildet wird dieser aus der anatomischen Femurschaftachse und einer Mittelsenkrechten auf dem Prothesenabschnitt im Bereich des distalen Femurresektionsschnittes. Zum anderen der Winkel σ , welcher angibt, mit wieviel Neigung nach dorsal („posterior slope“) die tibiale Komponente implantiert wurde. Er ergibt sich aus der Tibiaschaftachse und einer Linie des von frontal nach dorsal abfallenden Tibiaplateaus. Außerdem werden die Implantate in verschiedenen Projektionen in Zonen unterteilt und die Breite und Ausdehnung von radiologischen Saumbildungen gemessen, was der Erfassung von Prothesenlockerungen dient [24, 25]. Komponentenwanderung und -kipfung sind anerkannte radiologische Lockerungszeichen.

Röntgenologisch nachweisbare Saumbildungen an Komponentengrenzflächen treten regelmäßig auf [52]. Bedeutung wird ihnen erst zugemessen, wenn sie breiter als 2 Millimeter sind und in mehreren Zonen oder Projektionen der Komponente auftreten [24]. (siehe Anlage 7.4, S.60)

2.4 Statistische Bearbeitung

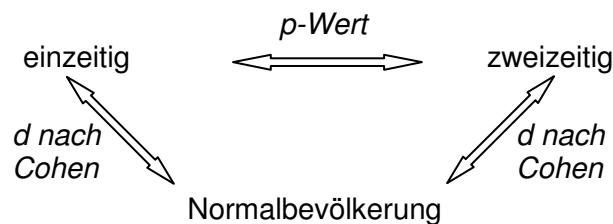
Die Darstellung der deskriptiven Statistik erfolgte als Diagramm bzw. tabellarisch, beinhaltend den Mittelwert, die Standardabweichung sowie die Angabe der Grundgesamtheit n , welche aussagt, auf welcher Patienten- bzw. Kniegelenksanzahl diese Werte basieren.

Als Grundlage der induktiven Statistik erfolgte zunächst eine Testung auf das Vorliegen einer Normalverteilung nach Gauß und gleicher Varianzen in den Gruppen. So diese Bedingungen gegeben waren, kam der T-Test zur Mittelwertanalyse zur Anwendung. Lag keine Normalverteilung vor, wurde der U-Test nach Mann und Whitney eingesetzt. Das Signifikanzniveau wurde vor Beginn dieser Arbeit bei $\alpha=0,05$ festgelegt. Waren die berechneten p-Werte kleiner als die Irrtumswahrscheinlichkeit α , so konnte von einem

statistisch signifikanten Unterschied der Mittelwerte ausgegangen werden. Galt $p > \alpha$, lag kein Unterschied zwischen beiden Gruppen vor [111]. Der Vergleich beider Patientengruppen mit der Normalbevölkerung beim SF-36 wurde über die Berechnung der Effektgröße d nach Cohen vorgenommen. Dieser Kennwert standardisiert die Differenz der Gruppenmittelwerte an der Streuung. Für diese Relativierung stehen mehrere Streuungen zur Wahl. Da in dieser Arbeit geklärt werden soll, ob sich das ein- bzw. zweizeitige Patientengut gegenüber der Normalbevölkerung unterscheidet, wird gemäß der Empfehlung Cohens als Wert der Streuung der der Normstichprobe in den Nenner gesetzt [56].

$$d = \frac{\text{Mittelwert der Normstichprobe} - \text{Mittelwert der Patientengruppe}}{\text{Streuung der Normstichprobe}}$$

Abbildung 3 Verwendete statistische Kenngrößen für den Gruppenvergleich beim SF-36



Cohens Empfehlungen für die Bewertung von Effektgrößen bei unabhängigen Stichproben geben eine Einteilung in kleine ($d=0,2$), mittlere ($d=0,5$) und große ($d=0,8$) Effekte vor. Eine hohe Effektgröße deutet auf einen klinisch oder praktisch bedeutsamen Unterschied hin. Effektgrößen werden, im Gegensatz zu p -Werten nach Fisher kaum von der Stichprobengröße beeinflusst, das bei der Ermittlung dieses Kennwertes die Merkmalsstreuung und nicht der Standardfehler des Mittelwertes berücksichtigt wird [56, 57].

Für die deskriptive und induktive Statistik wurden Microsoft® Excel 2002 (© Microsoft Corporation 1985-2001) und SPSS® für Windows 12.0 (© SPSS Inc., 1989-2003) verwendet.

Der exakte Test nach Fisher fand Anwendung bei der Berechnung möglicher Unterschiede beim Vergleich der Komplikations- und Infektionsraten sowie bei der Betrachtung der Prothesenstandzeiten und der Häufigkeit von Osteolysesäumen.

3 ERGEBNISSE

3.1 Patienten

3.1.1 Patienten mit bilateral-einzeitiger Versorgung

In den Jahren 2001 bis 2005 wurden bei 66 Patienten in einer Operation zwei Knie totalendoprothesen implantiert (Abb. 4; Abb. 5). Von diesen hatten sich 51 mit der Teilnahme einverstanden erklärt. Es konnten 47 Patienten, 31 Frauen und 16 Männer, eingeschlossen werden. Das Durchschnittsalter insgesamt betrug $67,8 \pm 6,5$ Jahre. Bei den Frauen lag das mittlere Alter bei $68,2 \pm 6,6$ Jahren, bei den Männern bei $67 \pm 6,3$ Jahren. Das mittlere Follow up betrug $34,8 \pm 19$ Monate. Die präoperativ häufigste Diagnose war die primäre Gonarthrose (n=45). An einer sekundären Gonarthrose litt ein Patient mit einer rheumatoiden Arthritis und eine Patientin mit einer Hämophilie B. Insgesamt vier Patienten mussten ausgeschlossen werden. Drei von ihnen hatten einen Prothesenwechsel erhalten und ein Patient war mit einem Zustand nach Polytrauma für diese Nachuntersuchung nicht geeignet.

Abbildung 4 Patienten mit bilateral-einzeitiger Versorgung der Jahre 2001 bis 2005 (n=66 Patienten)

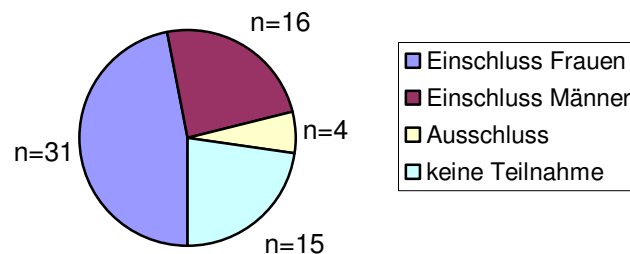
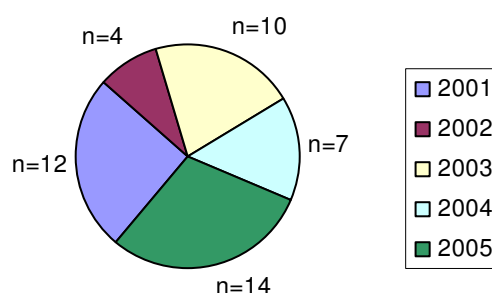


Abbildung 5 Häufigkeitsverteilung der bilateral-einzeitigen Operationen auf die Jahre 2001 bis 2005 (n=47 Patienten)



3.1.2 Patienten mit bilateral-zweiseitiger Versorgung

In den Jahren 2001 bis 2005 wurden bei 74 Patienten binnen 12 Monaten beide Kniegelenke mit einer Knie totalendoprothese versorgt (Abb. 6; Abb. 7). Von diesen hatten sich 43 mit der Teilnahme einverstanden erklärt. Es konnten 39 Patienten, 24 Frauen und 15 Männer, eingeschlossen werden. Das Durchschnittsalter insgesamt betrug $66,3 \pm 6,7$ Jahre. Bei den Frauen lag das mittlere Alter bei $65,8 \pm 7,1$ Jahren, bei den Männern bei 67 ± 6 Jahren. Das mittlere Follow up betrug bei $31,3 \pm 15$ Monate. Die präoperative Diagnose war bei allen Patienten eine idiopathische Gonarthrose.

Vier Patienten mussten aufgrund internistischer Nebenerkrankungen ausgeschlossen werden: sauerstoffpflichtige COPD, eine schwere Coxarthrose und ein starker Vertigo unklarer Genese, welche die Benutzung eines Rollators unumgänglich machten sowie eine fortgeschrittene, diabetische Polyneuropathie kombiniert mit einer lumbalen Spinalkanalstenose mit motorischen Ausfällen an den unteren Extremitäten.

Abbildung 6 Patienten mit bilateral-zweiseitiger Versorgung
binnen 12 Monaten der Jahre 2001 bis 2005 (n=74 Patienten)

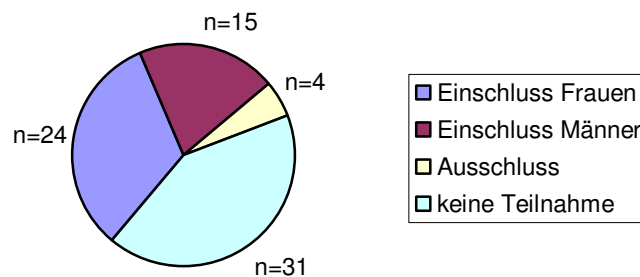
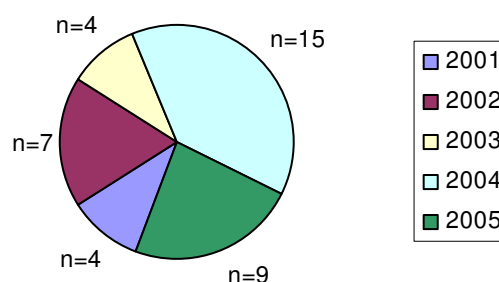
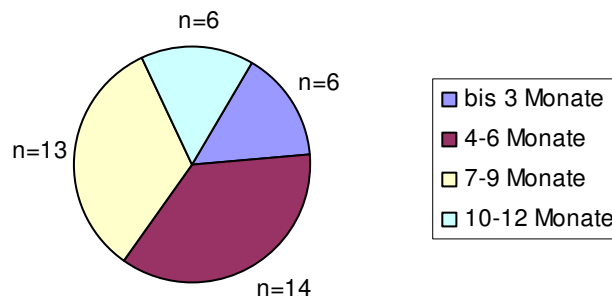


Abbildung 7 Häufigkeitsverteilung der bilateral-zweiseitigen Operationen
auf die Jahre 2001 bis 2005 (n=39 Patienten)
bezogen auf das Jahr der Erstimplantation



Bezüglich des Abstandes zwischen der ersten und zweiten Prothesenimplantation ließen sich die Patienten in vier Untergruppen aufteilen. (Abb. 8)

Abbildung 8 Verteilung der OP-Abstände zwischen erster und zweiter Prothesenimplantation in der bilateral-zweizeitigen Gruppe (n=39 Patienten)

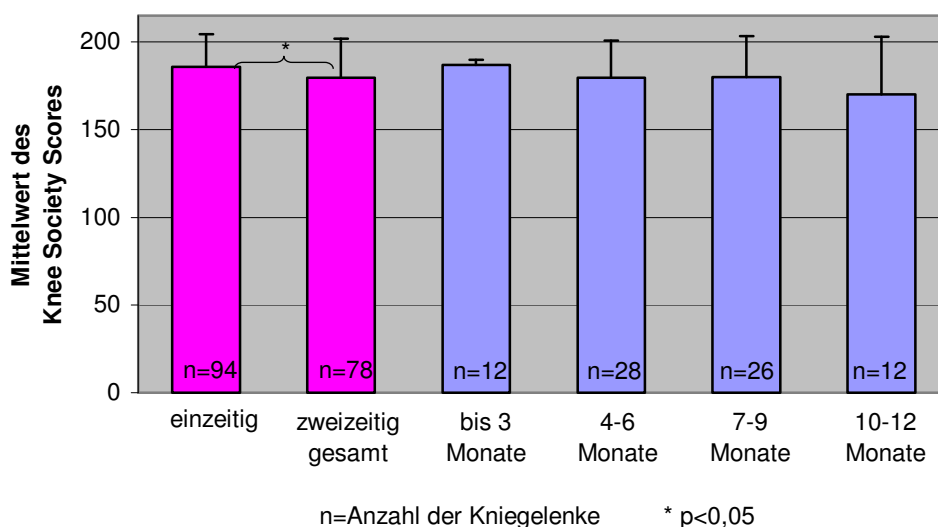


3.2 Knee Society Score

Für den Gesamtpunkt看 des Knee Society Scores konnte beim Vergleich der ein- und zweizeitigen Gruppe gezeigt werden, dass die einzeitig operierten Patienten (n=94 Kniegelenke) einen höheren Punktwert mit einem Mittelwert von $185,7 \pm 18,8$ erreichen konnten als die Gesamtheit der zweizeitig operierten Patienten (n=78 Kniegelenke), welche im Mittel $179,5 \pm 22,5$ Punkte erzielten.

Der Vergleich nach OP-Abstand innerhalb der zweizeitigen Patientengruppe ergab keine Überlegenheit eines bestimmten OP-Abstandes gegenüber den anderen. (Abb. 9)

Abbildung 9 Knee Society Score der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand



3.2.1 Knee Score

Der Knee Score insgesamt wies beim Vergleich der einzeitigen mit der zweizeitigen Patientengruppe keine Unterschiede auf. Die Betrachtung seiner Unterpunkte zeigte, dass die einzeitig versorgten stabiler in der Frontalebene waren als die Gesamtheit aller zweizeitig operierten Patienten ($p=0,003$). In den anderen Unterpunkten und den möglichen Punktabzügen unterschieden sich die beiden Gruppen nicht.

Der Vergleich in Abhängigkeit vom OP-Abstand bei den Patienten mit zweizeitiger Versorgung erbrachte bei Gesamtwert und Unterpunkten mit Ausnahme der Flexion keine Unterschiede: Der Vergleich 4-6 Monate vs. 10-12 Monate OP-Abstand zeigte einen größeren Bewegungsumfang auf Seiten der binnen 4-6 Monaten operierten Patienten gegenüber denen, die sich 10-12 Monate zwischen den Operationen Zeit gelassen haben ($p=0,031$). (Abb. 10 – Abb.13)

Abbildung 10 Knee Score der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand

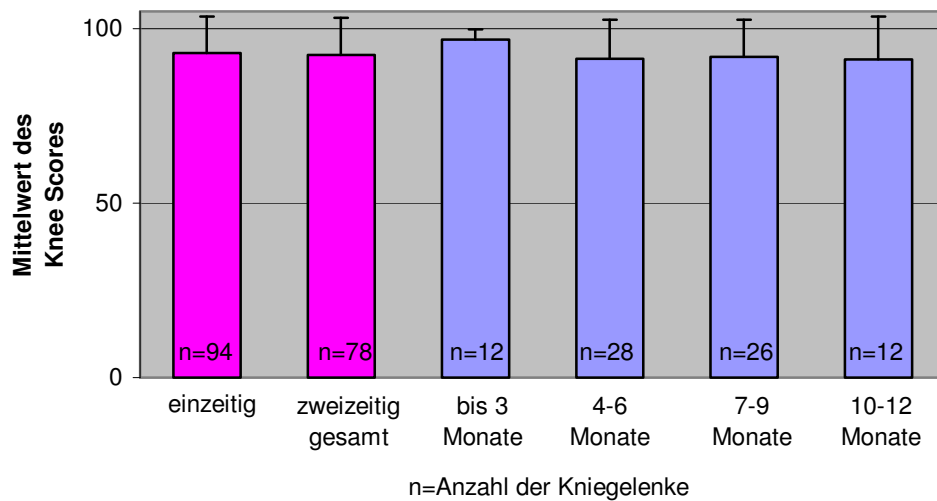


Abbildung 11 1. Unterpunkt des Knee Scores: Schmerzevaluation der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand

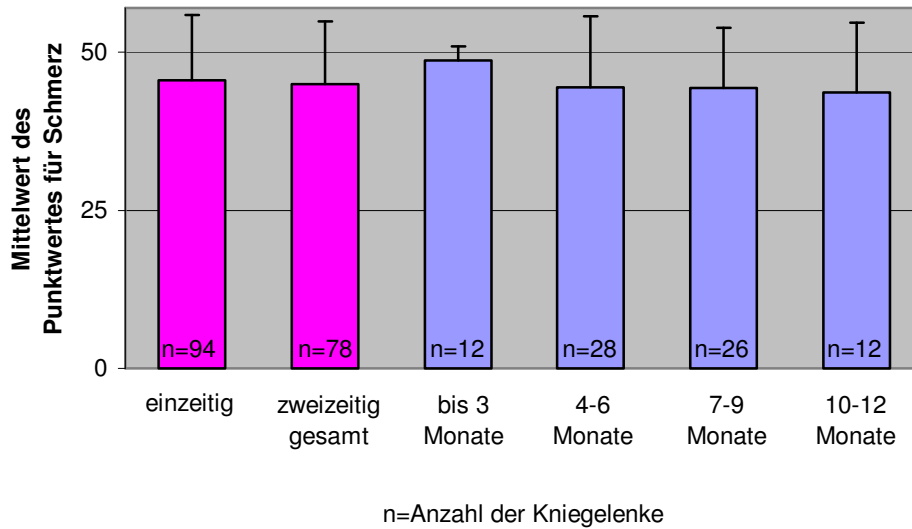


Abbildung 12 2. Unterpunkt des Knee Scores: Bewegungsumfang der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand

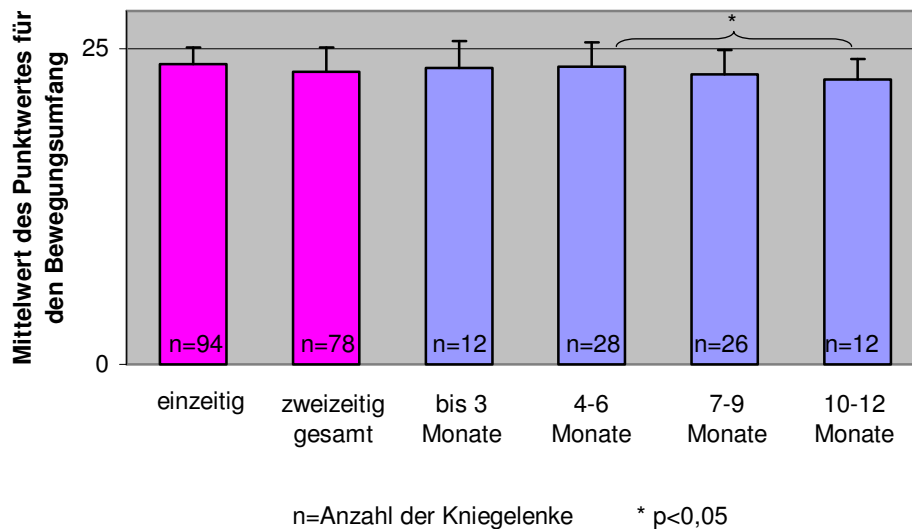
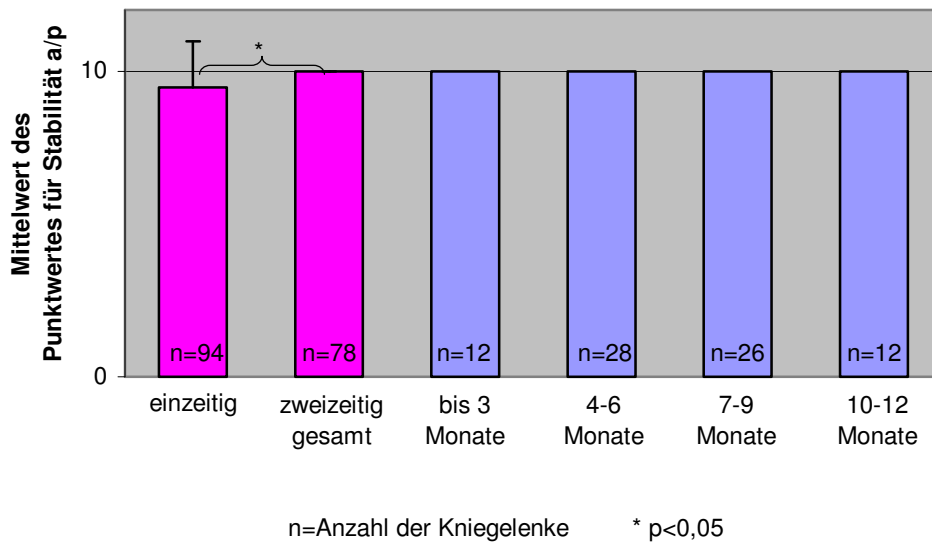


Abbildung 13 3. Unterpunkt des Knee Score: anterior-posteriore Stabilität der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand



3.2.2 Function Score

Der Function Score wies beim Vergleich der ein- und zweizeitig operierten Patientengruppe Unterschiede sowohl insgesamt als auch bei den Unterpunkten Gehfähigkeit und Treppensteigen auf.

Der Vergleich zwischen den Untergruppen der zweizeitig operierten Patienten brachte bei der Weite der Gehstrecke und dem Gesamtwert des Function Scores keine Unterschiede hervor. Hingegen zeigten sich beim Unterpunkt Treppensteigen und dem Abzug bei Verwendung von Hilfsmitteln bei zwei Gruppenkonstellationen Unterschiede. Der Vergleich bis 3 Monate vs. 10-12 Monate OP-Abstand zeigte mit 50 ± 0 Punkten eine Überlegenheit ($p=0,033$) beim Treppensteigen gegenüber den binnen 10-12 Monaten operierten mit $40,8 \pm 15$ Punkten. Bei der Konstellation 7-9 Monate vs. 10-12 Monate OP-Abstand mussten bei den binnen 7-9 Monaten versorgten weniger Punktabzüge aufgrund der Verwendung von Hilfsmitteln vorgenommen werden als bei den Patienten mit 10-12 Monaten OP-Abstand ($p=0,009$). (Abb. 14 – Abb. 16)

Abbildung 14 Function Score der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand

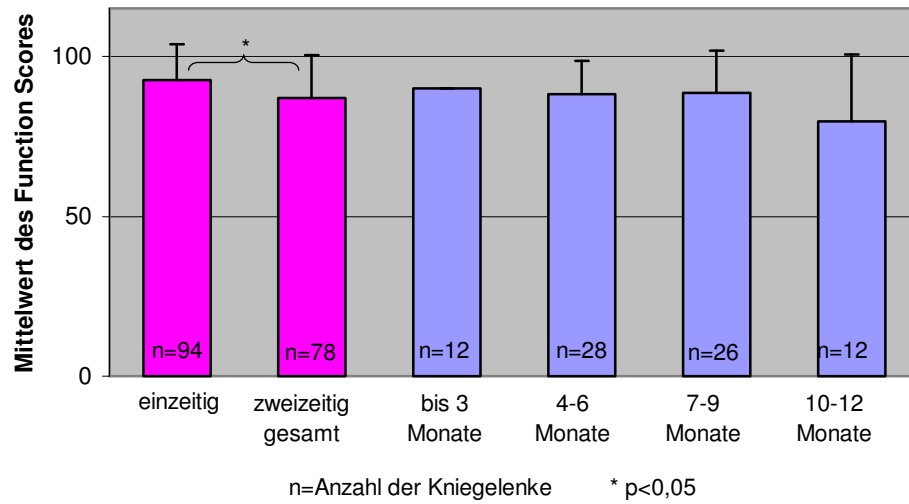


Abbildung 15 1. Unterpunkt des Function Scores: Gehstrecke der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand

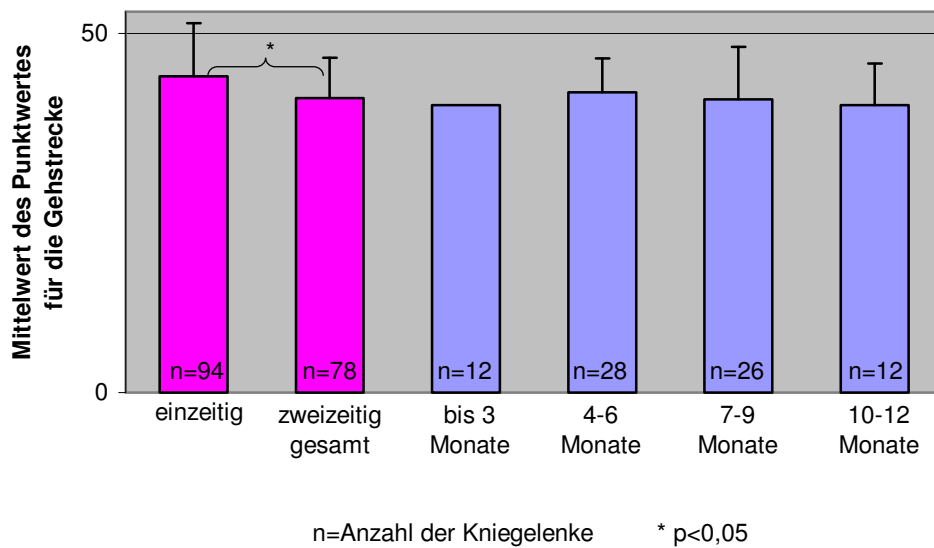
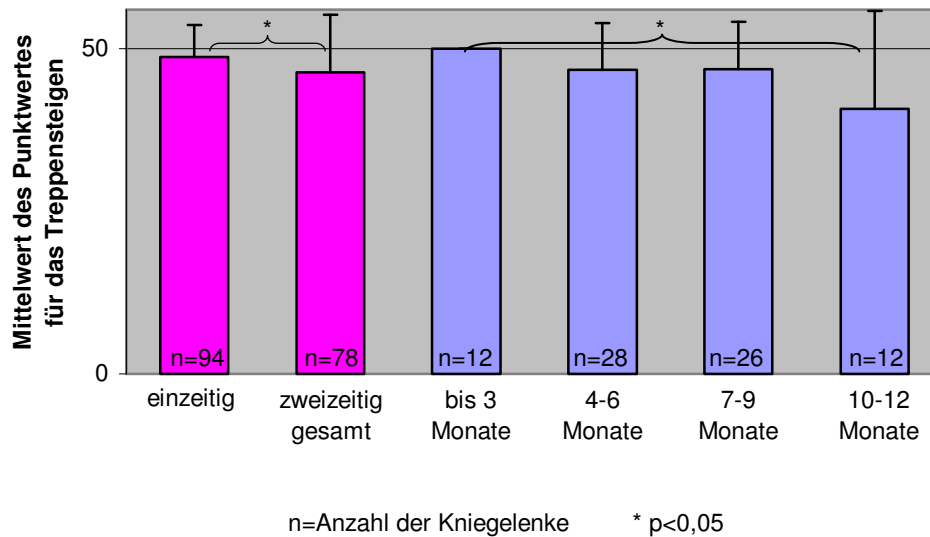


Abbildung 16 2. Unterpunkt des Function Scores: Treppensteigen der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand



3.3 Visuelle Analog Skala (VAS)

Auf der VAS gaben die Patienten der zweizeitigen Gruppe weniger Beschwerden bei passiver Bewegung an ($p < 0,001$). Bei aktiver Bewegung zeigten sich keine Unterschiede, ebenso wie beim Vergleich innerhalb der zweizeitigen Patientengruppe. (Abb. 17; Abb. 18)

Abbildung 17 Punktwerte auf der VAS bei aktiver Bewegung der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand

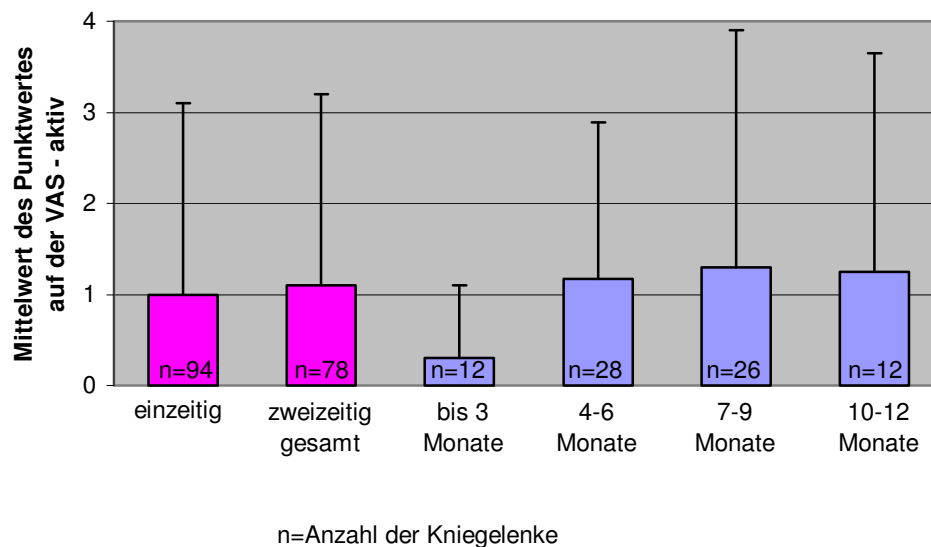
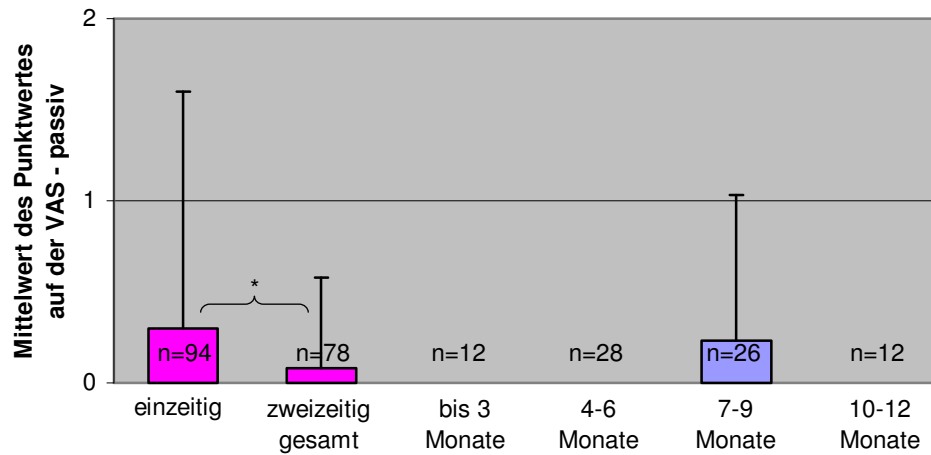


Abbildung 18 Punktwerte auf der VAS bei passiver Bewegung der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand



n=Anzahl der Kniegelenke * p<0,05

3.4 Stolzalpen Knee Score

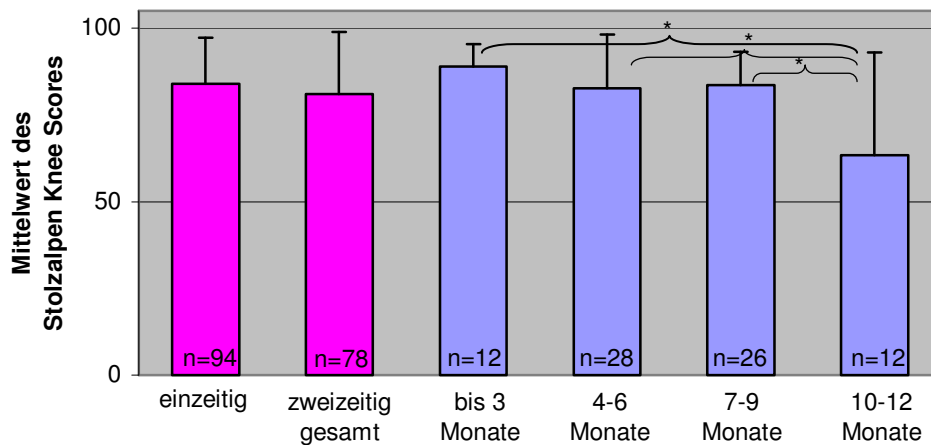
Beim Vergleich einzeitig und zweizeitig operierter Patienten konnten insgesamt und bei den Unterpunkten keine Unterschiede festgestellt werden (Tab. 1; Abb. 19). Hingegen ergaben sich Unterschiede beim Vergleich innerhalb der zweizeitigen Gruppe. Die binnen 10-12 Monaten operierten waren bezüglich des Gesamtwertes des Stolzalpen Knee Scores den anderen drei jeweils Untergruppen unterlegen (Abb. 19).

Je nach Konstellation konnten bei verschiedenen Unterpunkten jeweils weitere Unterlegenheiten der binnen 10 bis 12 Monaten operierten Patienten gegenüber denen mit einem anderen OP-Abstand nachgewiesen werden: Bei der Konstellation bis 3 Monate vs. 10-12 Monate OP-Abstand ergab sich bei allen Unterpunkten des Stolzalpen Knee Score, mit Ausnahme der Kadenz, ein besserer Punktwert für die binnen 3 Monaten zweizeitig operierten Patienten. Ebenso zeigten sich beim Vergleich 4-6 Monate vs. 10-12 Monate OP-Abstand niedrigere Punktwerte bei den Unterpunkten Flexion ($p=0,024$) und Aufstehen vom Stuhl ($p=0,001$). Bei der Konstellation 7-9 vs. 10-12 Monate OP-Abstand waren die in 10-12 Monaten beidseits operierten Patienten bezüglich Extension ($p=0,002$), Gehgeschwindigkeit ($p=0,002$), Schrittlänge ($p=0,034$) und Kadenz ($p=0,049$) sowie beim Aufstehen vom Stuhl ($p=0,013$) unterlegen.

Tabelle 1 Stolzalpen Knee Score gesamt und alle Unterpunkte

		n	Mittelwert	Standard- abweichung	p-Wert
Stolzalpen Knee Score gesamt	einzeitig	94	84	13,3	0,41
	zweizeitig	78	81	18	
Extension	einzeitig	94	9,04	2,9	0,89
	zweizeitig	78	9,1	2,9	
Flexion	einzeitig	94	17,47	2,7	0,12
	zweizeitig	78	16,4	3,8	
Aufstehen vom Stuhl	einzeitig	94	14	5,2	0,58
	zweizeitig	78	14,4	5,5	
Treppensteigen Hinauf	einzeitig	94	9,5	1,3	0,25
	zweizeitig	78	9,2	1,9	
Treppensteigen Hinunter	einzeitig	94	9,4	1,4	0,63
	zweizeitig	78	9,2	2	
Geh-Geschwindigkeit	einzeitig	94	9,6	2	0,12
	zweizeitig	78	9	3	
Schrittlänge	einzeitig	94	6,6	2,4	0,92
	zweizeitig	78	6,4	2,8	
Kadenz (Schritte/Minute)	einzeitig	94	8,3	2,6	0,25
	zweizeitig	78	7,5	3,3	

Abbildung 19 Stolzalpen Knee Score der ein- und zweizeitig operierten Patienten sowie in den Untergruppen der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand

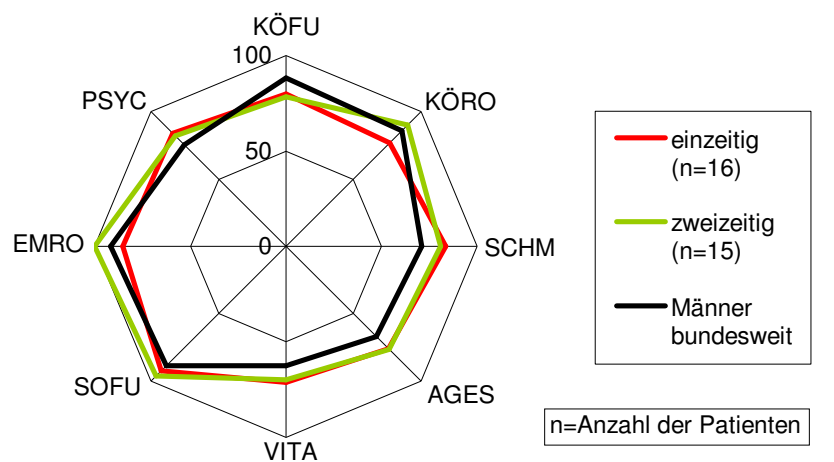


n=Anzahl der Kniegelenke * p<0,05

3.5 Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36

Bei den männlichen Patienten ergaben sich beim Gesamtvergleich der beiden Patientengruppen untereinander keine Unterschiede in den acht Dimensionen der Gesundheit (Abb. 20). Der nach Altersgruppen untergliederte Vergleich mit der männlichen Normalbevölkerung aus Ostdeutschland ergab überwiegend kleine (d nach Cohen 0,2-0,49) bis mittlere (d nach Cohen 0,5-0,79) Effekte. Große Effekte (d nach Cohen $\geq 0,8$) konnten bei der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung (AGES) und dem psychischen Wohlbefinden (PSYC) festgestellt werden. Hier beurteilten die Studienteilnehmer beider Gruppen in allen drei Altersgruppen ihre Situation subjektiv ähnlich oder positiver als die Vergleichspopulation der Normalbevölkerung (Abb. 21 – Abb. 23).

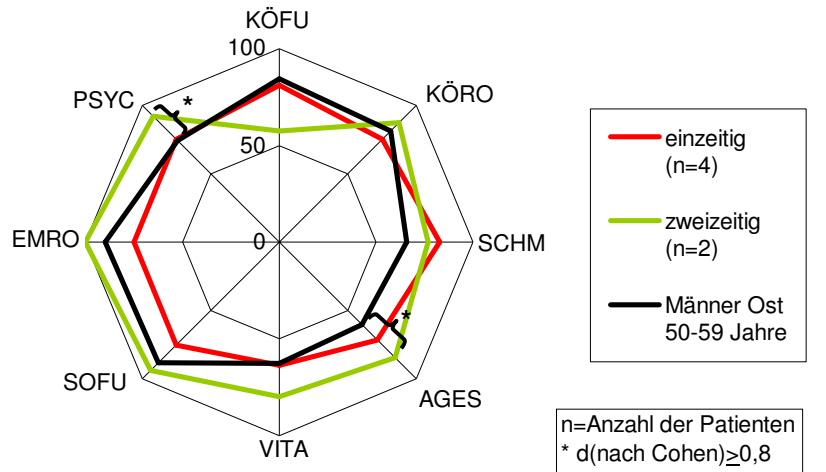
Abbildung 20 Acht Dimensionen der Gesundheit des SF-36 bei den männlichen Patienten beider Gruppen und der Normalbevölkerung ohne Altersunterteilung



KÖFU – körperliche Funktionsfähigkeit
 SCHM – körperliche Schmerzen
 AGES – allgemeine Gesundheitswahrnehmung
 EMRO – emotionale Rollenfunktion

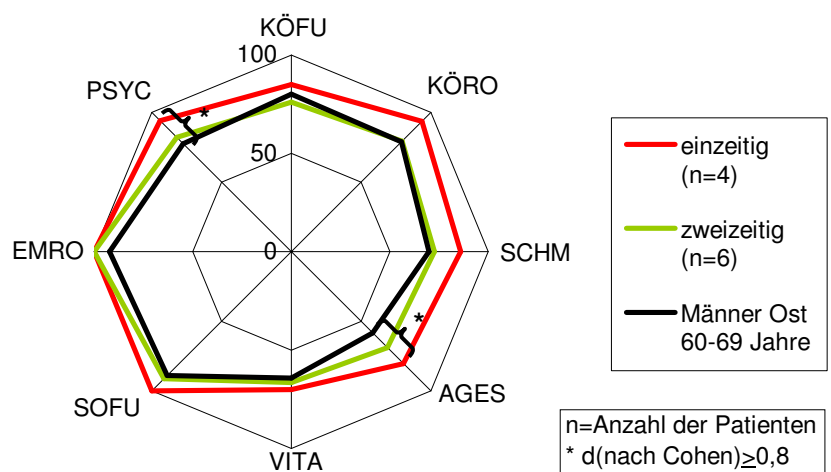
KÖRO – körperliche Rollenfunktion
 VITA – Vitalität
 SOFU – soziale Funktionsfähigkeit
 PSYC – psychisches Wohlbefinden

Abbildung 21 Acht Dimensionen der Gesundheit des SF-36 bei den männlichen Patienten beider Gruppen und der Normalbevölkerung im Alter von 50 bis 59 Jahren



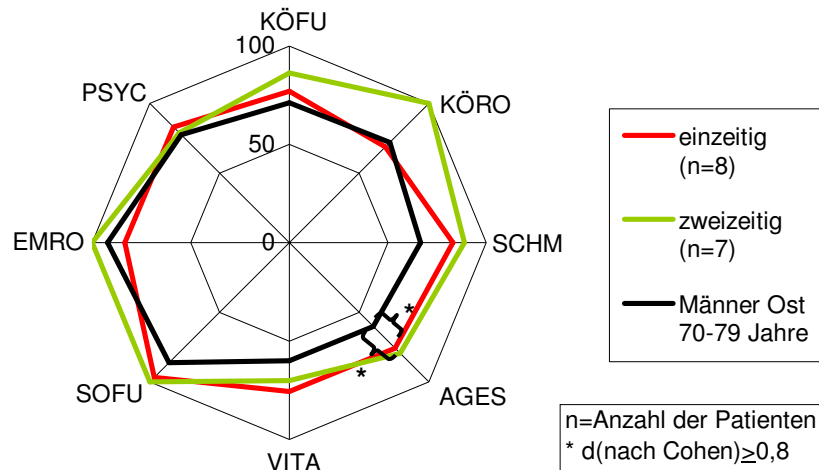
KÖFU	– körperliche Funktionsfähigkeit	KÖRO	– körperliche Rollenfunktion
SCHM	– körperliche Schmerzen	VITA	– Vitalität
AGES	– allgemeine Gesundheitswahrnehmung	SOFU	– soziale Funktionsfähigkeit
EMRO	– emotionale Rollenfunktion	PSYC	– psychisches Wohlbefinden

Abbildung 22 Acht Dimensionen der Gesundheit des SF-36 bei den männlichen Patienten beider Gruppen und der Normalbevölkerung im Alter von 60 bis 69 Jahren



KÖFU	– körperliche Funktionsfähigkeit	KÖRO	– körperliche Rollenfunktion
SCHM	– körperliche Schmerzen	VITA	– Vitalität
AGES	– allgemeine Gesundheitswahrnehmung	SOFU	– soziale Funktionsfähigkeit
EMRO	– emotionale Rollenfunktion	PSYC	– psychisches Wohlbefinden

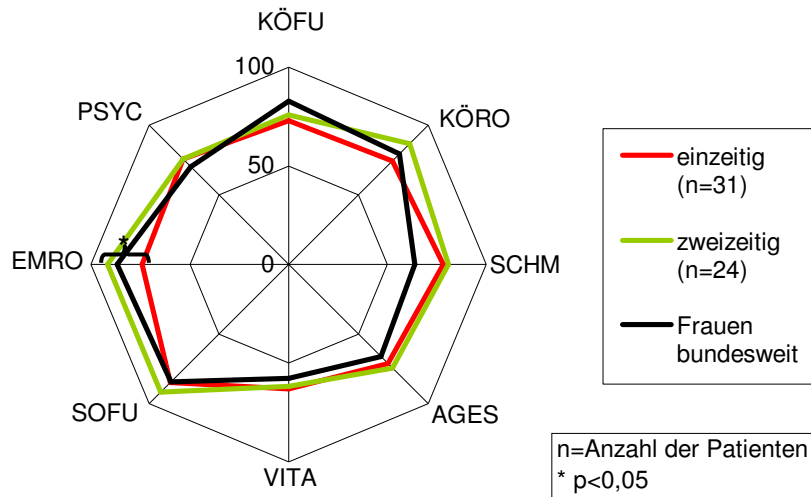
Abbildung 23 Acht Dimensionen der Gesundheit des SF-36 bei den männlichen Patienten beider Gruppen und der Normalbevölkerung im Alter von 70 bis 79 Jahren



KÖFU	– körperliche Funktionsfähigkeit	KÖRO	– körperliche Rollenfunktion
SCHM	– körperliche Schmerzen	VITA	– Vitalität
AGES	– allgemeine Gesundheitswahrnehmung	SOFU	– soziale Funktionsfähigkeit
EMRO	– emotionale Rollenfunktion	PSYC	– psychisches Wohlbefinden

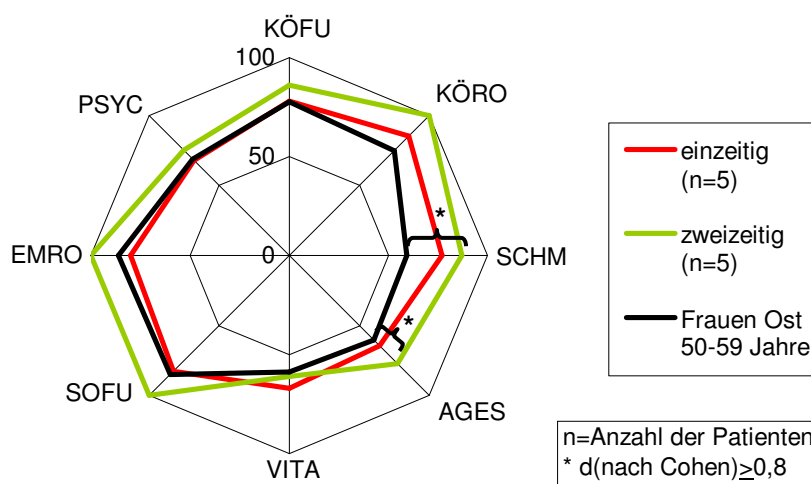
Bei den weiblichen Patienten ergaben sich beim Gesamtvergleich der beiden Patientengruppen untereinander Unterschiede in der Einschätzung der emotionalen Rollenfunktion (EMRO). Die zweizeitig operierten Patientinnen schätzten diese subjektiv positiver ein als die einzeitig operierten ($p=0,048$) (Abb. 24). Der nach Altersgruppen untergliederte Vergleich mit der weiblichen Normalbevölkerung aus Ostdeutschland ergab überwiegend kleine (d nach Cohen 0,2-0,49) bis mittlere (d nach Cohen 0,5-0,79) Effekte. Große Effekte (d nach Cohen $\geq 0,8$) konnten bei der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung (AGES) und dem Empfinden körperlicher Schmerzen (SCHM) festgestellt werden. Hier beurteilten die Studienteilnehmerinnen beider Gruppen in allen drei Altersgruppen ihre Situation subjektiv ähnlich oder positiver als die Vergleichspopulation der Normalbevölkerung (Abb. 25 – Abb. 27).

Abbildung 24 Acht Dimensionen der Gesundheit des SF-36 bei den weiblichen Patienten beider Gruppen und der Normalbevölkerung ohne Altersunterteilung



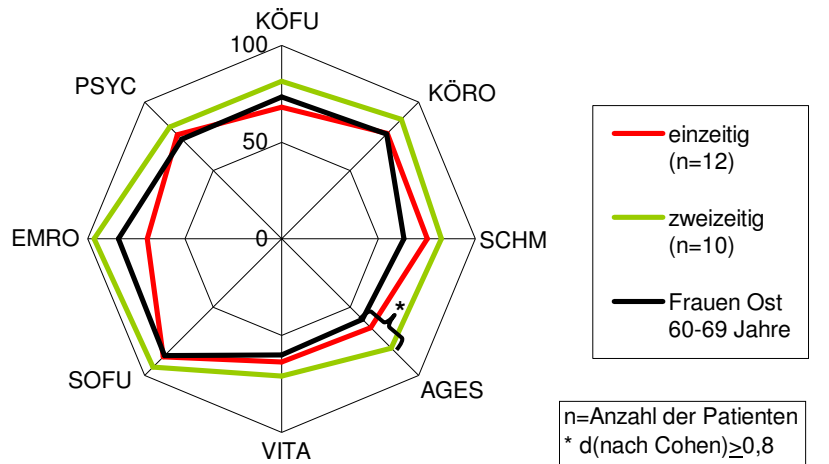
- | | |
|--|-----------------------------------|
| KÖFU – körperliche Funktionsfähigkeit | KÖRO – körperliche Rollenfunktion |
| SCHM – körperliche Schmerzen | VITA – Vitalität |
| AGES – allgemeine Gesundheitswahrnehmung | SOFU – soziale Funktionsfähigkeit |
| EMRO – emotionale Rollenfunktion | PSYC – psychisches Wohlbefinden |

Abbildung 25 Acht Dimensionen der Gesundheit des SF-36 bei den weiblichen Patienten beider Gruppen und der Normalbevölkerung im Alter von 50 bis 59 Jahren



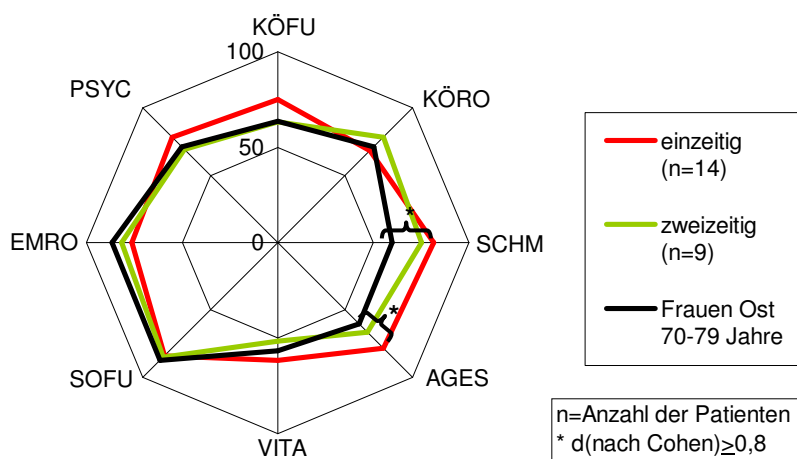
- | | |
|--|-----------------------------------|
| KÖFU – körperliche Funktionsfähigkeit | KÖRO – körperliche Rollenfunktion |
| SCHM – körperliche Schmerzen | VITA – Vitalität |
| AGES – allgemeine Gesundheitswahrnehmung | SOFU – soziale Funktionsfähigkeit |
| EMRO – emotionale Rollenfunktion | PSYC – psychisches Wohlbefinden |

Abbildung 26 Acht Dimensionen der Gesundheit des SF-36 bei den weiblichen Patienten beider Gruppen und der Normalbevölkerung im Alter von 60 bis 69 Jahren



KÖFU	– körperliche Funktionsfähigkeit	KÖRO	– körperliche Rollenfunktion
SCHM	– körperliche Schmerzen	VITA	– Vitalität
AGES	– allgemeine Gesundheitswahrnehmung	SOFU	– soziale Funktionsfähigkeit
EMRO	– emotionale Rollenfunktion	PSYC	– psychisches Wohlbefinden

Abbildung 27 Acht Dimensionen der Gesundheit des SF-36 bei den weiblichen Patienten beider Gruppen und der Normalbevölkerung im Alter von 70 bis 79 Jahren

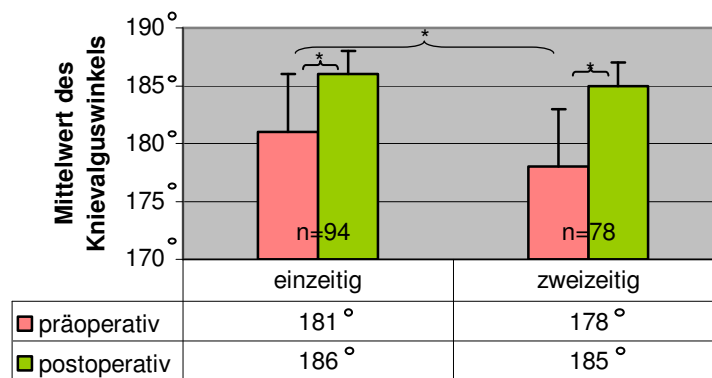


KÖFU	– körperliche Funktionsfähigkeit	KÖRO	– körperliche Rollenfunktion
SCHM	– körperliche Schmerzen	VITA	– Vitalität
AGES	– allgemeine Gesundheitswahrnehmung	SOFU	– soziale Funktionsfähigkeit
EMRO	– emotionale Rollenfunktion	PSYC	– psychisches Wohlbefinden

3.6 Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System

Das Bestimmen des prä- und postoperativen **Knievalguswinkels** ergab, dass bei den zweizeitig operierten 78 Kniegelenken eine stärkere Varusdeformität von $177,7^\circ \pm 4,8^\circ$ vorlag als bei den einzeitig versorgten 94 Kniegelenken mit einem Mittelwert von $180,1^\circ \pm 5,4^\circ$ ($p=0,004$). Zudem zeigte sich im Inner-Gruppen-Vergleich eine signifikante Veränderung der Beinachse nach der Operation hin in den physiologischen Normbereich um 186° (einzeitig: $185,6^\circ \pm 2,5^\circ$; zweizeitig: $185,4^\circ \pm 2,3^\circ$) ($p<0,001$). (Abb. 28)

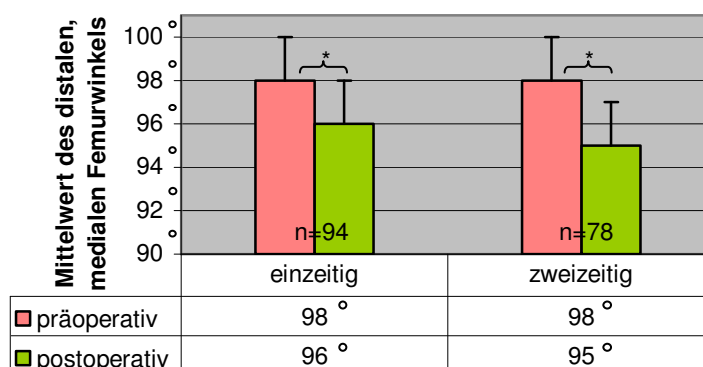
Abbildung 28 Knievalguswinkel prä- und postoperativ in beiden Gruppen



n=Anzahl der Kniegelenke * $p \leq 0,004$

Der **distale, mediale Femurwinkel** in der prä- und postoperativen Situation zwischen beiden Gruppen wies keinen Unterschied auf. Innerhalb der Gruppen jedoch zeigte sich eine signifikante Veränderung dieses Winkels vor und nach OP ($p<0,001$). (Abb. 29)

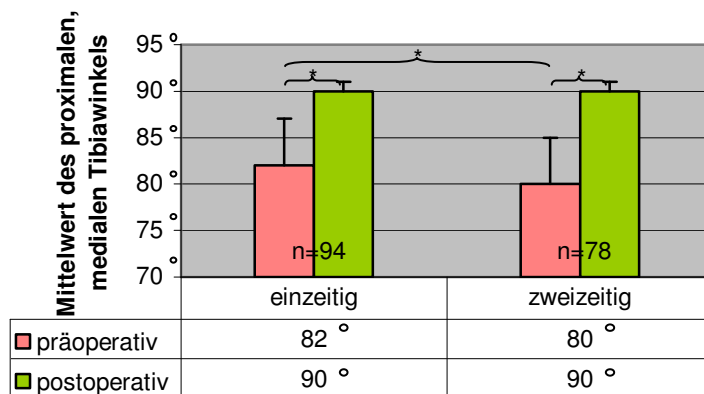
Abbildung 29 Distaler, medialer Femurwinkel prä- und postoperativ in beiden Gruppen



n=Anzahl der Kniegelenke * $p < 0,001$

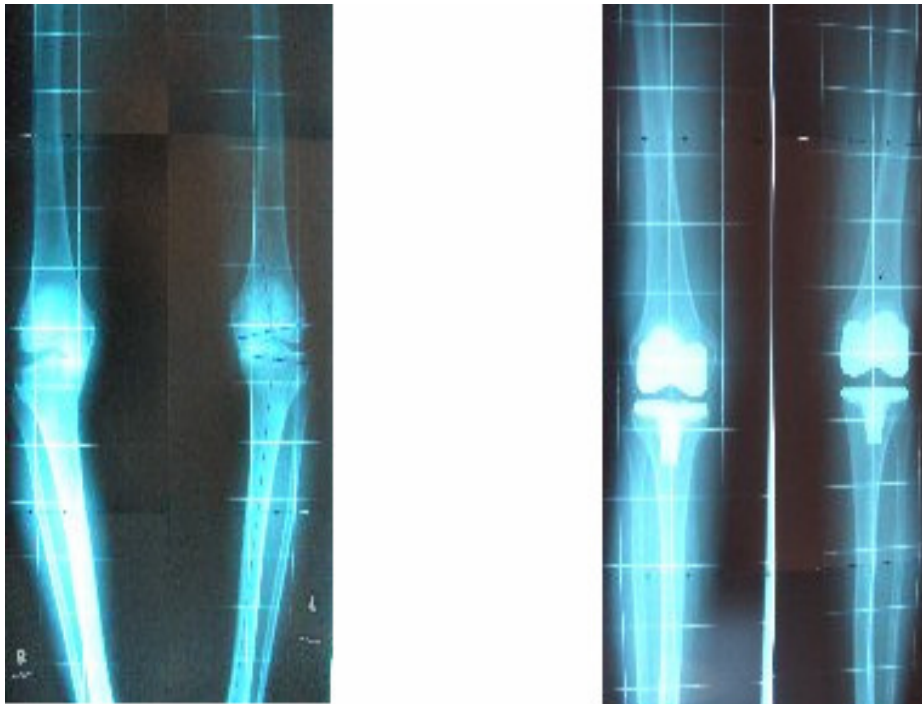
Der **proximale, mediale Tibiawinkel** stellte sich präoperativ in der Gruppe der zweizeitig operierten Patienten geringer dar als in der Gruppe der einzeitig operierten Personen ($p=0,012$). Der Inner-Gruppen-Vergleich prä- und postoperativ brachte jeweils eine signifikante Veränderung dieses Winkels nach OP hervor ($p<0,001$). (Abb. 30)

Abbildung 30 Proximaler, medialer Tibiawinkel prä- und postoperativ in beiden Gruppen



n=Anzahl der Kniegelenke * $p \leq 0,012$

Abbildung 31 Zustand vor und nach Korrektur einer Varusdeformität beidseits



Die beiden Parameter der Implantatpositionierung, **Flexion der Femurkomponente** und **Dorsalneigung des Tibiateils („Slope“)**, ergaben keine Unterschiede. (Tab. 2; Tab. 3)

Tabelle 2 Flexion der Femurkomponente

	n	Mittelwert	Standard-abweichung
einzeitig	94	2,3°	2°
zweizeitig	78	2,6°	2,3°
			p=0,39

Tabelle 3 Slope der Tibiakomponente

	n	Mittelwert	Standard-abweichung
einzeitig	94	83,2°	2,8°
zweizeitig	78	82,3°	3,1°
			p=0,052

Bezüglich **Osteolysesäumen** zeigten sich zum einen signifikant mehr Osteolysesäume bei den Patienten mit einzeitiger Versorgung ($p=0,002$). Zum anderen waren signifikant mehr Osteolysen tibial (insbesondere in der Frontalebene) als femoral zu verzeichnen ($p=0,035$). (Tab. 4)

Tabelle 4 Häufigkeit von Osteolysesäumen in den beiden Patientengruppen

	einzeitige Versorgung	zweizeitige Versorgung
Osteolysen femoral	3	1
Osteolysen tibial	13	6

Mit einer Ausnahme überstieg die Breite dieser Säume in beiden Gruppen nie 1 Millimeter und ist daher definitionsgemäß klinisch nicht relevant. Bei einer Patientin der zweizeitigen Gruppe fand sich im Bereich der medialen Tibiakonsole des linken Kniegelenks ein Saum von 3 mm Breite. Da dieser im Verlauf stationär und die Patientin völlig beschwerdefrei war, wurde hier nicht die Indikation zum Prothesenwechsel gestellt.

3.7 Infektionen & Komplikationen

In der einzeitigen Gruppe lag die chirurgische Komplikationsrate bei 100 untersuchten Kniegelenken bei 9%. Die Indikation zum Prothesenwechsel wurde bei drei von hundert Kniegelenken gestellt. Die chirurgische Komplikationsrate in der zweizeitigen Gruppe war mit 1,25% bei 78 untersuchten Kniegelenken niedriger ($p=0,021$). (Tab. 5)

Prothesenwechsel gab es in der Gruppe der zweizeitig operierten Patienten nicht. Alle erfassten Komplikationen traten jeweils einseitig, d. h., bei nur einer der beiden implantierten Knieprothesen, auf. Internistische Komplikationen konnten nicht erfasst werden. Unilaterale bzw. bilaterale Protheseninfekte traten weder in der einen noch in der anderen Gruppe auf.

Tabelle 5 Chirurgische Komplikationen in beiden Patientengruppen

einzeitig		zweizeitig	
Komplikation	Therapie	Komplikation	Therapie
1x Femurteil-valgisierung	Wechsel der Femurkomponente 9 Monate nach Erstimplantation	1x Quadrizepssehnenruptur nach Sturz am 1. post-operativen Tag	Naht der Quadrizepssehne
1x hämatombedingte Peroneusparese	Hämatomausräumung am OP-Tag		
1x Kniegelenkluxation	Wechsel von Inlay und Tibiateil 6 Wochen nach Erstimplantation		
1x Tibiateilverisierung	Wechsel des Tibiateils 12 Monate nach Primärimplantation		
1x femorale Fissur intraoperativ	intraoperative Schraubenosteosynthese		
1x Seitenbandinstabilität	Orthese für 3 Wochen		

Die Standzeiten der Knieprothesen betragen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei einem mittleren Follow up von $34,8 \pm 19$ Monaten in der einzeitigen Gruppe 97% und in der zweizeitigen Gruppe 100% bei $31,3 \pm 15$ Monaten mittlerem Follow up. Dieser Unterschied war mit einem p-Wert von 0,175 statistisch nicht signifikant.

3.8 Hospitalisationsdauer

Die Patienten der zweizeitigen Gruppe waren im Mittel $12,5 \pm 2,5$ Tage länger hospitalisiert als die der einzeitig operierten Patienten. (Tab. 6)

Tabelle 6 Dauer der Hospitalisation in Tagen

	n	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
einzeitig	50	13,6	3,9	10	33
zweizeitig	39	25,6	5	16	35

4 DISKUSSION

Die Implantation einer Knieprothese ist eine anerkannte und standardisierte Methode für Patienten, deren Gonarthrose mittels konservativer und operativ gelenkerhaltender Therapie nicht erfolgreich behandelt werden kann. In der heutigen Zeit stellt der degenerative Verschleiß die häufigste Diagnose dar. Nicht selten befällt dieser beide Kniegelenke. Meist geschieht dies zeitlich versetzt. In der geringeren Zahl der Fälle tritt die beidseitige Gonarthrose zeitgleich auf und es ergibt sich aufgrund beidseits progredient schmerzbedingter Invalidisierung [63, 83, 95, 103] oder einer Achsdeformität [28, 39, 43, 63, 83, 103, 43] die Indikation zur bilateral-einzeitigen Knieprothesen-implantation, d. h., es werden während einer Operation beide Kniegelenke künstlich ersetzt. Vor 30 Jahren war ein solcher Eingriff überwiegend Patienten mit entzündungsbedingter und zumeist multipler Gelenkerstörung vorbehalten [36]. Doch mit Erweiterung des Indikationsspektrums [51] steht diese Option auch Patienten mit rein degenerativer Gonarthrose zur Verfügung.

Die bilateral-einzeitige Knieprothesenimplantation ist eine seit 30 Jahren heftig umstrittene Vorgehensweise. Zahlreiche Publikationen beschreiben sie als sicher und kosteneffektiv [17, 32, 45, 75, 92, 103]. Die Vorteile eines bilateralen Gelenkersatzes in einer Narkose sind ähnliche klinische Ergebnisse im Vergleich zur zweizeitigen Vorgehensweise [28, 36, 43, 55, 100], die reduzierten Kosten, nur ein Anästhesierisiko, verkürzte Hospitalisationsdauer und der geringere Aufwand für den Patienten [63, 68, 70, 89, 94]. Leonhard et al. berichten von Befragungen, wonach sich 98% der Patienten für eine einzeitige Versorgung aussprechen [55]. Kritiker hingegen berichten besonders bei prämorbidem Patienten über 70 Jahren von einer erhöhten perioperativen Komplikationsrate im Vergleich zu unilateraler oder bilateral-zweizeitiger Versorgung [55, 64, 67, 83, 95] insbesondere bezüglich kardiovaskulärer und thrombembolischer Komplikationen [15, 53, 55] sowie von vermehrtem Blutverlust [11, 53, 63].

Die Indikation für die bilateral-einzeitige Knieprothesenimplantation ist laut Rosenberg und Dennis eng und vor allem individuell zu stellen, da Chirurg und Patient gemeinsam entscheiden sollen, wann die Risiken schwerer wiegen als die Zeit- und Geldersparnis. Des Weiteren empfehlen viele Autoren, diese OP-Methode nur unter der Prämisse internistisch-anästhesiologischer Vertretbarkeit durchzuführen [28, 63, 78, 95, 102]. Bei manch anderen Studien wurde dies jedoch als Selection Bias angeführt [28, 79, 94, 102]: Durch Auswählen möglichst gesunder Patienten würden die Studienpopulationen homogenisiert und somit bewußt verzerrt, so dass diese sich nur aus

Menschen mit geringem perioperativem Risiko zusammensetzten [28] und Patienten mit erhöhter Komorbidität würden nicht berücksichtigt. Wenn Chirurg und Patient [68, 78, 94] es gemeinsam entscheiden, keine Einwände seitens der Anästhesie bestehen und klar ersichtlich ist, dass ein Patient von einer unilateralen Prothesenimplantation nicht profitieren würde, so besteht allgemein Konsens darüber, dass die Indikation zur bilateral-einzeitigen Knieprothesenimplantation gegeben ist. Ebenso hält es Dennis [20] aufgrund der Datenlage [53, 55, 82] für nahe liegend, die Indikation auf Patienten unter 70 Jahre ohne kardiopulmonale Vorerkrankungen zu beschränken.

Einige Vergleichsstudien messen die Ergebnisse nach einzeitiger Doppelknieversorgung ausschließlich an denen nach unilateraler Implantation einer Knieprothese oder nach bilateraler Implantation bei Patienten mit zeitlich stark verzögert beidseits aufgetretener Gonarthrose und können dabei signifikante Unterschiede aufzeigen [2, 7, 34, 66, 87]. Dies entspricht jedoch keinem validen Vergleich und kann nicht ohne weiteres auf Patienten mit zeitgleich vorliegender, bilateral prothesenpflichtiger Gonarthrose übertragen werden [28, 79]. Ähnlich anderen Untersuchungen, die einen korrekten Vergleich vornehmen [75, 78, 94, 95, 102], bestand die Kontrollgruppe dieser Nachuntersuchung aus Patienten mit bilateral-zweizeitigen Knieprothesenimplantationen, deren Abstand zudem nicht mehr als 12 Monate betragen durfte. Zum einen galt es herauszufinden, ob die bilateral-einzeitige Knieprothesenimplantation Vorteile gegenüber der zweizeitigen Vorgehensweise bietet, und zum anderen, ob es einen zu empfehlenden Abstand zwischen den Operationen bei zweizeitiger Versorgung gibt.

Es konnten retrospektiv 47 einzeitig und 39 zweizeitig operierte Patienten, entsprechend 94 einzeitig und 78 zweizeitig operierten Kniegelenken, erfasst werden und es erfolgte eine klinisch-radiologische Nachuntersuchung. Der postoperative Zustand wurde zum einen mittels Knee Society Score evaluiert. Hierbei wird das Kniegelenk über zwei Teilscoresysteme unter klinischem und funktionellem Gesichtspunkt [44] beurteilt. Zum anderen wurde der Stolzalpen Knee Score angewendet, um die für den Patienten praktisch relevanten Beanspruchungen im Alltag genauer zu beleuchten. Die Visuelle Analog Skala diente einer zusätzlichen Schmerzerfassung. Der Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand sollte die Sichtweise der Patienten erfassen. Alle Eingriffe wurden in den Jahren 2001 bis 2005 durchgeführt, so dass das mittlere Follow up 35 ± 19 bzw. 31 ± 15 Monate betrug. Die Ergebnisse des Knee Society Scores lagen bei den einzeitig operierten Patienten deutlich im sehr guten Punktbereich; die zweizeitig operierten verfehlten diesen nur minimal. Es kam hier ebenso wie im Unterpunkt Stabilität anterior-posterior zu einem

statistisch signifikanten, aber klinisch nicht relevanten Unterschied [27], denn die Resultate beider Gruppen bewegten sich jeweils immer noch im sehr guten Bereich. Funktionell erzielten die einzeitig operierten Patienten mit sehr guten Punktwerten beim Treppensteigen und der Weite der Gehstrecke ein besseres Resultat als die zweizeitige Gruppe, wobei jene aber noch immer mit einem „gut“ zu bewerten war. Beim Stolzalpen Knee Score konnte ebenso keines der beiden Patientenkollektive einen Vorteil für sich verzeichnen, so dass konstatiert werden muss, dass es bei den klinisch- funktionellen Ergebnissen nach ein- bzw. zweizeitiger Doppelknieversorgung im Rahmen dieser Nachuntersuchung keine relevanten Unterschiede gab.

Die Arbeitsgruppen um Forster, Liu und Funke konnten in ähnlichen Arbeiten mit nahezu identischem Follow up und vergleichbaren Punktwerten des Knee Society Scores ebenfalls keinen Unterschied zwischen einzeitiger und zweizeitiger Versorgung binnen 1 bis 4 Wochen feststellen [28, 32, 63]. Hutchinson et al. publizierten 2005 Langzeitergebnisse einer prospektiven Arbeit mit 438 einzeitigen und 125 zweizeitigen Patienten. Nach 1 und 5 Jahren lag der Knee Society Score in beiden Gruppen mit 183 bis 186 Punkten im sehr guten und damit identischen Bereich wie unsere Studienpopulation. Ihre 10-Jahres-Ergebnisse zeigten einen leichten Rückgang; die Patienten beider Gruppen waren aber immer noch mit einem „gut“ zu bewerten. Die Spannweite ihres OP-Abstandes reichte jedoch von 2 bis 120 Monaten und nur 8 der 125 Patienten wurden binnen 6 Monaten beidseits operiert, so dass eine Vergleichbarkeit mit der einzeitigen Gruppe dieser Nachuntersuchung nicht in vollem Umfang gegeben ist [43]. Auch andere Autoren konnten keinen Nachweis für die klinische Überlegenheit einer Gruppe bei einem zweizeitigen OP-Abstand von bis zu 24 Monaten erbringen [13, 32, 36, 75, 105]. Der Vergleich unter klinisch-funktionellem Aspekt zwischen bi- und unilateralem Kniegelenksersatz zeigte ebenso keine relevanten Unterschiede [2, 17, 34, 95].

Es kann daher in Anbetracht der umfangreichen Datenlage gefolgert werden, dass trotz Abwesenheit prospektiv-randomisierter Studien sehr wahrscheinlich keine relevanten klinisch-funktionellen Unterschiede zwischen ein- und zweizeitiger Doppelknieversorgung existieren.

Beim Vergleich innerhalb der zweizeitigen Gruppe in Abhängigkeit vom OP-Abstand waren die binnen 10-12 Monaten operierten Patienten beim Knee Society Score in den Unterpunkten Bewegungsumfang und Treppensteigen den anderen unterlegen. Ein ähnliches Bild tat sich bei der Betrachtung des Stolzalpen Knee Score auf. Auch hier zeigten die anderen Untergruppen bezüglich Gesamtwert und den verschiedenen Unterpunkten höhere Punktzahlen. Deshalb muss angenommen werden, dass es für

die zweizeitig operierten Patienten funktionell von Nachteil war, sich in einem Abstand von 10 bis 12 Monaten beidseits eine Knie totalendoprothese implantieren zu lassen.

In der Literatur existieren ausschließlich Empfehlungen zum OP-Abstand, die sich in unterschiedlichen Komplikationsraten und nicht in funktionell divergenten Ergebnissen in Abhängigkeit vom gewählten Zeitraum zwischen den Prothesenimplantationen begründen. Ritter et al. empfahlen daher 1997 die zweizeitige Versorgung mit einem OP-Abstand von 3 bis 6 Monaten, für den Fall, dass die einzeitige Versorgung nicht möglich ist [94]. Dieser Zeitraum wurde auch von 28% bzw. 37% der orthopädischen Chirurgen in Ontario, Kanada bevorzugt [54]. Von einigen Arbeiten wird ein OP-Abstand von einer Woche empfohlen, da dies bei klinisch-funktionell vergleichbaren Ergebnissen trotz verlängerter Hospitalisationszeit einen Kompromiss zwischen schnellstmöglichem Gelenkersatz und einer möglichen Reduktion der bei bilateral-einzeitiger Versorgung oftmals erhöhten Komplikationsrate darstellt [28, 78, 102].

Bei der Fehleranalyse galt es zu berücksichtigen, dass der Knee Society Score zwar über eine hohe Konstruktvalidität [59, 101] verfügt, wie die meisten Scoresysteme für das Kniegelenk jedoch nicht sehr reliabel ist [59, 62]. Ein Grund hierfür ist vor allem, dass der Schmerz als subjektives Erleben 50% der Punkte im Knee Score ausmacht. Des Weiteren ist der Untersucher bei Aussagen zum Schmerz, der Gehstrecke und zum Treppensteigen auf die Angaben des Patienten angewiesen, was einigen und gerade älteren Patienten nicht unbedingt leicht fällt. Zum anderen wird die niedrige Reliabilität begünstigt bei Einsatz verschiedener Untersucher. Um dieser interindividuellen Ergebnisvariabilität [62] vorzubeugen, wurden sämtliche Untersuchungen, Tests und Auswertungen von einem Untersucher durchgeführt.

Die Visuelle Analog Skala ist ein Maß für das subjektive Schmerzempfinden. Die Punktwerte waren auf der Visuellen Analog Skala in beiden Gruppen sehr gering sowohl bei aktiver als auch bei passiver Bewegung. Eine Tendenz zum mittleren Drittel der Skala war zu verzeichnen [31]. Statistisch signifikant besser ging es den zweizeitig operierten Patienten bei passiver Bewegung des Kniegelenks. Da sich aber bei der aktiven Beweglichkeit auf der Visuellen Analog Skala, im Knee Society Score und beim SF-36 keine statistisch signifikanten Unterschiede herausgestellt hatten und das Schmerzniveau bei allen Messsystemen sehr niedrig war, bestünde hier die Gefahr eines α -Fehlers. Dieser beschreibt die Möglichkeit, von einer statistischen Signifikanz auszugehen, obwohl diese in Wirklichkeit nicht existiert [27, 111]. Deshalb war dieses Ergebnis vernachlässigbar.

Die Gesundheitseinschätzung und damit die Erfassung der Patientenzufriedenheit mit der beidseitigen Knieprothesenimplantation wurde von den Patienten mit dem Fragebogen SF-36 vorgenommen. In dieser Arbeit offenbarten sich beim Vergleich der beiden Patientengruppen keine eindrucksvollen Unterschiede, insbesondere bei den Männern. Einzig der Frauenvergleich ergab, dass die zweizeitig operierten Frauen ihre emotionale Rollenfunktion, also das Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigen [14] signifikant besser einschätzten als die einzeitig operierten. Da es sich bei dieser Dimension der Gesundheit um einen für diese Arbeit eher nebensächlichen Aspekt handelte und sich alle anderen Dimensionen, insbesondere die für körperliche Schmerzen, körperliche Funktionsfähigkeit und körperliche Rollenfunktion indifferent zeigten, muss auch hier zusammengefasst werden, dass bei der Zufriedenheit der Patienten mit ihrem Gesundheitszustand und damit letztendlich auch mit ihrem OP-Ergebnis keine relevanten Unterschiede bestehen.

Die Ergebnisse des Vergleichs mit der Normstichprobe aus dem Bundesgesundheitsurvey spiegelten sich im Effektmaß d nach Cohen wider. Seine Empfehlungen für die Bewertung von Effektgrößen für unabhängige Stichproben bieten eine Einteilung in kleine, mittlere und große Effekte. Hierbei muss hinterfragt werden, ob diese allgemein aufgestellten Effektstärkenbewertungen problemlos auf alle medizinischen Untersuchungen übertragen werden können, da ein gefundener Effekt immer an vergleichbaren Untersuchungsergebnissen relativiert werden muss [56]. Daher können die Ergebnisse dieses Vergleichs nur unter Vorbehalt beurteilt werden. Außerdem brachte der Vergleich mit den Daten des Bundesgesundheitsurvey eine Aufsplitterung der Patienten in Altersgruppen mit sich, so dass der Stichprobenumfang, der sich dem Vergleich mit der Normalbevölkerung stellte, mitunter recht gering ist.

Männer und Frauen präsentierten hier in allen Altersgruppen überwiegend kleine und mittlere Effekte. Große Effekte bei den Männern zeigten sich in den Dimensionen psychisches Wohlbefinden und allgemeine Gesundheitswahrnehmung, d. h., der persönlichen Beurteilung der Gesundheit, einschließlich aktuellem Gesundheitszustand, zukünftigen Erwartungen und Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen [14]. Sowohl einzeitig und zweizeitig operierte Patienten schätzten sich hier positiver ein als die Normalbevölkerung. Große Effekte bei den Frauen zeigten sich ebenfalls in der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung und dem Ausmaß der körperlichen Schmerzen. Diese waren sowohl für einzeitige als auch die zweizeitige Gruppe nachweisbar.

Gemessen an der Literatur lagen die Punktwerte der ein- und zweizeitigen Patientengruppe in allen Dimensionen entweder in vergleichbaren oder höheren Bereichen [41, 59, 67, 69, 93]. Eine mögliche Ursache hierfür kann die umfassendere Gesundheitsversorgung in Deutschland sein. Die hier eventuell besser als im englischsprachigen Raum behandelten Nebenerkrankungen der Patienten könnten zu einer subjektiv positiveren Evaluation der gesamten Gesundheit geführt haben.

Zusammenfassend lässt sich auch unter Berücksichtigung der Ergebniskonsistenz zu Visueller Analog Skala und Knee Society Score festhalten, dass der Vergleich zur Normalbevölkerung bzw. anderen Autoren entweder indifferent oder zu Gunsten der Studienteilnehmer ausfiel. Demnach waren unsere Patienten – unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit – mit ihrer gesundheitlichen Gesamtsituation – und damit auch mit ihrem OP-Ergebnis – sehr zufrieden.

McGuigan et al. sind der Ansicht, dass der SF-36 als allgemeiner Fragebogen zur Gesundheit nicht detailliert genug ist, um den Einfluss eines orthopädischen Eingriffs im Speziellen auf die Lebensqualität eines Patienten zu erfassen [74]. Aber da seine Testgütekriterien aber hinreichend belegt sind [14, 59], er international etabliert ist [22, 24] und der Zustand nach Knieendoprothetik in der heutigen Zeit nicht mehr nur an der Standzeit des Implantats gemessen werden kann [48], sollte der SF-36 für die Erfassung der Patientenperspektive das Mittel der Wahl sein [24, 48].

Dass die Implantation einer Knieendoprothese einen für die meisten Patienten zufrieden stellenden Eingriff darstellt, ist allgemein anerkannt [39, 48, 74, 93]. Die Zufriedenheitsrate wird mit Werten zwischen 81% und 89% angegeben [3, 4, 41, 96]. Die substantielle Verbesserung der Lebensqualität ergibt sich in erster Linie durch die Schmerzreduktion, gepaart mit dem Mobilitätsgewinn des betroffenen Gelenkes [61, 90]. Noch immer steht die Befreiung von Schmerzen in der Hierarchie der Wichtigkeit für die Patienten ganz oben; der funktionelle Anspruch jedoch wächst [36, 40, 61].

Die radiologischen Ergebnisse zeigten, dass die zweizeitig operierten Patienten präoperativ eine im Mittel signifikant stärkere Varusdeformität aufwiesen. In beiden Gruppen führten die Eingriffe zu einer Korrektur der Beinachse in den physiologischen Bereich von 6° bis 7° Valguswinkel zwischen Femurschaft und Tibia [19, 24]. Bei der Implantatpositionierung konnten keine Fehler oder Unterschiede zwischen beiden Gruppen nachgewiesen werden. Leider können Rotationsfehler und axiale Wanderung der Komponenten mittels Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System nicht erfasst werden. Ein weiterer Schwachpunkt ist neben fehlenden Angaben zur Reliabilität und Validität die fehlende Standardisierung der Aufnahmetechnik und

Positionierung des Patienten [52], wobei wir diesen Aspekt doch erheblich in seinem Ausmaß reduzieren konnten, da es in der Universitätsklinik für Orthopädie eine separate, auf endoprothetische Belange spezialisierte Röntgenabteilung gibt. Die Stärke dieses Systems ist seine weite Verbreitung und die klare Struktur mit wenigen Parametern. Deshalb kann es trotz der genannten Einschränkungen empfohlen werden [24].

Das Auftreten von Osteolysesäumen ist ein häufig beobachtetes Phänomen, dessen genaue Ursache und klinische Bedeutung nicht vollständig geklärt ist [106]. Partielle Säume sollten bei klinisch unauffälligem Befund nicht überbewertet, aber regelmäßig radiologisch nachkontrolliert werden. Bei Auftreten einer entsprechenden Schmerzsymptomatik empfiehlt sich die weitere Abklärung z. B. durch Szintigrafie. Auf die Kufen der Femurkomponente wirken während des Bewegungsablaufes vorwiegend Druckkräfte, an der Tibia hingegen wirken zusätzlich noch Scher-, Rotations- und Kippkräfte [104]. Insbesondere letztere werden durch nicht achsgerechte Verhältnisse und Imbalancen der Seitenbänder verstärkt, so dass klar ersichtlich ist, weshalb Lockerungssäume schon unter rein mechanischen Gesichtspunkten häufiger tibial als femoral nachzuweisen sind. Zum anderen wird die Prothesenlockerung begünstigt durch die Entstehung von mikro- und makroskopischen Polyethylenabriebpartikeln, denn alle Bewegungen setzen das Inlay großen und komplexen Belastungen aus [24]. Sie gelangen in den Spalt zwischen Implantat, Zement und Knochen und induzieren die Bildung von Granulationsgewebe. Aktivierte Makrophagen lösen Fremdkörperreaktionen sowie reaktive Synovitiden und Fremdkörpergranulome an den Prothesengrenzflächen aus [29]. Radiologisch sind dann vielfach Osteolyseareale am Femur, an der Patella und vor allem unter dem Tibiaplateau erkennbar. Auch um Gewindgänge von Schrauben, die zur Fixierung zementfreier Tibiaimplantate verwendet werden, können markante Osteolysen entstehen. Leider fehlen bis heute exakte und praktikable, radiologische Parameter zur Bestimmung des Polyethylenabriebs.

Osteolysen sind oft die ersten Anzeichen eines Lockerungsprozesses. Auf Dauer können sie zum Nachgeben des geschwächten Knochens und zur Prothesenlockerung führen. Osteolytische Areale begünstigen periprothetische Frakturen und erschweren Revisionsoperationen wegen des Substanzverlusts. Erst ab 2 Millimeter Breite und Nachweis einer durchgehenden Saumbildung in mehreren Zonen oder Projektionen der Komponente ist radiologisch von einer Lockerung zu sprechen [24].

Osteolysesäume mit einer Breite von 1 Millimeter fanden sich signifikant häufiger bei den Patienten mit einzeitiger Versorgung und das auch mehr tibial als femoral. Hierbei

wurde durch einen Vergleich mit den unmittelbar postoperativen Aufnahmen sichergestellt, dass ein Osteolysesaum nicht mit einem Bereich verwechselt wurde, den das Zement während der Implantation nicht erreicht hat. Bei einer Patientin der zweizeitigen Gruppe maß der Saum im anterior-posteriorem Strahlengang im Bereich der medialen Tibiakonsole des linken Kniegelenks eine Breite von 3 Millimeter bei völliger Beschwerdefreiheit. Es wurde hier nicht die Indikation zum Prothesenwechsel gestellt, sondern eine engmaschige Verlaufskontrolle vereinbart. Hardaker et al. berichteten von vernachlässigbaren Säumen [36]. Ritter und Meding [92] wiesen in einem bi- versus unilateralen Vergleich deutlich mehr Lysesäume bei den bilateral-einzeitig operierten Patienten nach als in dieser Arbeit, was eventuell auch der etwa doppelt so großen Studienpopulation zuzuschulden ist. Doch auch hier traten Säume weniger femoral als tibial auf, und das signifikant häufiger in der Gruppe mit Zustand nach unilateraler Knieprothesenimplantation.

Die chirurgische Komplikationsrate lag mit 9% in der einzeitigen Gruppe signifikant höher als die 3% der zweizeitigen Gruppe, wobei die erstere deutlich über den Angaben in der Literatur liegt [43, 63, 67, 78]. Ritter et al. verzeichneten 1997 basierend auf 63.000 bilateral-einzeitigen und -zweizeitigen Eingriffen eine chirurgische Komplikationsrate von 2,4% bzw. 3,5% [94]. Rosenberg berichtet von einem vergleichbar häufigen Auftreten von Komplikationen am Kniegelenk, die eine Indikation zur unmittelbaren Reoperation darstellen [100].

Alle Prothesenwechsel begründeten sich in einer aseptischen Lockerung. Demnach ergab sich eine 97%ige Standzeit der einzeitigen Prothesen bei einem Follow up von 35 Monaten, welche statistisch nicht signifikant geringer gegenüber den 100% der zweizeitigen Gruppe war. In der Literatur finden sich keine signifikanten Unterschiede der Standzeiten für bilateral-einzeitigen, bilateral-zweizeitigen bzw. unilateralen Kniegelenksersatz. Morrey et al. und Ritter et al. wiesen eine Wahrscheinlichkeit der 5- bzw. 10-Jahres-Standzeiten von mindestens 97.5% [78, 95] nach. Lonner et al. halten die bilateral-einzeitige Revision bei infektfreien Verhältnissen, zügig genauem Vorgehen und Durchführung bei anästhesiologisch belastbaren Patienten für sicher durchführbar [65].

In keiner der beiden Gruppen gab es einen Protheseninfekt. Septische Lockerungsraten werden bei unilateraler Knieprothesenimplantation bei etwa 2% angegeben [30]. Entgegen der Erwartung erhöhter Infektraten übersteigen die prozentualen Angaben in der Literatur zur ein- und zweizeitigen Doppelknieversorgung diesen Wert nicht [15, 42, 43, 53, 83]. Huotari et al. fordern separate Leitlinien bezüglich der Antibiotikaphylaxe bei bilateralen Prothesenimplantationen [42]. Beim

bilateralen Infektmanagement wird der verzögerte Wechsel nach parenteral erfolgter, erregerspezifischer Antibiotikatherapie empfohlen [115].

Die Literatur bietet keinen Anhalt, dass die bilateral-einzeitig Knieprothesenimplantation einen Nachteil bezüglich septischer bzw. aseptischer Prothesenlockerungen für den Patienten birgt. Auf den ersten Blick mag dies auch für diese Nachuntersuchung zutreffen. Aber für eine ausreichende Betrachtung der Endpunkte Infektions- und Revisionsrate war der Stichprobenumfang zu gering und das Follow up zu kurz und es muss leider festgestellt werden, dass gerade vor diesem Hintergrund in dieser Nachuntersuchung eine recht hohe Fehlerquote vorlag.

Internistische Komplikationen konnten nicht nachgewiesen bzw. erfasst werden, was dem retrospektiven Studiendesign und nicht standardisierter Dokumentation zuzuweisen ist. Rosenberg unterscheidet zwischen Major- und Minor-Komplikationen und berichtet von einem vermehrten Auftreten beider im Rahmen der bilateral-einzeitigen Versorgung [100]. Unter Major-Komplikationen werden Lungenembolien, cerebro- und kardiovaskuläre Ereignisse, Arrhythmien, der Tod des Patienten, arterielle Embolien und jede Art von Re-Operation verstanden. Minor-Komplikationen umfassen tiefe Venenthrombosen, Wundheilungsstörungen (oberflächliche, aber keine Protheseninfekte), nosokomiale Infektionen, transiente Darmatonien, Harnverhalt und je nach Autor weitere Komplikationen, die nicht spezifisch für die Endoprothetik, sondern allgemein im Rahmen jeder chirurgischen Hospitalisation auftreten können. Leider orientiert sich die Literatur nicht einheitlich an dieser klaren Untergliederung, so dass die Trennung zwischen orthopädischen und internistischen bzw. unmittelbar lebensbedrohlichen und weniger gefährdenden Komplikationen nicht immer möglich ist.

Bei vielen Autoren zeigten sich keine Unterschiede [63, 78, 92, 105], auch nicht bezüglich einer tiefen Venenthrombose [15, 43, 88, 94] oder Lungenembolie [43, 75]. Ritter et al. gaben 1997 eine vaskuläre Komplikationsrate von 5,7% versus 4,1% bis 6,8% an für 63.000 einzeitige bzw. zweizeitige Versorgungen binnen 12 Monaten [94]. Soudry et al. hingegen fanden mehr tiefe Venenthrombosen und symptomatische wie asymptomatische Lungenembolien bei bilateral-zweizeitig operierten Patienten [103]. Selbige zeigten sich erwartungsgemäß signifikant häufiger in einigen Arbeiten mit unilateralen Kontrollgruppen [5, 95] ebenso wie Myokardinfarkte [15, 67, 88].

Als mögliche Ursache für die enorme Ergebnisvariabilität der Komplikationsrate in der Literatur sind das breite Spektrum präoperativer Komorbiditäten, der nicht valide Vergleich mit unilateralen Kontrollgruppen, die Stichprobengrößen und die Art des

Nachweises einer tiefen Venenthrombose und der Lungenembolie zu nennen, da beides klinisch asymptomatisch verlaufen kann.

Die diagnostisch erfassten Inzidenzraten von Thrombosen der tiefen Bein- und Beckengefäße liegen bei 49% bis 57% nach unilateralem [103, 107] und bei 26% bis 58% nach bilateralem Gelenkersatz [45, 83]. Klinisch manifeste Thrombosen wurden bei Pavone et al. bei nur 0,4% festgestellt [83]. Trotz eines phlebographischen oder Doppler-sonographischen Nachweises einer tiefen Venenthrombose wurde eine Lungenembolie in nur 1,7% bis 5% der Fälle radiologisch diagnostiziert [103, 107]. Klinisch apparente Verläufe konnten wiederum nur bei ca. 2% bis 5% der Fälle festgestellt werden [93, 103]. Daher ist bei den Ergebnissen zu beachten, ob diese diagnostisch gesichert oder nur klinisch beurteilt worden sind [17, 75, 103]. Außerdem ist die medikamentöse Thromboseprophylaxe nicht immer gegeben bzw. innerhalb der Literatur sehr verschieden.

Die Pathogenese der Thrombose basiert auf der Virchow-Trias aus dem Jahre 1856: Veränderungen der Gefäßwand, des Blutstromes oder der Blutzusammensetzung sind die Ursachen. Beim Einbau von Knieprothesen kann es zur Schädigung der Gefäßwand infolge von mechanischen Belastungen, insbesondere durch starke intraoperative Flexion und Extension, kommen. Eine Blutstase mit lokaler Hypoxie und Gewebeeränderung wird mit der Anlage einer Blutsperre in Kauf genommen, ist aber bei der Anwendung zementierter Verfahren unumgänglich, da der Knochen trocken und blutfrei sein muss, um eine korrekte Verzahnung von Zement und Spongiosa zu gewährleisten.

Zu einer Veränderung des Blutes kommt es bei der Bearbeitung des Knochens oder Eintreiben der Prothesenkomponenten, bei denen Markraumbestandteile in das venöse System gelangen und hier nach Öffnen der Blutsperre fettembolieähnliche Symptome auslösen können [24]. Funktionell stellt der Markraum langer Röhrenknochen ein geschlossenes Kompartiment dar. Bei Einführen von Instrumenten, Prothesen oder Knochenzement kommt es zur Volumenverdrängung mit Anstieg des intramedullären Drucks und Knochenmarkausschüttung über die venösen Abflussgefäße [9, 12, 81]. Als Folge kommt es in diesen zu einer Gerinnungsaktivierung. Diese Hyperkoagulabilität führt zusammen mit der venösen Stase der Blutsperre zur Bildung gemischter Knochenmarkmakroemboli [24], die bei Ankunft in der Lunge zu einem erniedrigten arteriellen Sauerstoffpartialdruck führen können, der dann ein erhöhtes pulmonales Shuntvolumen mit konsekutiv erhöhtem pulmonal-arteriellem Druck nach sich zieht [81].

Wegen des geringeren Knochenmarkgehalts und der kleineren abführenden Gefäßquerschnitte hat die Tibia generell weniger Bedeutung für die Entstehung einer Fettembolie, sondern vielmehr das Femur [24]. Deshalb konnten durch eine Veränderung der Vorgehensweise bei der Zurichtung des distalen Femurs in Form eines überdimensionierten Aufbores des distalen Femurs und Einbringen eines schmalen, intramedullären Führungsstabes die gefährlichen Druckspitzen suffizient verhindert werden [26].

Konsens bezüglich vermehrten Auftretens anderer, internistischer und neurologischer Komplikationen sowie Todesfällen besteht bei einem Alter der Patienten von über 70 Jahren bei entsprechenden Vorerkrankungen [15, 34, 64, 67, 82].

Eine Vielzahl von Studien konnte keine Unterschiede der Mortalitätsrate nachweisen, was sehr wahrscheinlich an einer zu geringen Fallzahl lag [17, 75, 89]. Das Scottish Arthroplasty Project konnte anhand von 19.000 Knieprothesen keine erhöhte 90-Tage-Mortalität zeigen [110], ebenso wie Ritter 2003 und Morrey et al. [78, 95]. Die Arbeitsgruppen um Ritter 1997, Parvizi und Restrepo publizierten bei jeweils hohen Fallzahlen signifikant höhere 30-Tage-Mortalitätsraten für bilateral-einzeitig operierte Patienten gegenüber denen mit bilateral-zweizeitigem bzw. unilateralem Kniegelenksersatz [82, 88, 94]. Als mögliche Ursachen werden der erhöhte Blutverlust und der Übertritt von Fett und Knochenmarksbestandteilen in die Blutbahn angegeben, insbesondere bei Zementieren der Komponenten [43, 82].

Deshalb geben Parvizi et al. und Hutchinson et al. die Empfehlung zum zementfreien Design, da die Blutsperre dabei weniger lang angelegt werden muss bei gleichzeitig wegfallendem Embolie-Risiko der Zementierung und die Mortalitätsrate signifikant niedriger ist [43, 82]. Zu beachten bleibt jedoch, dass die zementfreie Implantation allgemein anerkannt mit einer höheren Lockerungsrate der Prothesen vergesellschaftet ist [24, 72].

Forster et al. empfehlen einen einwöchigen OP-Abstand, welcher zu einer Reduktion des perioperativen Risikos führen soll, indem die „große“ Stressreaktion einer einzeitigen OP in zwei „kleinere“ zerlegt wird [28]. Denn eine Knieprothesenimplantation ruft im Organismus eine Stressreaktion hervor [58]. Bedenken wurden geäußert, zwei Knieprothesenimplantationen in einer Narkose könnten daher eine stärkere Stressantwort induzieren, die sich dann einer höheren Mortalitäts- und Morbiditätsrate niederschlägt. Es konnte gezeigt werden, dass sich der Stress proportional zum Gewebeschaden verhält [21]. Wahrscheinlich ist die Stressantwort bei bilateral-einzeitiger Prothesenimplantation größer als bei unilateraler; dies wurde bisher nicht detailliert untersucht. Das Korrelat der Stressantwort, die

inflammatorischen Marker wie das C-reaktive Protein, Cortisol und Interleukin 6 sind nach einer Prothesenimplantation immer erhöht [58, 112, 115]. Cortisol und Interleukin-6 fallen 75 Stunden postoperativ wieder in den Normbereich. Das C-reaktive Protein fällt ungefähr binnen einer Woche in den Normalbereich ab [21, 113]. Forster et al. folgern daraus, dass sich die Stressantwort bei einem OP-Abstand von einer Woche auf diese Art reduzieren lässt [28].

Die Hospitalisationsdauer für bilateral-einzeitige Eingriffe hat sich seit Ende der 70er Jahre von einem Monat [34, 36, 103, 105] auf ca. 10 Tage [53, 89, 92] reduziert, obwohl eine Verzögerung der postoperativen Mobilisation gegenüber unilateraler Versorgung zu erwarten ist [7, 87]. Ebenso ging die Zahl der Krankenhaustage bei zweizeitigen Doppelknieversorgungen zurück und wird heute zwischen 9 und 21 Tagen [63, 66, 68, 94] angegeben. Damit lagen beide Patientengruppen dieser Arbeit mit minimaler Abweichung in den genannten Spannweiten.

Aus einer Reduktion der Hospitalisationsdauer kann jedoch nicht automatisch auf eine Kostenreduktion geschlossen werden, da ca. 70% der Kosten während des Aufenthalts im OP-Bereich [68, 89] und nicht auf der Station verursacht werden. Zudem haben bilateral-einzeitig operierte Patienten einen signifikant höheren Bedarf an Rehabilitationen [53, 68, 79], so dass sich die Kostenersparnis [70, 78] der einzeitigen Eingriffe wiederum reduziert. Zugleich bekommen in manchen Einrichtungen aber überhaupt nur die bilateral-einzeitigen Patienten eine Anschlussheilbehandlung angeboten [68]. Die genaue Ersparnis bei Zeit und Kosten bleibt daher weiterhin diskussionswürdig [43].

Der intraoperative Blutverlust und der Bedarf an Bluttransfusionen wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht ermittelt. Es wurde darauf verzichtet, weil die Dokumentation des Blutverlustes nicht standardisiert war. Zum anderen begründet sich dies darin, dass es sich hierbei um eine retrospektive Arbeit handelt und präoperative Festlegungen zur Transfusionsindikation und Verwendung einer Blutsperre intraoperativ fehlen.

Brotherton et al. berichteten von vergleichbaren Blutverlusten [13], andere hingegen von höheren Blutverlust bei den einzeitigen Patienten [11, 63]. Die Arbeitsgruppen um Hutchinson und March erwähnten den vermehrten Blutverlust über die Resektionsschnitte an Femur und Tibia bei Verwendung zementfreier Prothesenmodelle, was den erhöhten Verlust der bilateral-einzeitigen OP-Methode erklären kann [43, 70]. Bould et al. haben bei bilateral-einzeitiger Knieprothesenimplantation anhand intraoperativer Hämostase-Analysen zeigen können, dass nach Lösen der ersten Blutsperre das zweite Kniegelenk stärker blutet als das erste [11]. Tierexperimentelle Verfahren haben gezeigt, dass eine verlängerte

Anlage der Blutsperre zu einer Abnahme von Gerinnungsfaktoren im Blut führt [98]. Zudem lassen in-vitro-Analysen vermuten, dass perioperative Hypothermie die Plättchenfunktion beeinträchtigt [77, 99]. Bottner et al. empfehlen für bilateral-einzeitige Operationen, präoperativ zwei Konserven Eigenblut zu spenden und postoperativ die Verwendung eines Retransfusions-Systems [10]. Thorey et al. untersuchten 2008 den Einfluss des Lösens der Blutsperre auf den perioperativen Blutverlust. Egal ob vor oder nach Wundverschluss, es ergab sich kein Unterschied [108]. Lane et al. mahnten einen 17-fach erhöhten Transfusionsbedarf der bilateral-einzeitigen gegenüber unilateral operierten Patienten an [53].

Ebenso uneinheitlich ist die Datenlage beim Transfusionsbedarf: Manche Autoren berichten von einem größeren [13, 45], vergleichbaren [28, 63] oder geringerem Bedarf der einzeitig operierten Patienten [75, 100, 103, 105].

Mit der Zeit widmete sich die klinische Forschung auch der Untersuchung von speziellen Fragestellungen im Kontext der bilateralen Knieendoprothetik. Hierbei machte man sich mitunter die Tatsache zu nutze, in einem Individuum zwei verschiedene Methoden vergleichen zu können. So untersuchten Keblish et al. den Einfluss des Patellarückflächenersatzes in einem Kniegelenk, während die andere Patella nicht ersetzt wurde [50]. Die Arbeitsgruppe um Becker implantierte 1990 bei 30 Patienten jeweils ein kreuzbanderhaltendes und ein kreuzbandersetzendes Prothesenmodell [6]. Oder Thorey et al. analysierten, ob es einen Unterschied im Blutverlust beim Lösen der Blutsperre vor und nach Wundverschluss gibt [108]. Meding et al. verglichen 2000 die Ergebnisse einer Doppelknieversorgung bei einseitigem Zustand nach Tibiavalgisationsosteotomie [76]. Für die Frage, ob Adipositas mit einem Body-Mass-Index von mehr als 30 kg/m² eine Kontraindikation für eine bilateral-einzeitige Prothesenimplantation darstellt, interessierten sich 2001 Benjamin et al. [8]. Mauer et al. stellten die Frage, ob von einem bilateralen Kniegelenkersatz ein erhöhtes Sturzrisiko ausgeht [71].

Trotz retrospektiven Studiendesigns und kurzem Nachbeobachtungszeitraum ist die Stärke dieser Nachuntersuchung in einem validen Gruppenvergleich zu sehen, da sich die Kontrollgruppe aus bilateral-zweizeitig und nicht wie in der Mehrheit anderer Arbeiten aus unilateral operierten Patienten zusammensetzt.

Prospektiv-randomisierte Studien zu dieser Thematik fehlen bislang [79]. Dies ist sicherlich auch der Grund, warum die kontroverse Diskussion über die Vor- und Nachteile einzeitiger Doppelknieversorgung seit Beginn vor etwa 30 Jahren noch immer anhält. Die Ursache hierfür findet sich in den geringen Fallzahlen der bilateral-einzeitigen Doppelknieversorgung, in deren Kontext retrospektive Arbeiten die Regel

sind. Die Prospektivität wird „geopfert“, um eine möglichst große Zahl an Patienten einschließen zu können. Für die klinische Beurteilung sind geringe Fallzahlen tolerabel. Lane et al. sind der Meinung, dass nur eine Studie in Matched-Pairs-Technik bezüglich Alter, Geschlecht, Gewicht, Ätiologie der Gonarthrose, Nebenerkrankungen valide Ergebnisse über die Sicherheit und Wirksamkeit erbringen kann [53]. Für die Betrachtung von Komplikationsraten und Prothesenstandzeiten sind jedoch große Zahlen notwendig. Eine Poweranalyse basierend auf den Daten des Scottish Arthroplasty Project hat ergeben, dass über 80.000 Kniegelenke pro Gruppe notwendig wären, um verlässliche Aussagen zur Mortalität mit einer statistischen Power von 80% zu treffen bei einem Signifikanzniveau von 5% [110].

Zusammenfassend lässt sich daher konstatieren, dass im mittelfristigen Intervall klinisch und radiologisch keine relevanten Unterschiede zwischen der bilateral-einzeitigen und bilateral-zweizeitigen Versorgung mit einer Knieendoprothese festgestellt werden konnten. Einerseits war die Komplikationsrate in der einzeitigen Patientengruppe verglichen mit der Literatur erhöht, andererseits war es für die Patienten mit zweizeitiger Versorgung von Nachteil, wenn der OP-Abstand bei Vorliegen einer bilateralen Gonarthrose zu großzügig gewählt wurde. Letztlich ist damit die Entscheidung zur ein- bzw. zweizeitigen Versorgung immer unter Berücksichtigung der individuellen Situation im Konsens zwischen Operateur und Patient zu treffen.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen einer Nachuntersuchung wurden die klinischen und radiologischen Ergebnisse nach bilateral-einzeitiger und bilateral-zweizeitiger Knieprothesenimplantation retrospektiv miteinander verglichen. Zusätzlich wurde die bilateral-zweizeitige Gruppe nach OP-Abstand unterteilt und ein Vergleich der klinischen Ergebnisse in Abhängigkeit vom OP-Abstand vorgenommen.

Die Untersuchung fand im Sommer 2006 in der Universitätsklinik und Poliklinik für Orthopädie und Physikalische Medizin der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg statt. Es konnten 47 Patienten (entsprechend 94 Kniegelenke) in die bilateral-einzeitige und 39 Patienten (entsprechend 78 Kniegelenke) in die bilateral-zweizeitige Gruppe eingeschlossen werden.

Zur klinisch-funktionellen Beurteilung des Kniegelenks wurden der Knee Society Score und der Stolzalpen Knee Score verwendet. Das Schmerzempfinden wurde über die Visuelle Analog Skala quantifiziert. Der Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36 diente der Erfassung der subjektiven Einschätzung des Gesundheitszustandes durch die Patienten selbst. Zur radiologischen Beurteilung wurden Röntgenaufnahmen des Kniegelenks in anterior-posteriorem und seitlichem Strahlengang angefertigt und die Implantatpositionierung mittels Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System ausgewertet.

Die Punktwerte lagen bei Knee Society Score und Stolzalpen Knee Score sowohl in der bilateral-einzeitigen als auch in der bilateral-zweizeitigen Gruppe überwiegend im sehr guten Bereich. Zum Teil ergaben sich statistisch signifikante, aber klinisch nicht relevante Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Der Vergleich innerhalb der zweizeitigen Gruppe nach OP-Abstand zeigte geringere Punktwerte für die Patienten, bei denen die Eingriffe mit einem Abstand von 10 bis 12 Monaten durchgeführt worden waren. Die Visuelle Analog Skala ergab kohärent zur Schmerzevaluation im Knee Society Score ein sehr niedriges Schmerzniveau in beiden Gruppen ohne statistisch signifikante Unterschiede. Die Auswertung des SF-36 konnte zeigen, dass die Patienten beider Gruppen in den acht Dimensionen der Gesundheit vergleichbare Punktwerte erzielten. Im Vergleich zur Normalbevölkerung schätzten beide Patientengruppen ihre Gesundheit ähnlich oder subjektiv positiver ein, vor allem in den Dimensionen der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung und des körperlichen Schmerzes. Bezüglich Implantatpositionierung ließen sich keine Fehler oder Unterschiede

nachweisen. Chirurgische Komplikationen traten gemessen an der Literatur in der bilateral-einzeitig operierten Patientengruppe deutlich häufiger auf als in der bilateral-zweizeitigen Gruppe. Die Patienten der zweizeitigen Gruppe wurden erwartungsgemäß deutlich länger hospitalisiert.

Mit dieser Arbeit konnten keine Vorteile der bilateral-einzeitigen gegenüber der bilateral-zweizeitigen Knieprothesenimplantation detektiert werden. Nachteilig war die erhöhte Komplikationsrate im Vergleich zur Literatur, von Vorteil jedoch die geringere Hospitalisationsdauer. Andererseits ergab sich für die Patienten mit zweizeitiger Versorgung ein Nachteil, wenn der OP-Abstand zu großzügig gewählt wurde. Damit bleibt die Frage, bei bilateraler Gonarthrose eine ein- oder zweizeitige Versorgung mit einer Knieendoprothese vorzunehmen, eine situative Entscheidung im Konsens zwischen Operateur und Patient unter besonderer Berücksichtigung des individuellen perioperativen Risikos.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- 1 **AAOS** Bulletin June 1999: Future demand for orthopaedic skills to soar
- 2 **Adili** A, Bhandari M, Petruccelli D, de Beer J: Sequential bilateral total knee arthroplasty under 1 anesthetic in patients \geq 75 years old. *J Arthroplasty* 16 (2001) 271-278
- 3 **Anderson** JG, Wixson RL, Tsai D, Stulberg SD, Chang RW: Functional outcome and patient satisfaction in total knee patients over the age of 75. *J Arthroplasty* 11 (1996) 831-840
- 4 **Baker** PN, van der Meulen JH, Lewsey J, Gregg PJ: The role of pain and functioning in determining patient satisfaction after total knee replacement. *J Bone Joint Surg* 89 (2007) 893-900
- 5 **Barrett** J, Baron JA, Losina E, Wright J, Mahomed NN, Katz JN: Bilateral total knee replacement: Staging and pulmonary embolism. *J Bone Joint Surg Am* 88 (2006) 2146-2151
- 6 **Becker** MW, Insall JN, Faris PM: Bilateral total knee arthroplasty. One cruciate retaining and one cruciate substituting. *Clin Orthop Relat Res* 271 (1991) 122-124
- 7 **Benick** RA, Backus SI, Ganz SB, Barr AE, Espinal A: Comparing knee flexion and functional status of unilateral an bilateral total knee arthroplasty. *Topics in Geriatric Rehabilitation* 20 (2004) 309
- 8 **Benjamin** J, Tucker T, Ballesteros: Is obesity a contraindication to bilateral total knee arthroplasties under one anesthetic? *Clin Orthop Relat Res* 392 (2001) 190-195
- 9 **Bisla** RS, Inglis AE, Lewis RJ: Fat embolism following bilateral total knee arthroplasty with the Guepar prosthesis. *Clin Orthop* 115 (1976) 195-198
- 10 **Bottner** F, Pavone V, Johnson T, Heitkemper S, Sculco TP: Blood management after bilateral total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 410 (2003) 254-261
- 11 **Bould** M, Freeman BJC, Pullyblank A, Newman JH: Blood loss in sequential bilateral total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 13 (1998) 77-79
- 12 **Breed** A: Experimental production of vascular hypotension and bone marrow and fat embolism with methylmethacrylat cement. *Clin Orthop* 102 (1974) 227-244
- 13 **Brotherton** SL, Roberson JR, de Andrade JR, Fleming LL: Staged versus simultaneous bilateral total knee replacement. *J Arthroplasty* 1 (1986) 221-228
- 14 **Bullinger** M, Kirchberger I: SF-36 Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand Handanweisung. Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen, Bern, Toronto, Seattle, 1998
- 15 **Bullock** DP, Sporer SM, Shirreffs TG: Comparison of simultaneous bilateral with unilateral total knee arthroplasty in terms of perioperative complications. *J Bone Joint Surg Am* 85 (2003) 1981-1986
- 16 **Charnley** J: The long-term results of low-friction arthroplasty of the hip as a primary intervention. *J Bone Joint Surg Br* 54 (1972) 61-76
- 17 **Cohen** RG, Forrest CJ, Benjamin JB: Safety and efficacy of bilateral total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 12 (1997) 497-502
- 18 **Colville** J, Raunio P: Charnley low-friction arthroplasties of the hip in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Br* 60 (1978) 498-503

- 19 **Debrunner** AM: Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. 4. Aufl. Huber, Bern, Studienausgabe 2005, S. 1025-1103
- 20 **Dennis** DA: Debate: bilateral simultaneous total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 428 (2004) 82-83
- 21 **Desborough** JP: The stress response to trauma and surgery. Br J Anaesth 85 (2000) 109-117
- 22 **Ellert** U, Bellach BM: Der SF-36 im Bundesgesundheitsurvey – Beschreibung einer aktuellen Normstichprobe. Gesundheitswesen 61 (1999) Sonderheft 2 184-190
- 23 **Ethgen** O, Bruyère O, Richey F, Dardennes C, Reginster JY: Health-related quality of life in total hip and total knee arthroplasty. A qualitative and systemic review of the literature. J Bone Joint Surg Am 86 (2004) 963-974
- 24 **Eulert** J, Hassenpflug J: Praxis der Knieendoprothetik. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2001
- 25 **Ewald** FC: The knee society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. Clin Orthop 248 (1989) 9-12
- 26 **Fahmy** NR, Chandler HP, Danylchuck K, Matta EB, Sunder N, Siliski JM: Blood-gas and circulatory changes during total knee replacement. J Bone Joint Surg Am 72 (1990) 19-26
- 27 **Fletcher** RH, Fletcher SW, Wagner EH: Klinische Epidemiologie – Grundlagen und Anwendung. Ullstein Medical Verlagsgesellschaft mbH & Co., Wiesbaden, 1999
- 28 **Forster** MC, Bauze AJ, Bailie AG, Falworth MS, Oakesshott RD: A retrospective comparative study of bilateral total knee replacement staged at a one-week interval. J Bone Joint Surg Br 88 (2006) 1006-1010
- 29 **Freeman** MA, Bradley GW, Revell PA: Observations upon the interface between bone and polymethylmetacrylate cement. J Bone Joint Surg Br 64 (1982) 489-493
- 30 **Fuchs** S, Jerosch J: Knieendoprothetik – eine Standortbestimmung. Unfallchirurg 99 (1996) 958-963
- 31 **Fuchs** S, Friedrich M: Beeinflussungsmöglichkeiten von Kniegelenkscores. Unfallchirurg 103 (2000) 44-50
- 32 **Funke** E, Munzinger U, Dobry T: Bilateral total knee arthroplasty (tka): simultaneous or staged? J Bone Joint Surg Br 77 suppl 2 (1995) 182
- 33 **Givon** U, Ginsberg GM, Horoszowski H, Shemer J: Cost-utility analysis of total hip arthroplasties. Technology assessment of surgical procedures by mailed questionnaires. Int J Technol Assess Health Care 14 (1998) 735-742
- 34 **Gradillas** EL, Volz RG: Bilateral total knee replacement under one anesthetic. Clin Orthop Relat Res 140 (1979) 153-158
- 35 **Gschwend** N: Die operative Behandlung der chronischen Polyarthritits. Thieme, Stuttgart, 1977
- 36 **Hardaker** WT, Ogden WS, Musgrave RE, Goldner JL: Simultaneous and staged bilateral total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 60 (1978) 247-250
- 37 **Harris** WH, Sledge CB: Total hip and knee replacement (1). N Engl J Med 323 (1990) 725-731
- 38 **Harris** WH, Sledge CB: Total hip and knee arthroplasty (2). N Engl J Med 323 (1990) 801-807

- 39 **Hawker** G, Wright J, Coyte P, Paul J, Dittus R, Croxford R, Katz B, Bombardier C, Heck D, Freund D: Health-related quality of life after knee replacement. Results of the knee replacement patient outcomes research team study. *J Bone Joint Surg Am* 80 (1998) 163-173
- 40 **Head** WC, Paradies LH: Ipsilateral hip and knee replacements as a single procedure. *J Bone Joint Surg Am* 59 (1977) 352-354
- 41 **Heck** DA, Robinson RL, Patridge CM, Lubitz RM, Freund DA: Patient outcomes after knee replacement. *Clin Orthop* 356 (1998) 93-110
- 42 **Huotari** K, Lyytikäinen O, Seitsalo S: Patient outcomes after simultaneous bilateral total hip and knee joint replacements. *J Hosp Infect* 65 (2007) 219-225
- 43 **Hutchinson** JRM, Parish EN, Cross MJ: A comparison of bilateral uncemented total knee arthroplasty: Simultaneous or staged? *J Bone Joint Surg Br* 88 (2005) 40-43.
- 44 **Insall** JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN: Rationale of the knee society clinical rating system. *Clin Orthop* 248 (1989) 13-14
- 45 **Jankiewicz** JJ, Sculco TP, Ranawat CS, Behr C, Tarrentino S: One-stage versus 2-stage bilateral total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 309 (1994) 94-101
- 46 **Jergesen** HE, Poss R, Sledge CB: Bilateral total hip and knee replacement in adults with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 137 (1978) 120-128
- 47 **Jerosch** J, Heisel J: Knieendoprothetik: Indikation, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1999,
- 48 **Jerosch** J, Floren M: Lebensqualitätsgewinn (SF-36) nach Implantation einer Knieendoprothese. *Unfallchirurg* 103 (2000) 371-374
- 49 **Johnson** KA: Arthroplasty of both hips and both knees in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 57 (1975) 901-904
- 50 **Keblish** PA, Varma AK, Greenwald AS: Patellar resurfacing or retention in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 76 (1994) 930-937
- 51 **Knutson** K, Lewold S, Robertsson O, Lindgren L: The Swedish knee arthroplasty register. *Acta Orthop Scand* 65 (1994) 375-386
- 52 **König** A, Scheidler M, Rader C, Haase M, Eulert J: Ist die Verwendung des Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring Systems zur radiologischen Kontrolle von Knieendoprothesen sinnvoll? *Z Orthop* 136 (1998) 70-76
- 53 **Lane** GJ, Hozack WJ, Shah S, Rothman RH, Booth RE, Eng K, Smith P: Simultaneous bilateral versus unilateral total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 345 (1997) 106-112
- 54 **Leitch** KK, Dalgorf D, Borkhoff CM, Kreder HJ: Bilateral total knee arthroplasty – staged or simultaneous? Ontario's orthopedic surgeons reply *Can J Surg* 48 (2005) 273-276
- 55 **Leonhard** L, Williamson DD, Ivory JJ, Jennison C: An evaluation of the safety and efficacy of simultaneous bilateral total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 18 (2003) 972-978
- 56 **Leonhart** R: Effektgrößenberechnung bei Interventionsstudien *Rehabilitation* 43 (2004) 1-6

-
- 57 **Leonhart** R: Interpretation von Maßen zur Bestimmung von Effektgrößen. In: Maurischat C, Morfeld M, Kohlmann T, Bullinger M (Hrsg.): Lebensqualität: Nützlichkeit und Psychometrie des Health Survey SF-36/SF-12 in der medizinischen Rehabilitation. Pabst Science Publishers, Lengerich, 2004, S. 65-77
- 58 **Leopold** SS, Casnellie MT, Warme MJ et al.: Endogenous cortisol production in response to knee arthroscopy and total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 85 (2003) 2163-2167
- 59 **Lingard** EA, Katz JN, Wright JR, Wright EA, Sledge CB: Validity and responsiveness of the Knee Society clinical rating system in comparison with the SF-36 and WOMAC. *J Bone Joint Surg* 83 (2001) 1856-1864
- 60 **Lingard** EA, Katz JN, Wright EA, Sledge CB, The Kinemax Outcomes Group: Predicting the outcome of total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 86 (2004) 2179-2186
- 61 **Lingard** EA, Sledge CB, Learmonth ID, The Kinemax outcomes group: Patient expectations regarding total knee arthroplasty: differences among the United States, United Kingdom and Australia. *J Bone Joint Surg Am* 88 (2006) 1201-1207
- 62 **Liow** RYL, Walker K, Wajid MA, Bedi G, Lennox CME: The reliability of the American knee society score. *Acta Orthop Scand* 71 (2000) 603-608
- 63 **Liu** TK, Chen SH: Simultaneous bilateral total knee arthroplasty in a single procedure. *Int Orthop* 22 (1998) 390-393
- 64 **Lombardi** AV, Mallory TH, Fada RA, Hartman JF, Capps SG, Kefauver CA, Dodds K, Adams JB: Simultaneous bilateral total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 392 (2001) 319-329
- 65 **Lonner** JH, Jasko JGJ, Bezwada HP, Booth RE: Morbidity of sequential bilateral revision tka performed under a single anesthetic. *Clin Orthop Relat Res* 464 (2007) 151-156
- 66 **Lux** PS, Whiteside LA, Martin JW: Comparison of simultaneous vs. staged bilateral total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 77 suppl 2 (1995) 182
- 67 **Lynch** NM, Trousdale RT, Ilstrup DM: Complications after concomitant bilateral total knee arthroplasty in elderly patients. *Mayo Clin Proc* 72 (1997) 799-805
- 68 **Macario** A, Schilling P, Rubio R, Goodman S: Economics of one-stage versus two-stage bilateral total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 414 (2003) 149-156
- 69 **Mahomed** NH, Liang MH, Cook EF et al.: The importance of patient expectations in predicting functional outcomes after total joint arthroplasty. *J Rheumatology* 29 (2002) 1273-1279
- 70 **March** LM, Cross M, Tribe KL, Lapsley HM, Courtenay BG, Cross MJ, Brooks PM: Two knees or not two knees? Patient costs and outcomes following bilateral and unilateral total knee joint replacement surgery for OA. *OsteoArthritis and Cartilage* 12 (2004) 400-408
- 71 **Mauer** AC, Draganich LF, Pandya N, Hofer J, Piotrowski GA: Bilateral total knee arthroplasty increases the propensity to trip on an obstacle. *Clin Orthop Relat Res* 433 (2005) 160-165
- 72 **McCaskie** AW, Deehan DJ, Green TP, Lock KR, Thompson JR, Harper WM, Gregg PJ: Randomised, prospective study comparing cemented and cementless total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 80 (1998) 971-975

-
- 73 **McDonald I**: Bilateral replacement of the hip and knee in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Br* 64 (1982) 465-468
- 74 **McGuigan FX**, Hozack WJ, Moriarty L, Eng K, Rothman RH: Predicting quality-of-life outcomes following total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 10 (1995) 742-747
- 75 **McLaughlin TP**, Fisher RL: Bilateral total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 199 (1985) 220-225
- 76 **Meding JB**, Keating EM, Ritter MA, Faris PM: Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 82 (2000) 1252-1259
- 77 **Michelsen AD**, MacGregor H, Barnard MR et al.: Reversible inhibition of human platelet activation by hypothermia in vivo and in vitro. *Thromb Haemost* 71 (1994) 633
- 78 **Morrey BF**, Adams RA, Ilstrup DM, Bryan RS: Complications and mortality associated with bilateral or unilateral total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 69 (1987) 484-488.
- 79 **Oakes DA**, Hanssen AD: Bilateral total knee replacement using the same anesthetic is not justified by assessment of the risks. *Clin Orthop Relat Res* 428 (2004) 87-91
- 80 **O'Boyle CA**: Assessment of quality of life in surgery. *Br J Surg* 79 (1992) 395-398
- 81 **Orsini EC**, Byrick RJ, Mullen JB, Kay JC, Waddell JP: Cardiopulmonary function and pulmonary microemboli during arthroplasty using cemented or non-cemented components. *J Bone Joint Surg* 69 (1987) 822-832
- 82 **Parvizi J**, Sullivan TA, Trousdale RT, Lewallen DG: Thirty-day mortality after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 83 (2001) 1157-1161
- 83 **Pavone V**, Johnson T, Saulog PS, Sculco TP, Bottner F: Perioperative morbidity in bilateral one-stage total knee replacements. *Clin Orthop Relat Res* 421 (2004) 155-161
- 84 **Petterson IF**: Occurrences of osteoarthritis of the peripheral joints in European populations. *Ann Rheum Dis* 55 (1996) 659-661
- 85 **Petterson SC**, Snyder-Mackler L: Strength and functional outcomes in unilateral versus simultaneous bilateral total knee arthroplasty. *J Geriatric Phys Ther* 29 (2007) 127
- 86 **Pietsch M**, Hofmann S: Schmerztherapie, Anästhesie und Physiotherapie bei der minimal-invasiven Knieendoprothetik. *Orthopäde* 36 (2007) 1149-1156
- 87 **Powell RS**, Pulido P, Tuason MS, Clowell CW jr, Ezzet KA: Bilateral vs. unilateral total knee arthroplasty: a patient-based comparison of pain levels and recovery of ambulatory skills. *J Arthroplasty* 21 (2006) 642-649
- 88 **Restrepo C**, Parvizi J, Dietrich T, Einhorn TA: Safety of simultaneous bilateral total knee arthroplasty. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg* 89 (2007) 1220-1226
- 89 **Reuben JD**, Meyers SJ, Cox DD, Elliott M, Watson M, Shim SD: Cost comparison between bilateral simultaneous, staged and unilateral total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 13 (1998) 172-179
- 90 **Rissanen P**, Aro S, Sintonen, Asikainen K, Slätis P, Paavolainen P: Costs and cost effectiveness in hip and knee replacements. A prospective study. *Int J Technol Assess Health Care* 13 (1997) 575-588

- 91 **Ritter** MA, Randolph JC: Bilateral total hip arthroplasty: A simultaneous procedure. *Acta Orthop Scand* 47 (1976) 203-208
- 92 **Ritter** MA, Meding JB: Bilateral simultaneous total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2 (1987) 185-189
- 93 **Ritter** MA, Albohm MJ, Keating EM, Faris PM, Meding JB: Comparative outcomes of total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 10 (1995) 737-741
- 94 **Ritter** M, Mamlin LA, Melfi CA, Katz BP, Freund DA, Arthur DS: Outcome implications for the timing of bilateral total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 345 (1997) 99-105
- 95 **Ritter** MA, Harty LD, Davis KE, Meding JB, Berend M: Simultaneous bilateral staged bilateral and unilateral total knee arthroplasty: A survival analysis. *J Bone Joint Surg Am* 85 (2003) 1532-1537
- 96 **Robertsson** O, Dunbar M, Pehrsson T, Knutson K: Patient satisfaction after knee arthroplasty. *Acta Orthop Scand* 71 (2000) 262-267
- 97 **Robertsson** O, Dunbar MJ, Knutson K, Lidgren L: Past incidence and future demand for knee arthroplasty in Sweden. *Acta Orthop Scand* 71 (2000) 376-380
- 98 **Robinson** AJ, Holcroft JW, Olcott C, Blaisdell FW: Pulmonary and coagulation changes in tourniquet shock. *J Surg Res* 19 (1975) 65
- 99 **Rohre** M, Natale A: Effect of hypothermia on the coagulation cascade. *Crit Care Med* 20 (1992) 1402
- 100 **Rosenberg** A: True indications for bilateral simultaneous TKR are rare. *Orthopedics* 23 (2000) 540
- 101 **Ryd** L, Kärrholm J, Ahlvin P et al.: Knee scoring systems in gonarthrosis: evaluation of interobserver variability and the envelope of bias. *Acta Orthop Scand* 68 (1997) 41-45
- 102 **Sliva** CD, Callaghan JJ, Goetz DD, Taylor SG: Staggered bilateral total knee arthroplasty performed four to seven days apart during a single hospitalization. *J Bone Joint Surg Am* 87 (2005) 508-513
- 103 **Soudry** M, Binazzi R, Nordstrom TJ, Pellicci PM, Goulet JA: Successive bilateral total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 67 (1985) 573-576
- 104 **Stallforth** H, Ungethum M: The anchorage of knee endoprostheses and aspects which may result in a premature loosening. In: Buchhorn GH, Willert H-G (eds): *Technical principles, design and safety of joint implants*. Hogrefe & Huber, Göttingen, 1994, S. 212-216
- 105 **Stanley** D, Stockley I, Getty CJM: Simultaneous or staged bilateral total knee replacements in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Br* 72 (1990) 772-774
- 106 **Stern** SH, Wills RD, Gilbert JL: The effect of tibial stem design on component micromotion in knee arthroplasty. *Clin Orthop* 345 (1997) 44-52
- 107 **Stulberg** BN, Insall JN, Williams GW, Ghelman B: Deep-vein thrombosis following total knee replacement: an analysis of six hundred thirty-eight arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 66 (1984) 194-201
- 108 **Thorey** F, Stukenborg-Colsman C, Windhagen H, Wirth CJ: The effect of tourniquet release timing on perioperative blood loss in simultaneous bilateral cemented total knee arthroplasty: a prospective randomized study. *Technology & Health Care* 16 (2008) 85-92
- 109 **Wahner-Roedler** D, Knuth P, Juchems RH: The German health-care system. *Mayo Clin Proc* 72 (1997) 1061-1068

- 110 Walmsley P, Murray A, Brenkel IJ:** The practice of bilateral, simultaneous total knee replacement in Scotland over the last decade. Data from the Scottish Arthroplasty Project. *Knee* 13 (2006) 102-105
- 111 Weiß C:** Basiswissen medizinische Statistik. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2002
- 112 White J, Kelly M, Dunsmuir R:** C-reaktive protein level after total hip and total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 80 (1998) 909-911
- 113 Wirtz DC, Heller KD, Miltner O, Zilkens KW, Wolff JM:** Interleukin-6: a potential inflammatory marker after total joint replacement. *Int Orthop* 24 (2000) 194-196
- 114 Wohlrab D, Gutteck N, Hildebrand M, Zeh A, Hein W:** Influence of the surgical approach on postoperative rehabilitation. *Z Orthop Unfall* 146 (2008) 200-205....
- 115 Wolff LH, Parvizi J, Trousdale RT, Pagnano MW, Osmon DR, Hanssen AD, Haidukewych GJ:** Results of treatment of infection in both knees after bilateral total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 85 (2003) 1952-1955

7 ANHANG

7.1 Knee Society Score [44]

I. Knee Score (maximal 100 Punkte)

Schmerzen	keine	50
	gering/gelegentlich	45
	gering nur beim Treppensteigen	40
	gering beim Laufen und Treppensteigen	30
	mäßig/manchmal	20
	Immer	10
	Stark	0
Bewegungsumfang	pro 5° 1 Punkt/maximal 25 Punkte für 125° Flexion und mehr	
Stabilität	anterior – posterior <5 mm	10
	5-10 mm	5
	>10 mm	0
	medial – lateral <5°	15
	6°-9°	10
	10°-14°	5
	>15°	0
ggf. Abzüge		
Flexionskontraktur	<5°	0
	5°-10°	-2
	10°-15°	-5
	16°-20°	-10
	>20°	-15
Streckdefizit	0°	0
	<10°	-5
	10°-20°	-10
	>20°	-15
Malalignment	5°-10°	0
	0°-4°	-3/°
	11°-15°	-3/°
	<0° bzw. >15°	-20

II. Functional Score (maximal 100 Punkte)

Laufen	unbegrenzt	50
	>1000 m	40
	500-1000 m	30
	<500 m	20
	nur zuhause	10
	nicht in der Lage	0
	Treppen	normal hinauf und hinunter
normal hinauf; hinunter nur am Geländer haltend		40
hinauf und hinunter am Geländer haltend		30
hinauf am Geländer; hinunter nicht in der Lage		15
nicht in der Lage		0
ggf. Abzüge	1 Gehstock/Gehstütze	-5
	2 Gehstöcke/Gehstützen	-10
	Gehbank/Rollator	-20

7.2 Stolzalpen Knee Score [86]

Extension	Heben des gestreckten Beins bei Hüftgelenkflexion >60°	10
	keine Extension	0
Flexion	≥125° + volle Extension	20
	Extensionsdefizit 6°-10°	-2
	Extensionsdefizit 11°-15°	-5
	Extensionsdefizit >16°	-10
	Flexion <125° pro 5°	-2
Aufstehen vom Stuhl (5 mal)	> 16s	5
	14-16s	10
	11-13s	15
	< 11s	20
Treppe aufwärts	mit zwei Unterarmstützen	2
	mit einer Unterarmstützen + Halten am Handlauf	2
	Halten am Handlauf + Zustellschritt	6
	Halten am Handlauf + alternierend	8
	frei + alternierend	10
Treppe abwärts	mit zwei Unterarmstützen	2
	mit einer Unterarmstützen + Halten am Handlauf	2
	Halten am Handlauf + Zustellschritt	6
	Halten am Handlauf + alternierend	8
	frei + alternierend	10
Gehen ohne Hilfsmittel	Gehgeschwindigkeit >1,0 m/s	10
	je -0,1 m/s	-2
	Schrittlänge >1,4 m	10
	je -0,1 m	-2
	Kadenz >115 Schritte/min	10
	je -5 Schritte	-2

7.3. Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36 [14]

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

- ausgezeichnet
- sehr gut
- gut
- weniger gut
- schlecht

2. Im Vergleich mit dem vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

- derzeit viel besser
- derzeit etwas besser
- etwa wie vor einem Jahr
- derzeit etwas schlechter
- derzeit viel schlechter

3. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei der Ausübung der folgenden Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
3a. anstrengende Tätigkeiten (schnell laufen, schwere Gegenstände heben,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3b. mittelschwere Tätigkeiten (staubsaugen, einen Tisch verschieben,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3c. Einkaufstaschen heben oder tragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3d. mehrere Treppenabsätze steigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3e. einen Treppenabsatz steigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3f. sich beugen, knien, bücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3g. mehr als 1 km zu Fuß gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3i. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3j. sich baden oder anziehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zuhause?

	Ja	Nein
4a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zuhause (z. B. weil sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

	Ja	Nein
5a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelische Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

- überhaupt nicht
- etwas
- mäßig
- ziemlich
- sehr

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

- keine Schmerzen
- sehr leicht
- leicht
- mäßig
- stark
- sehr stark

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagsaktivitäten zuhause und im Beruf behindert?

- überhaupt nicht
- ein bisschen
- mäßig
- ziemlich
- sehr

9. Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...

	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
9a. ...voller Schwung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9b. ...sehr nervös?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9c. ...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9d. ...ruhig und gelassen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9e. ...voller Energie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9f. ...entmutigt und traurig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9g. ...erschöpft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9h. ...glücklich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9i. ...müde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten, usw.) beeinträchtigt?

- immer
- meistens
- manchmal
- selten
- nie

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
11a. Ich scheine leichter krank zu werden als andere.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11c. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.4 Auszug aus dem Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System [25]

<p>Femoral Flexion (a) _____ Tibial Angle (b) _____ Total Valgus Angle(a+b) _____</p> <p>18" Film _____ 3' Film _____</p>		<p>Femoral Flexion (γ) _____ Tibial Angle (δ) _____</p>	
<p>1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ 7. _____</p> <p>Total <input type="text"/></p>	<p>Med. Lat.</p> <p>1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ 7. _____</p> <p>Total <input type="text"/></p>	<p>Ant. Post.</p> <p>1. _____ 2. _____ 3. _____</p> <p>Total <input type="text"/></p>	

**Klinisch–radiologische Ergebnisse nach bilateral–einzeitiger und
bilateral–zweizeitiger endoprothetischer Versorgung von Gonarthrose**

**Thesen
zur
Dissertation**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Orthopädie und Physikalische Therapie
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Elisa Hädicke
geboren am 22.02.1983 in Merseburg

8 THESEN

1. Die Implantation einer Knieendoprothese bei invalidisierenden Schmerzen und radiologisch nachweisbarer Arthrose im Kniegelenk geht mit einer substantiellen Verbesserung der Lebensqualität einher.
2. Die bilateral-einzeitige Knieprothesenimplantation ist eine Therapieoption bei beidseitiger Gonarthrose für die Patienten, welche aufgrund von invalidisierenden Schmerzen bzw. einer Achsdeformität beidseits von einem unilateralen Gelenkersatz nicht profitieren.
3. In der heutigen Zeit ist die bilateral-einzeitige Knieprothesenimplantation nicht mehr nur Patienten mit invalidisierend-multiplem Gelenkbefall im Rahmen entzündlicher Gelenkserkrankungen vorbehalten, sondern auch bei Patienten mit degenerativer Ätiologie indiziert.
4. Die Datenlage ist bezüglich des Blutverlustes, der Komplikations- und Hospitalisationsrate sowie der Frage der Kostenreduktion jeweils sehr uneinheitlich.
5. In Deutschland ist die bilateral-einzeitige Knieprothesenimplantation wirtschaftlich nicht attraktiv und daher nicht sehr verbreitet.
6. Für einen validen Vergleich der Ergebnisse nach bilateral-einzeitiger Knieprothesenimplantation sollte die Kontrollgruppe aus Patienten mit bilateral-zweizeitiger Versorgung bestehen.
7. Die klinisch-radiologische Evaluation der Patienten wurde mit dem Knee Society Score, der Visuellen Analog Skala, dem Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-36 und dem Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System vorgenommen. Hierbei handelt es sich um anerkannte Bewertungssysteme zur Beurteilung der Ergebnisse nach Versorgung mit einer Knieendoprothese.
8. Die Auswertung der klinischen Scores ergab überwiegend Punktwerte in sehr guten Bereichen und ohne praktisch relevante Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Geringere Punktwerte erreichten die Patienten der bilateral-zweizeitigen Gruppe, welche den zweiten operativen Eingriff nach 10 bis 12 Monaten vornehmen ließen.

9. Die Patienten dieser Nachuntersuchung schätzten beim SF-36 ihre Gesundheit in allen acht Dimensionen der Gesundheit gleich oder subjektiv positiver ein als die entsprechende Vergleichspopulation des Bundesgesundheitsurvey.
10. Die röntgenologische Auswertung ergab keine Unterschiede der Implantatpositionierung zwischen beiden Gruppen.
11. Die bilateral-einzeitig versorgten Patienten zeigten signifikant mehr Osteolysesäume, welche aber mit nur 1 Millimeter Breite bei klinischer Beschwerdefreiheit als irrelevant zu betrachten sind.
12. In der Gruppe der bilateral-einzeitig versorgten Patienten war die Komplikationsrate höher als in der Gruppe der bilateral-zweizeitig operierten Patienten.
13. Die Literatur bietet bei Patienten mit Zustand nach bilateral-einzeitigem Kniegelenksersatz keinen Anhalt für eine erhöhte Lockerungs- bzw. Infektrate, weist aber eine erhöhte 30-Tage-Mortalität auf.
14. Die Entscheidung zur bilateral-einzeitigen bzw. bilateral-zweizeitigen Versorgung mit einer Knieendoprothese sollte individuell im Konsens zwischen Patient und Operateur unter besonderer Berücksichtigung des perioperativen Risikoprofils getroffen werden.

9 LEBENS LAUF**Persönliche Daten**

Name: Hädicke
Vorname: Elisa
Geburtsdatum: 22.02.1983
Geburtsort: Merseburg
Wohnort: Kirchstraße 24; 06188 Landsberg
Familienstand: ledig

Schulbildung

1989 – 1993 Grundschule Reideburg
1993 – 1998 Christian-Thomasius-Gymnasium Halle
1998 – 2002 Johann-Gottfried-Herder-Gymnasium Halle
 Mai 2002 Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife

Hochschulausbildung

Oktober 2002 Immatrikulation im Fach Humanmedizin an der
 Martin-Luther-Universität
 Halle-Wittenberg
September 2004 Abschluss der Ärztlichen Vorprüfung
Praktisches Jahr
 August – November 2007 Pflichttertial Chirurgie: Luzerner Kantonsspital
 Wolhusen
Dezember 2007 – März 2008 Wahltertial Orthopädie: Universitätsklinik und
 Poliklinik für Orthopädie und Physikalische
 Medizin Halle
 April – Juli 2008 Pflichttertial Innere Medizin: Luzerner
 Kantonsspital Wolhusen
November 2008 Anmeldung zum Zweiten Staatsexamen

Landsberg, Februar 2009

Elisa Hädicke

10 SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel

**Klinisch–radiologische Ergebnisse nach bilateral–einzeitiger und
bilateral–zweizeitiger endoprothetischer Versorgung von Gonarthrose**

ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Ich versichere, dass ich für die inhaltliche Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- und Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen habe. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Es ist mir bekannt, dass ich den Dokortitel nicht führen kann, bevor mir die Promotionsurkunde bzw. eine vorläufige Bescheinigung gemäß § 16 der Promotionsordnung ausgehändigt wurde.

Landsberg, Februar 2009

Elisa Hädicke

11 DANKSAGUNG

Die vorliegende Promotionsarbeit entstand an der Universitätsklinik und Poliklinik für Orthopädie und Physikalische Medizin der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg unter der Leitung von Herrn **Prof. Dr. med. habil. W. Hein**, dem ich für seine Beratung und Unterstützung danke.

Mein ganz besonderer Dank gilt **PD Dr. med. D. Wohlrab** für die Überlassung des Themas. Er war mir während der Bearbeitung eine große Stütze mit konstruktiven Ratschlägen und dem festen Glauben an das Gelingen dieser Arbeit.

Des Weiteren möchte ich mich bedanken bei **Katrin Riedl** für die anregenden Diskussionen und ihre technische Hilfestellung.

Meinen Dank aussprechen möchte ich auch allen Patienten, die sich mit der Teilnahme einverstanden erklärt und somit den Grundstein für diese Arbeit gelegt haben.

Außerdem gilt den Mitarbeiterinnen der Orthopädischen Ambulanz und der Röntgenabteilung mein Dank für die reibungslose Organisation und administrative Unterstützung.

Schließlich danke ich meinen Eltern für ihre Geduld und ihren Zuspruch. Meinen Freunden danke ich für ihre Ratschläge und ihre Unterstützung.