

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik
der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Direktor: Prof. Dr. med. C. H. Lohmann

Der Einfluss des Body-Mass-Index
auf das klinische, funktionelle und radiologische
Ergebnis nach Implantation einer Knieendoprothese
vom Typ Medial Rotation Kniesystem

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von	Katharina Witzel
aus	Magdeburg
Kiel	2018

Dokumentationsblatt

Witzel, Katharina:

Der Einfluss des Body-Mass-Index auf das klinische, funktionelle und radiologische Ergebnis nach Implantation einer Knieendoprothese vom Typ Medial Rotation Kniesystem. - 2018. - 56 Bl.: 15 Abb., 15 Tab., 4 Anlagen

Die Zunahme der Adipositas in der Bevölkerung ist ein weltweites Problem. Adipositas ist ein anerkannter Risikofaktor für die Entwicklung einer Osteoarthritis im Kniegelenk. Der Einfluss auf das postoperative Ergebnis nach primärer Knieendoprothesenversorgung ist in der Literatur jedoch kontrovers diskutiert. Das Ziel dieser prospektiven Studie war der Vergleich der mittelfristigen klinischen, funktionellen und radiologischen Ergebnisse von normalgewichtigen Patienten ($\text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$) und adipösen Patienten ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) nach Versorgung mit einer Knieendoprothese vom Typ Medial Rotation Kniesystem (MRK).

Es konnten 100 Knieendoprothesen bei 98 Patienten eingeschlossen werden, welche zwischen 2007 und 2011 ein MRK erhielten. Demographische Daten, Komplikationen, Revisionen sowie funktionelle Parameter (ROM, Flexion, Extension) wurden erfasst, klinische Scores (KSS, WOMAC) erhoben und Röntgenaufnahmen auf Lysesäume untersucht. Die Evaluation der Patienten erfolgte präoperativ, postoperativ und nach durchschnittlich 20 Monaten.

Es konnte kein signifikant negativer Einfluss eines $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ auf das klinische und funktionelle Ergebnis nachgewiesen werden, jedoch war eine negative Tendenz in der Funktionalität bei adipösen Patienten erkennbar. Ein Zusammenhang zwischen einer Adipositas und einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Lysesäumen konnte nicht hergestellt werden. Bei adipösen Patienten kam es postoperativ signifikant häufiger zu Wundheilungsstörungen. Zudem waren die Patienten mit einem $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ zum Zeitpunkt der Operation durchschnittlich 2,5 Jahre jünger als Normalgewichtige.

Schlüsselwörter:

Knieendoprothese, Body-Mass-Index, Adipositas, Knee Society Score, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

Inhaltsverzeichnis

Dokumentationsblatt.....	II
Schlüsselwörter:	II
Abkürzungsverzeichnis	IV
1. Einleitung.....	1
2. Zielsetzung der Arbeit.....	5
3. Material und Methoden	6
3.1 Studiendesign.....	6
3.2 Postoperative Nachbehandlung	12
3.3 Klinische und radiologische Untersuchung	13
3.4 Statistik.....	18
4. Ergebnisse.....	20
4.1 Demographische Daten.....	20
4.2 Komplikationen und Folgeeingriffe	26
4.3 Klinische und funktionelle Auswertung.....	28
4.3.1 Bewegungsumfänge.....	29
4.3.2 Knee Society Score.....	32
4.3.3 WOMAC	37
4.4 Radiologische Auswertung.....	39
5. Diskussion	42
6. Zusammenfassung	56
7. Literaturverzeichnis.....	VI
Danksagung.....	XVI
Ehrenerklärung	XVII
Lebenslauf	XVIII
ANLAGEN.....	XIX

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
a.p.	anterior-posterior
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BMI	Body-Mass-Index
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
CPM	Continuous Passive Motion
DRG	Diagnosis Related Groups
DT	Dauertherapie
et al.	et alii (et aliae, et alia)
g	Gramm
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
kg/m²	Körpergewicht/Quadrat der Körpergröße
KHK	Koronare Herzerkrankung
KSS	Knee Society Score
m	Meter
max.	maximal
min.	minimal
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule
MRK	Medial Rotation Kniesystem
MW	Mittelwert

n	Anzahl
n.s.	nicht signifikant
NU	Abschlussuntersuchung
OP	Operation
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
ROM	Range of Motion
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

1. Einleitung

Übergewicht stellt in der Europäischen Region der WHO eines der schwerwiegendsten Probleme für die öffentliche Gesundheit im 21. Jahrhundert dar ^[12]. Laut WHO beginnt Übergewicht bei Erwachsenen ab einem BMI von $\geq 25 \text{ kg/m}^2$. Adipositas wird als BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ definiert ^[74]. Die Prävalenz der Adipositas in Europa hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten verdreifacht und mittlerweile epidemische Ausmaße erreicht ^[12]. Über 50 Prozent der europäischen Population sind übergewichtig, wovon bei 23 Prozent der Frauen sowie bei 20 Prozent der Männer eine Adipositas vorliegt ^[76]. Der Anteil adipöser Erwachsener variiert je nach Altersgruppe und Bildungsniveau. Laut der 2016 veröffentlichten Daten von Eurostat, dem statistischen Amt der Europäischen Union, gilt für das Jahr 2014 mit Ausnahme der Patienten ab 75 Jahre folgendes: je älter, desto höher der Anteil adipöser Menschen. In der Altersgruppe der 65- bis 74-Jährigen liegt der Anteil von Personen mit einem BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ bei 22,1 Prozent, bei den 18- bis 24-Jährigen dagegen bei unter 6,0 Prozent. Auch bei Betrachtung des Bildungsniveaus ist ein klares Muster erkennbar. Bei Personen mit niedrigem Bildungsniveau beträgt der Anteil adipöser Menschen 19,9 Prozent, bei Personen mit mittlerem Bildungsniveau 16,0 Prozent und bei Personen mit hohem Bildungsstand weniger als 11,5 Prozent ^[20].

Adipositas ist ein Risikofaktor für viele Komorbiditäten ^[7; 23]. Hinzu kommen negative Auswirkungen auf die psychosoziale Gesundheit und die persönliche Lebensqualität. Durch steigende Gesundheitskosten, Produktivitäts- und Einkommensverluste kommt es zu negativen Auswirkungen auf die ökonomische und soziale Entwicklung. Schon heute entfallen auf die Diagnose „Adipositas“ bei Erwachsenen bis zu 6,0 Prozent der gesamten Gesundheitsausgaben in der europäischen Region der WHO ^[12]. Zu den oben genannten Komorbiditäten zählen unter anderen Erkrankungen wie die

ischämische Herzkrankheit, hypertensive Herzkrankheit, ischämischer Schlaganfall, Kolonkarzinom, Mammakarzinom und Endometriumkarzinom ^[12].

Zudem ist Adipositas ein anerkannter Risikofaktor für die Entwicklung von Arthrose, insbesondere im Kniegelenk ^[24; 64; 69]. Verschiedene große Studien haben eine direkte Korrelation von Adipositas und der Osteoarthrose im Kniegelenk festgestellt ^[8; 24; 29; 41; 69]. Unter anderem konnte ein direkter Zusammenhang zwischen dem Körpergewicht und den resultierenden Kräften auf das Kniegelenk aufgezeigt werden ^[53]. Die genauen Entstehungsmechanismen der Arthrose sind in diesen Fällen noch unklar, jedoch ist ein multifaktorielles Geschehen zu vermuten. Neben einer im Vordergrund stehenden erhöhten mechanischen Belastung durch einen hohen BMI, die zur Knorpelschädigung führt, wird auch ein metabolischer Effekt über biochemische Faktoren vermutet ^[78]. Fettgewebe setzt Adipokine in die Blutbahn frei, ein Zytokin was im Übermaß zu Knorpelinflammation und Degeneration führen kann ^[57; 58].

Demzufolge sind viele Patienten adipös, die eine Knieendoprothese erhalten ^[9; 56]. Die initiale Behandlung erfolgt in den meisten Fällen durch eine konservative Therapie mittels der Verordnung von Analgetika und/oder Antiphlogistika, ggf. Kortisoninjektionen ins betroffene Kniegelenk und Physiotherapie mit physikalischen Anwendungen. Falls es zu keiner Beschwerdelinderung kommt, ist die Indikation zum künstlichen Gelenkersatz zu prüfen. Laut Leitlinie der AWMF von 2009, welche sich aktuell in Überarbeitung befindet, sind radiologische Kriterien für die Indikationsstellung nicht alleine ausschlaggebend, sondern müssen zusammen mit den Beschwerden und dem klinischen Untersuchungsbefund bewertet werden. Folgende Punkte sind zu berücksichtigen: hoher Leidensdruck, Verlust an Lebensqualität, starker Schmerz oder Dauerschmerz, deutliche Bewegungseinschränkung, erhebliche Einschränkung der Gehstrecke, Komplikation nach medikamentöser Behandlung, Versagen der konservativen Therapie sowie zunehmender Knochenverlust bei Deformierung des Kniegelenks. Ein hohes und niedriges Lebensalter sind nicht zwangsläufig eine Kontraindikation ^[4].

Insgesamt hat die Zahl der elektiven endoprothetischen Implantationen im Kniegelenk in Deutschland stetig zugenommen, bis in den Jahren 2008 bis 2011 ein Höchststand mit etwas über 145.000 Erstimplantationen von Knieendoprothesen pro Jahr erreicht war^[31]. Aktuelle Daten des Statistischen Bundesamtes weisen für den OPS-Schlüssel: 5-822 - Implantation einer Endoprothese am Kniegelenk, der allerdings auch die unikondylären Knieprothesen einschließt, eine Zahl von 173.304 Eingriffen im Jahr 2015 aus^[65].

Anhand der weltweiten Zunahme der Inzidenz der Adipositas ist davon auszugehen, dass die Zahl der primär implantierten Knieendoprothesen bei übergewichtigen und adipösen Menschen weiter steigen wird^[71]. Der Einfluss der Adipositas auf das klinische und funktionelle Ergebnis sowie auf die Standzeiten nach Knieendoprothesenimplantation wird in der Literatur jedoch nach wie vor kontrovers diskutiert^[3; 25]. Einige Studien fanden annähernd gleiche Ergebnisse nach Knieendoprothesenversorgung für normalgewichtige und adipöse Patienten^[3; 33; 62] und andere wiesen einen negativen Einfluss einer bestehenden Adipositas auf das Outcome nach^[14; 25; 38; 40; 77]. Diese Studien sind häufig retrospektiv und differenzieren nicht zwischen den verwendeten Endoprothesenmodellen und der Nachbehandlung. Zudem wurde kein einheitlicher BMI-Wert für adipöse Patienten verwendet, was die Vergleichbarkeit erschwert. Der Schwellenwert von 30 kg/m² ist umstritten, da Studien, die den BMI-Grenzwert für adipöse Patienten bei 35 oder 40 kg/m² angesetzt haben, mehr Unterschiede zwischen den Ergebnissen der adipösen Patienten zur Vergleichsgruppe aufzeigen konnten^[13; 14].

Mehr Einigkeit besteht in der Annahme, dass durch Adipositas mehr oberflächliche und tiefe Wundheilungsstörungen sowie eine gesteigerte allgemeine Komplikationsrate hervorgerufen werden^[19; 44; 60].

Basierend auf der bisherigen Literatur wurde diese Studie durchgeführt, um den Einfluss des präoperativen BMI auf das klinische, funktionelle und radiologische Ergebnis nach Implantation einer speziellen Knieendoprothese zu evaluieren,

welcher in einer Normalbevölkerung gute funktionelle Ergebnisse, hohe Standzeiten für jede Art von Revision und hohe Zufriedenheit erreichte ^[42: 49]. Dabei handelt es sich um das Medial Rotation Kniesystem der Firma MatOrtho Limited (Leatherhead, United Kingdom).

2. Zielsetzung der Arbeit

In die vorliegende prospektive Arbeit wurden 98 Patienten (100 Endoprothesen) eingeschlossen, welche alle eine Knieendoprothesen vom Typ Medial Rotation Kniesystem erhielten und einheitlich nachbehandelt worden sind. Es wurde der Zusammenhang zwischen dem präoperativem BMI und den klinischen, funktionellen und radiologischen Ergebnissen untersucht. Die Patienten wurden dafür in zwei Gruppen eingeteilt ($\text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$ und $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$). Zusätzlich wurden demographische Daten sowie das Auftreten von perioperativen Komplikationen, Folgeeingriffen oder Revisionen erfasst und verglichen.

Prospektive Studien, welche die Ergebnisse von normalgewichtigen und adipösen Patienten nach primärer Knieendoprothesenversorgung mit dieser speziellen Knieendoprothese vergleichen, konnten in der Literatur nicht gefunden werden.

Folgende Hypothese soll untersucht werden:

Adipöse Patienten haben nach Implantation eines Medial Rotation Kniesystems einen geringeren Bewegungsumfang sowie schlechtere klinische und funktionelle Ergebnisse in den Nachuntersuchungsscores. Des Weiteren erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von radiologischen Lysesäumen.

3. Material und Methoden

3.1 Studiendesign

Im Rahmen der vorliegenden prospektiven Studie wurden in der Zeit von 2007 bis 2011 insgesamt 104 Patienten mit Gonarthrose in drei Einrichtungen (Praxisklinik Sudenburg, Magdeburg; Sana Ohre-Klinikum, Haldensleben und MEDIGREIF Bördekrankenhaus, Neindorf) mit 107 Knieendoprothesen des Typs Medial Rotation Kniesystem versorgt. Gezielte Einschlusskriterien bei der Evaluation der Probanden wurden nicht festgelegt. Das kalendarische Alter wurde bewusst vernachlässigt. Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der erfassten Daten zu gewährleisten galten folgende Ausschlusskriterien:

- kognitive Beeinträchtigungen
- postinfektiöse Gonarthrose
- hochgradige Instabilität des Kniegelenkes
- klinische Achsabweichung $> 20^\circ$
- progressive Tumorerkrankung
- akute Infektion des Gelenkes oder dessen Peripherie
- bekannter Medikamenten-, Drogen- oder Alkoholabusus

Insgesamt nahmen sieben Patienten aus unterschiedlichen Gründen nicht an der Abschlussuntersuchung teil und mussten aus der Studie ausgeschlossen werden. Es konnte von allen implantierten Endoprothesen der Verbleib geklärt werden.

Die Patienten wurden in einem ausführlichen Gespräch über die Studie informiert und gaben ihre schriftliche Einverständniserklärung. Die Einladung zu den Untersuchungen erfolgte postalisch.

Datenerhebung

Bei der präoperativen Vorstellung wurden demographische Daten wie Alter, Größe, Gewicht, BMI, Beschwerdedauer, eventuelle Voroperationen des betroffenen Kniegelenkes sowie bestehende Erkrankungen und Risikofaktoren

dokumentiert. Zusätzlich wurde der WOMAC erhoben^[68] und eine radiologische Untersuchung des entsprechenden Kniegelenkes in drei Ebenen durchgeführt. Bei der klinischen Untersuchung wurde der Bewegungsumfang des betroffenen Kniegelenkes sowie der Knee Society Score (KSS) erfasst^[37].

Zur Entlassung erfolgte eine klinische Untersuchung mit Bestimmung des Bewegungsumfanges des operierten Kniegelenkes und Erhebung des KSS. Zusätzlich wurden die OP-Zeit, die Krankenhausaufenthaltsdauer sowie eventuell aufgetretene Komplikationen dokumentiert.

Die Daten dieser Studie wurden ausschließlich im Rahmen der hausinternen routinemäßigen Nachuntersuchungen nach Implantation einer Totalendoprothese des Kniegelenkes von der Verfasserin dieser Arbeit unter Aufsicht des Doktorvaters erhoben und stellte somit keine zusätzliche Belastung der Studienteilnehmer dar. Nach sechs Wochen und einem Jahr postoperativ erfolgte die erneute Bestimmung des Bewegungsumfanges des operierten Kniegelenkes. Die Abschlussuntersuchung wurde im Durchschnitt nach 20 Monaten durchgeführt. Diese beinhaltete eine klinische Untersuchung des betroffenen Kniegelenkes mit Bestimmung des Bewegungsumfanges sowie Evaluation des KSS. Des Weiteren wurde der WOMAC erhoben. Zusätzlich wurden stattgehabte Komplikationen, Folgeeingriffe und Revisionen erfasst. Im Anschluss erfolgte eine radiologische Untersuchung.

Für die Studie zusätzlich relevanten Daten wurden den Patientenakten entnommen.

Operationsindikation

Die mit Abstand häufigste Indikation zum alloplastischen Gelenkersatz war in 83 Fällen die idiopathische Arthrose (83,0%). In 11 Fällen bestand eine sekundäre Arthrose (11,0%). Bei vier Patienten lag eine rheumatoide Arthritis (4,0%) vor und bei weiteren zwei Patienten stellte der Wechsel von einer unikondylären auf eine bikondyläre Knieendoprothese (2,0%) die Indikation zur Operation dar.

Vorstellung der Knieendoprothese Medial Rotation Kniesystem

Alle Patienten der vorliegenden Studie wurden mit dem Medial Rotation Kniesystem (MRK) der ehemaligen Firma Finsbury Orthopaedics, jetzt MatOrtho Limited (Leatherhead, United Kingdom) versorgt. Diese Endoprothese ist seit 1994 im klinischen Gebrauch und wurde aus dem Vorgänger Freeman-Samsuelson weiterentwickelt. Dieses Implantat hat ein kongruentes mediales Kompartiment. Die femorale Komponente ist wie ein Teil einer Kugel geformt, welche mit der konkav angepassten medialen Seite des tibialen Einsatzes artikuliert. Hierdurch soll eine erhöhte anterior-posterior (a.p.) Stabilität mit natürlicher Kinematik des Kniegelenks über den gesamten Bewegungsumfang der Knieflexion erreicht werden.

Durch den tiefen Sitz der Femurkomponente im Tibiaeinsatz wird ein hoher Polyethylenwall um die Femurkomponente erzeugt, wodurch die Führung zwischen den Prothesenkomponenten zunimmt (**Abb. 1**). Bei Bewegung des Kniegelenkes soll so die Kontaktfläche der tibiofemorale bzw. patellofemorale Gelenkfläche über den gesamten Bewegungsumfang erhalten bleiben und eine geringere Flächenpressung entsteht. Die somit herbeigeführte gleichmäßige Verteilung der Belastung soll den Polyethylenverschleiß minimieren. Vom tiefsten Punkt des Inlays bis zum höchsten Punkt der anterioren medialen Lippe des Tibiaeinsatzes sind es 11 mm.



Abb. 1: tiefer Sitz der Femurkomponente im Tibiaeinsatz

Durch diesen hohen vorderen medialen Polyethylenwall wird das MRK anterior stabilisiert ^[55].

Die mediale Femurkomponente besteht aus einer prominenten sphärischen Kondyle mit einem großen Radius von 25 mm (**Abb. 2**). Die kleinere laterale Femurkondyle ist zylindrisch geformt mit einem Durchmesser von 24 mm und dient als eine Art Ausleger zur Stabilisierung des Kniegelenkes sowie zur Kontrolle der Rotation. In Beugung ist eine kontrollierte Rotation um die prominente mediale Kondyle möglich. Ein Verriegelungsmechanismus schränkt die Rotation ein, sobald sich das Kniegelenk der vollständigen Extension nähert. Trotz der zunehmenden Führung der medialen Komponente zeigten sich keine frühzeitigen aseptischen Lockerungen ^[2]. Um eine möglichst anatomische Patellalage zu gewährleisten wurde die Patellalage lateralisiert und umfasst den gesamten Bewegungsumfang. Die Femurkomponente ist wahlweise mit Schaft oder Dübeln im Knochen zu verankern und ebenso wie die Tibiakomponente in mehreren Größen erhältlich um die Anpassung an die individuelle Gelenkanatomie zu gewährleisten.

Die Tibiakomponente besteht aus einer Metallplatte mit einem wahlweise 50 bzw. 80 mm langen Schaft und einem medialen und lateralen Stift an der dem Knochen zugewandten Seite.



Abb. 2: prominente sphärische Kondyle der medialen Femurkomponente

Der Tibiaeinsatz besteht aus ultrahochmolekulargewichtigen Polyethylen und sitzt fest der Tibiakomponente auf.

Die Femur- und Tibiakomponente sind aus einer Cobalt-Chrom-Gusslegierung gefertigt. Die dem Knochen zugewandten rauen, gestrichelten Flächen der Komponenten sollen eine gute Verzahnung des Zementes an der Prothese gewährleisten. Die Zementierung beider Komponenten ist vom Hersteller empfohlen.

Operationsverfahren

Das Operationsverfahren war bei allen Studienteilnehmern identisch. Am Tag vor der geplanten Operation erfolgte die stationäre Aufnahme sowie eine ausführliche Anamnese und klinische Untersuchung der Patienten. Die zur Planung der Operation verwendeten Röntgenaufnahmen durften nicht älter als sechs Wochen sein. Am Operationstag selbst erhielten alle Patienten, bei denen keine Kontraindikationen vorlagen, unmittelbar präoperativ eine einmalige intravenöse Gabe des Antibiotikums Cefuroxim® (Cephalosporin der 2. Generation) in der Dosierung 1,5 g. Die Operationen wurden zu 85 % vom Hauptoperateur (Facharzt für Orthopädie/Unfallchirurgie sowie spezieller orthopädischer Chirurg) und zu 15 % von zwei erfahrenen Fachärzten für Orthopädie/Unfallchirurgie durchgeführt. Nach Eintritt einer Intubationsnarkose (33,0%) oder Einleitung einer Spinalanästhesie (67,0%) wurde in Rückenlage eine Oberschenkelblutleere (300 mmHg) angelegt. Alle Patienten erhielten eine totale Knieendoprothese vom Typ MRK. Es wurde ein medialer parapatellarer Zugang gewählt. Nach Präparation auf die Gelenkkapsel erfolgte eine parapatellare Arthrotomie mit Einkerbung des Muskulus quadrizeps femoris. Die Patella wurde evertiert und es schloss sich die Denervierung der Patella sowie bei Vorhandensein einer Retropatellararthrose, die Abtragung von osteophytären Anbauten an. Primär war in keinem Fall die Implantation eines Retropatellarersatzes erforderlich.

Das vordere und hintere Kreuzband wurden grundsätzlich reseziert. Im Anschluss erfolgte die Tibiaosteotomie. Dafür wurde der Sägeblock mittels extramedullärem Führungsstab achsenkorrekt ausgerichtet. In der koronaren Ebene ist die Schnittfläche senkrecht zur Längsachse der Tibia und in der sagittalen Ebene weist sie 0° - 3° posterioren Slope auf. Dann Zuwendung zum

Femur und Eröffnung des femoralen Markkanals mittels intramedullärem Bohrer. Es folgt das Einsetzen eines Markraumstabes und Aufsetzen des Femursägeblocks. Dieser wird mittels extramedullärem Führungsstab auf den Hüftkopf ausgerichtet, um postoperativ eine exakte mechanische Beinachse zu erzielen. Die Durchführung der Femurschnitte erfolgte laut Schema des Herstellers. Dann schloss sich die Größenbestimmung der Femurkomponente an. Zur Ermittlung der Größe des Inlays (8 mm - 18 mm) wurde der Freeman-Spreizer bei 90° gebeugtem sowie vollständig gestrecktem Kniegelenk eingesetzt und die Größe abgelesen.

Um die Größe des Tibiaplateaus zu ermitteln, ist die größtmögliche Tibiaschablone, welche nicht über die Knochengrenze der Tibia hinausragt, aufgelegt worden. Zur Kontrolle der ermittelten Größen wurden Probeimplantate eingesetzt und die ausgewogene Balancierung der Seitenbänder in Beuge- und Streckstellung sowie die intraoperative Beweglichkeit sorgfältig geprüft.

Das MRK ermöglicht es, alle Größen der Femurkomponente (F 0 - F 5) mit allen Größen der Tibiakomponente (T 1 - T 5) zu kombinieren.

In sieben Fällen ist zusätzlich ein laterales Release durchgeführt worden, da sich intraoperativ eine ausgeprägte Lateralisation der Patella zeigte oder das Gelenk zu straff erschien. Nach Entfernung der Probeimplantate erfolgte mittels Tibiaeinpresszwingen die Verankerung des Inlays im Tibiaplateau.

Nach Reinigung der Schnittflächen mit einer pulsierenden Jet-Lavage folgte bei allen Patienten die Implantation der Tibia- und Femurkomponente mittels Knochenzement (PALACOS® der Firma Heraeus Medical GmbH). Der Knochenzement wurde nur auf die Rückfläche der Komponenten und nicht auf die Stifte oder den Schaft der zu implantierenden Komponenten aufgetragen. Überschüssiger Knochenzement ist nach der Implantation sorgfältig entfernt worden. Nach der Aushärtung des Zementes wurde die Blutsperrung eröffnet und eine gezielte Blutstillung durchgeführt. Anschließend ist die Wunde unter Einlage von zwei intraartikulären und einer subkutanen Redon-Drainage schichtweise verschlossen worden.

Die folgende Tabelle stellt die Verteilung der verwendeten Größen der tibialen und femoralen Komponenten sowie des Inlays dar:

Femurkomponente	Tibiakomponente	Inlay
F 0 = 3 (3,09%)	T 1 = 6 (6,19%)	8,0 mm = 28 (28,87%)
F 1 = 15 (15,46%)	T 2 = 44 (45,36%)	10,5 mm = 49 (50,52%)
F 2 = 33 (34,02%)	T 3 = 31 (31,96%)	13,0 mm = 14 (14,43%)
F 3 = 19 (19,59%)	T 4 = 16 (16,49%)	15,5 mm = 5 (5,15%)
F 4 = 21 (21,65%)	T 5 = 0 (0,00%)	18,0 mm = 1 (1,03%)
F 5 = 6 (6,19%)		

Tab. 1: Verteilung der verwendeten Implantatgrößen

Am häufigsten wurden die Größen F 2, T 2 und das Inlay mit der Höhe 10,5 mm implantiert.

3.2 Postoperative Nachbehandlung

Unmittelbar postoperativ erfolgte eine bedarfsgerechte Schmerztherapie nach dem WHO-Schmerzschema. Zur Prophylaxe der venösen Thrombembolie kamen, wenn keine Kontraindikationen vorlagen, niedermolekulare Heparine zur Anwendung. Lokal wurden mehrmals täglich Kühlkompressen angelegt und das operierte Bein hochgelagert. Am ersten postoperativen Tag wurde das Kniegelenk passiv mit Hilfe einer CPM-Schiene bis zu einer Flexion von 40° geübt. Es erfolgte eine tägliche Steigerung um 10°. Als Ziel wurde zum Entlassungszeitpunkt ein passiver Bewegungsumfang von 90°–100° angestrebt. Die Schiene wurde mindestens zweimal täglich für jeweils 30 Minuten angelegt. Zusätzlich zur CPM-Schiene erfolgt ab dem ersten postoperativen Tag die frühfunktionelle krankengymnastische Mobilisation an Unterarmgestützen oder einem Gehbock unter initialer Vollbelastung des operierten Kniegelenkes.

Es wurden standardisierte laborchemische Kontrollen durchgeführt.

Im Anschluss an den Krankenhausaufenthalt erfolgte eine dreiwöchige stationäre Anschlussheilbehandlung oder in Ausnahmefällen eine erweiterte ambulante Physiotherapie. Daran anschließend wurden zur Sicherung und weiteren Verbesserung des Operationsergebnisses ambulante physiotherapeutische Behandlungen verordnet.

3.3 Klinische und radiologische Untersuchung

Klinische Untersuchung

Alle Untersuchungen fanden in der Gemeinschaftspraxis PD Dr. med. A. Machner und Dr. med. G. Hoffmann in Haldensleben sowie im MEDIGREIF Bördekrankenhaus in Neindorf statt und beinhalteten die Inspektion der Weichteile sowie die Bestimmung der maximal möglichen Streckung und Beugung des Kniegelenkes mittels Goniometer nach der Neutralnullmethode. Eine Untersuchung der Bandstabilität erfolgte mittels manuellem Varus- und Valgusstress in Extension und 20° Flexion.

Knee Society Score

Der Knee Society Score stellt das primäre Outcome-Instrument dieser Studie dar ^[37]. Der 1989 erstmals veröffentlichte Score der Amerikanischen Knee Society und dessen Modifikation 1993 wurde entwickelt, um ein einheitliches Bewertungssystem zu schaffen, das Untersuchungsergebnisse von unterschiedlichen Knieendoprothesenmodellen vergleichbar macht (**Anlage 1**). Dieser Score hat weite Verbreitung bei der Beurteilung von Knieendoprothesen in der Fachliteratur gefunden und ist unterteilt in einen Knie-Score, der ausschließlich das Kniegelenk selbst bewertet und einen Funktions-Score, der die Mobilität des Patienten in seinem Alltag einschätzt ^[50].

Im Knie-Score werden die drei Hauptparameter „Schmerz“, „Bewegungsumfang“ und „Stabilität“ erfasst und bewertet. Für die Parameter „Flexionsdefizit“, „Extensionsdefizit“ und „unphysiologische Achsabweichung“ gibt es Punktabzüge. Die maximal zu erreichende Punktzahl beträgt 100 Punkte.

Der Funktions-Score bewertet die Gehstrecke des Patienten und die Fähigkeit, Treppen zu steigen. Für den Gebrauch von Hilfsmitteln gibt es Punktabzug. Körperliche Beeinträchtigungen des Patienten, deren Ursache außerhalb des zu betrachtenden Gelenkes liegen, können das Ergebnis negativ beeinflussen. Auch hier ist die maximal zu erreichende Punktzahl 100. Übersteigt die Anzahl der abgezogenen Punkte die der positiven Punkte, wird der Score auf 0 gesetzt. Die beiden Scores werden separat voneinander anhand der erreichten Punkte bewerten (**Tab. 2**). Es besteht die Möglichkeit, durch Addition beider Scores einen Gesamtscore zu bilden. Die maximal zu erreichende Punktzahl von 200 entspricht einem schmerzfreien, von 0° bis mindestens 125° beweglichen, bandstabilen Kniegelenk, mit dem der Patient ohne Hilfsmittel uneingeschränkt gehfähig ist und ohne Geländer Treppen steigen kann.

Ergebnis	Knie- bzw. Funktions-Score	Gesamtscore
sehr gut	80 – 100 Punkte	170 – 200 Punkte
gut	70 – 79 Punkte	140 – 169 Punkte
mäßig	60 – 69 Punkte	120 – 139 Punkte
schlecht	< 60 Punkte	< 120 Punkte

Tab. 2: Bewertungsmaßstab des Knee Society Score

Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

Der 1982 in Kanada entwickelte WOMAC ist ein Selbsteinschätzungsfragebogen für Patienten mit Gonarthrose und nach Knieendoprothesenversorgung zur Beurteilung von „Schmerz“, „Gelenksteifigkeit“ und „Funktionalität beim Verrichten von Alltagstätigkeiten“ bezogen auf das Problemgelenk ^[6]. Er eignet sich als Messinstrument für die Evaluation der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Patienten mit Arthrose der unteren Extremität und erfüllt die Gütekriterien: Zuverlässigkeit, Validität und Änderungssensitivität ^[5; 68; 73]. Der Fragebogen besteht aus 24 Fragen, die in drei Kategorien unterteilt sind. Die ersten fünf Fragen befassen sich mit dem

subjektiven Schmerzempfinden des Patienten, die nächsten zwei Fragen evaluieren die Gelenksteifigkeit und die letzten 17 Fragen ermitteln die Funktionalität beim Verrichten von körperlichen Alltagstätigkeiten (**Anlage 2**). Wir verwendeten die Likert-Graduierungsskala, bei der der Befragte 11 kleine Boxen pro Frage sieht. Die linke Box steht für „keine“ und die ganz rechte für „extrem starke“ Schmerzen, Steifigkeit oder Funktionseinschränkungen. Für die Auswertung werden pro Kategorie die einzelnen Punktwerte zusammenaddiert. Der maximal zu erreichende Summenscore der drei Kategorien beträgt 240 Punkte. Je niedriger der Summenscore, desto besser ist die Funktion des betroffenen Gelenkes und je höher die Lebensqualität des Patienten.

Body-Mass-Index

Aus den erfassten Daten *Gewicht und Körpergröße* wurde der BMI berechnet. Dafür wird das Körpergewicht durch das Quadrat der Körpergröße dividiert. Die WHO klassifiziert den BMI wie folgt ^[74]:

Klassifikation	BMI
Untergewicht	< 18.50
Normalgewicht	18.50 – 24.99
Präadipositas	25.00 – 29.99
Adipositas	
• Adipositas Grad I	30.00 – 34.99
• Adipositas Grad II	35.00 – 39.99
• Adipositas Grad III	≥ 40.00

Tab. 3: WHO-Klassifikation des Body-Mass-Index

Adipositas wird definiert als $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ [74]. Die Studienteilnehmer wurden gewogen sowie vermessen und nach ihrem präoperativen BMI in zwei Gruppen eingeteilt. **Gruppe 1** schließt alle Patienten mit einem $\text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$ ein, diese werden im Folgenden als „normalgewichtig“ bezeichnet. **Gruppe 2** enthält alle Patienten mit einem $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ und werden im Folgenden mit „adipös“ benannt.

Radiologische Beurteilung

Alle für diese prospektive Studie genutzten Röntgenuntersuchungen wurden im Rahmen der primären Diagnostik oder der präoperativen Planung sowie der routinemäßigen postoperativen Röntgenkontrollen in der ambulanten Nachsorge angefertigt. Sie stellen somit keine Mehrbelastung der Patienten mit Röntgenstrahlung dar.

Präoperativ wurde vom betroffenen Kniegelenk eine nativradiologische a.p. Aufnahme im Einbeinstand, eine latero-mediale Röntgenaufnahme in 70° Flexion und eine Tangentialaufnahme der Patella angefertigt. Zur Beurteilung des Ausmaßes der arthrotischen Veränderungen wurde der Score nach Kellgren und Lawrence erhoben [43]. Danach zeigte sich bei 45 Patienten der Schweregrad III und bei 55 Patienten der Schweregrad IV, was einer ausgeprägten bis schweren Gonarthrose entspricht.

Zum Zeitpunkt der Studiendurchführung war es aus zwei Gründen nicht möglich eine Ganzbeinaufnahme durchzuführen: die technischen Gegebenheiten lagen nicht vor und es bestand noch keine Verpflichtung zur Durchführung im Rahmen der Operationsplanung. Deshalb konnte prä- sowie postoperativ keine Vermessung der femorotibialen Beinachse und keine Bestimmung von Femoral- und Tibialwinkel erfolgen, da die zum Kniegelenk korrespondierenden Gelenke (Hüft- und Sprunggelenk) radiologisch nicht dargestellt wurden.

Unmittelbar postoperativ erfolgte eine Röntgenkontrolle des operierten Kniegelenkes im a.p. und latero-medialem Strahlengang im Liegen. Im Rahmen der Verlaufskontrolle wurden von allen Patienten in der ambulanten Nachsorge nach sechs Wochen und dann in jährlichen Abständen Röntgenaufnahmen im a.p. und latero-medialen Strahlengang sowie eine Tangentialaufnahme der

Patella angefertigt. Der Film-Fokus-Abstand betrug jeweils 101,6 cm. Die Röntgenbilder wurden ausschließlich auf Röntgenfilm angefertigt und per Hand mittels Lineal in Millimeter ausgemessen.

Beurteilt wurden nur Röntgenaufnahmen, bei denen der Zentralstrahl senkrecht zur Zement-Knochen-Grenze ausgerichtet war.

Die angefertigten Röntgenbilder wurden in Anlehnung an die Vorgaben der Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System auf Lysesäume untersucht. Lysesäume sind linienförmige Aufhellungen an der Zement-Implantat- oder Zement-Knochen-Grenze ^[61]. Als Progression wurde eine Zunahme der Weite des Lysesäumens um ≥ 1 mm in einer beliebigen Zone bewertet. Entsprechend der empfohlenen Zoneinteilung wurde die Breite vorhandener Lysesäume für jede Zone der tibialen und femoralen Komponente in Millimetern vermessen (**Abb. 3**) ^[21]. Für die tibiale Zoneinteilung in der a.p. Aufnahme wurde eine adaptierte Version speziell für das MRK verwendet (**Abb. 4**).

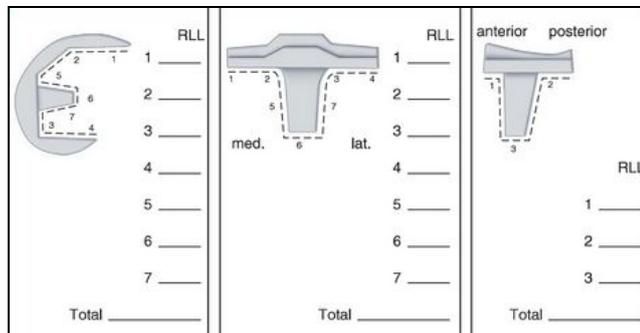


Abb. 3: Zoneinteilung der femoralen und tibialen Komponenten

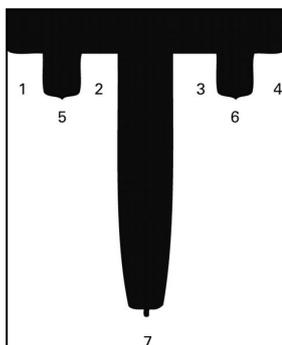


Abb. 4: Verteilung der tibialen Zonen für das MRK

Abschließend wurden die Messergebnisse in den einzelnen Zonen für jede Komponente addiert und es ergab sich daraus ein Summenscore. Ein nicht-progressiver Wert von ≤ 4 ist als unauffälliger Befund einzuschätzen. Ein Summenscore von 5 – 9 sollte engmaschig auf eine Progredienz untersucht werden und Werte ≥ 10 sind auch ohne Symptome als mögliches oder bevorstehendes Endoprothesenversagen zu deuten ^[21].

Eine Migration oder Verschiebung der Komponenten mit oder ohne Vorhandensein von Lysesäumen und unabhängig vom Summenscore wurde als mögliches oder drohendes Versagen der Prothese bewertet ^[21].

3.4 Statistik

Die statistische Auswertung wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biometrie und Medizinische Informatik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg durchgeführt. Die erhobenen Daten wurden in Untersuchungsbögen erfasst und zur Verarbeitung und Verwaltung in das Programm Excel (Microsoft Office Excel 2010, Microsoft Corporation, Redmond, USA) übertragen. Die statistische Auswertung erfolgte anschließend mit der Statistik-Software SAS[®] (Statistical Analysis System) Version 9.4 (SAS Institute Inc, Cary, NC:SAS Institute Inc.).

Bei der deskriptiven Statistik wurden bei metrischen Merkmalen statistische Kennwertberechnungen (arithmetische Mittel, Standardabweichung, Median, Minimum, Maximum sowie Quartile) durchgeführt und in Tabellen oder Box-Plot-Diagrammen dargestellt. In den Box-Plot-Diagrammen entspricht der Ring in der Box dem Mittelwert und die waagerechte Linie dem Median. Die Box repräsentiert den Interquartilbereich (25. bis zur 75. Perzentile). Wenn Werte mehr als das 1,5-fache der Boxlänge vom jeweiligen Quartil entfernt waren, wurden diese als Ausreißer durch Ringe markiert.

Für nomialskalierte (kategorische) Variablen wurde der Chi-Quadrat-Test verwendet und bei erwarteter Häufigkeit < 5 mit dem exakten Test nach Fischer korrigiert. Zur Berechnung der Wahrscheinlichkeiten von stetigen Einflussgrößen wurde der Welch-Test genutzt.

Zusätzlich wurde bei Vergleichen von Score-Mittelwerten zu einem bestimmten Untersuchungszeitpunkt sowie dem Alter oder dem BMI ein gepaarter T-Test für unabhängige Stichproben verwendet.

Die Analyse von mehrkategorialen, abhängigen Variablen (ROM, Flexion, Ergebnisse des Knie- und Funktions-Scores des KSS der jeweiligen Gruppen im Zeitverlauf) wurde mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung nach MONOVA gearbeitet, wobei hier der Faktor Zeit als Innersubjekt- und der BMI (Faktorstufen: BMI < 30 / BMI \geq 30) als Zwischensubjektfaktor dienten. Für die Bewertung des Zeitfaktors wurden die nach Huynh-Feldt-Lecoutre adjustierte Irrtumswahrscheinlichkeiten „p“ für die Bewertung der zeitlichen Entwicklung genutzt. Eine formale statistische Signifikanz wurde bei $p < 0,05$ angenommen.

Zur Berechnung der Überlebenszeiten wurde die Schätzung der Überlebensraten nach Kaplan-Meier verwendet.

4. Ergebnisse

4.1 Demographische Daten

Es wurden insgesamt 100 Knieendoprothesen vom Typ MRK und 98 Patienten in die Studie eingeschlossen. Zwei Patienten wurden in einem Abstand von mehr als einem Jahr zweizeitig bilateral versorgt und sind somit als unabhängig zu betrachten. 38,0 % der Studienteilnehmer waren Männer und 62,0 % Frauen. In 47,0 % der Fälle wurde das linke und in 53,0 % das rechte Kniegelenk versorgt.

Eine Zusammenfassung der geschlechtsspezifischen demographischen Daten zeigt **Tabelle 4**.

Demographische Daten	n	Gesamt	Männer	Frauen
		(n=100)	(n=38)	(n=62)
		MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD
Alter bei OP	100	66.93 ± 8.87	64.13 ± 8.86	68.65 ± 8.51
Größe präoperativ (m)	100		1.75 ± 0.06	1.62 ± 0.07
Gewicht präoperativ (kg)	100	90.89 ± 18.18	97.95 ± 17.77	86.56 ± 17.16
BMI präoperativ (kg/m ²)	100	32.49 ± 5.92	32.00 ± 5.64	32.80 ± 6.11
BMI zur NU (kg/m ²)	100	32.83 ± 6.24	32.35 ± 6.75	33.12 ± 5.95
Beschwerdedauer (Monate)	100	63.53 ± 70.40	68.47 ± 76.82	60.50 ± 66.62
OP-Dauer (Minuten)	62	73.77 ± 14.40	76.08 ± 14.42	72.22 ± 14.36
Aufenthaltsdauer (Tage)	100	10.16 ± 1.61	10.21 ± 1.74	10.13 ± 1.54
Untersuchungszeitraum (Monate)	100	19.61 ± 7.94	19.63 ± 8.17	19.60 ± 7.86

Tab. 4: Geschlechtsspezifische demographische Daten im Überblick

Der präoperative BMI aller Studienteilnehmer (n=100) betrug im Mittel 32,49 kg/m² (min. 21,97; max. 51,31). Eine exakte Verteilung gemäß WHO-Klassifikation und getrennt nach Geschlechtern zeigt **Tabelle 5**.

BMI	Gesamt (n=100)	Männer (n=38)	Frauen (n=62)
	n (%)	n (%)	n (%)
Normalgewicht (18.5 – 24.9 kg/m ²)	8 (8.0%)	1 (2.6%)	7 (11.3%)
Präadipositas (25.0 – 29.9 kg/m ²)	32 (32.0%)	17 (44.7%)	15 (24.2%)
Adipositas Grad I (30.0 – 34.9 kg/m ²)	28 (28.0%)	12 (31.6%)	16 (25.8%)
Adipositas Grad II (35.0 – 39.9 kg/m ²)	20 (20.0%)	5 (13.2%)	15 (24.2%)
Adipositas Grad III (≥40.0 kg/m ²)	12 (12.0%)	3 (7.9%)	9 (14.5%)

Tab. 5: Verteilung der Patienten nach WHO-Klassifikation des BMI

Es erfolgte zum Vergleich der im Folgenden dargestellten Ergebnisse von normalgewichtigen und adipösen Patienten die Einteilung der Studienteilnehmer in zwei Gruppen. Adipositas wird definiert als BMI ≥ 30 kg/m², somit fielen 40,0 % der Studienteilnehmer in die **Gruppe 1 (BMI < 30 kg/m²)** und 60,0 % in die **Gruppe 2 (BMI ≥ 30 kg/m²)**.

Tabelle 6 zeigt eine Gegenüberstellung der demographischen Daten von beiden Gruppen.

Demographische Daten	Gruppe 1 (BMI < 30) n=40	Gruppe 2 (BMI ≥ 30) n=60	p-Wert
	MW ± SD	MW ± SD	
Alter bei OP	68.42 ± 8.63	65.95 ± 8.97	0.1723
Größe präoperativ (m)	1.67 ± 0.09	1.67 ± 0.09	0.9890
Gewicht präoperativ (kg)	75.13 ± 10.66	101.39 ± 14.09	
BMI präoperativ (kg/m ²)	26.79 ± 2.25	36.60 ± 4.32	
BMI zur NU (kg/m ²)	27.70 ± 3.01	36.25 ± 5.45	
Beschwerdedauer (Monate)	62.08 ± 61.11	66.50 ± 76.45	0.8610
OP-Dauer (Minuten)	73.25 ± 14.69	74.02 ± 14.42	0.8465
Aufenthaltsdauer (Tage)	10.28 ± 1.47	10.08 ± 1.71	0.5510
Untersuchungszeitraum (Monate)	20.95 ± 8.26	18.72 ± 7.65	0.1764

Tab. 6: Vergleich der demographischen Daten der Gruppen im Überblick

Zum Operationszeitpunkt lag das Durchschnittsalter des Gesamtkollektives bei 66,93 Jahren. Der jüngste Patient war 44 Jahre und der älteste 88 Jahre alt. Die Patienten der Gruppe 1 waren zum Operationszeitpunkt durchschnittlich 2,5 Jahre älter (68,4 Jahren) als die der Gruppe 2 (66,0 Jahre).

Der präoperative BMI betrug in Gruppe 1 im Durchschnitt 26,79 kg/m² und 36,60 kg/m² in Gruppe 2.

Die mittlere präoperative Beschwerdedauer aller Studienteilnehmer lag bei 63,5 Monaten (Median: 5,6 Monate). Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den normalgewichtigen und adipösen Patienten nachgewiesen werden (**Abb. 5**).

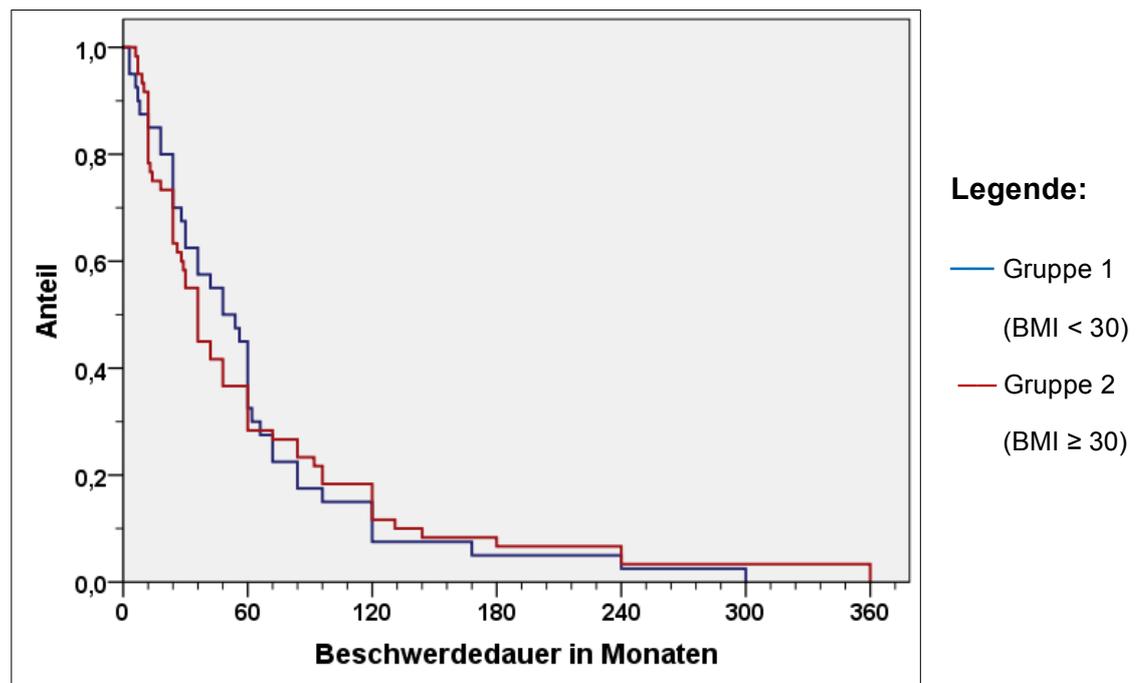


Abb. 5: Gruppenvergleich der präoperativen Beschwerdedauer

Die durchschnittliche Operationszeit (von Schnitt zu Naht) betrug 73,77 Minuten (min. 46; max. 104).

Die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer betrug für alle Patienten 10,16 Tage (min. 6; max. 15). Auch hier zeigte sich keine signifikante Differenz zwischen den normalgewichtigen und den adipösen Patienten (10,28 vs. 10,08 Tage).

Der Zeitraum vom primären Eingriff zur Abschlussuntersuchung betrug insgesamt durchschnittlich 19,61 Monate (min. 8; max. 39). Es gab keine relevanten Unterschiede zwischen Gruppe 1 und 2 (20,95 vs. 18,72 Monate).

Abbildung 6 zeigt die Verteilung auf beide Gruppen.

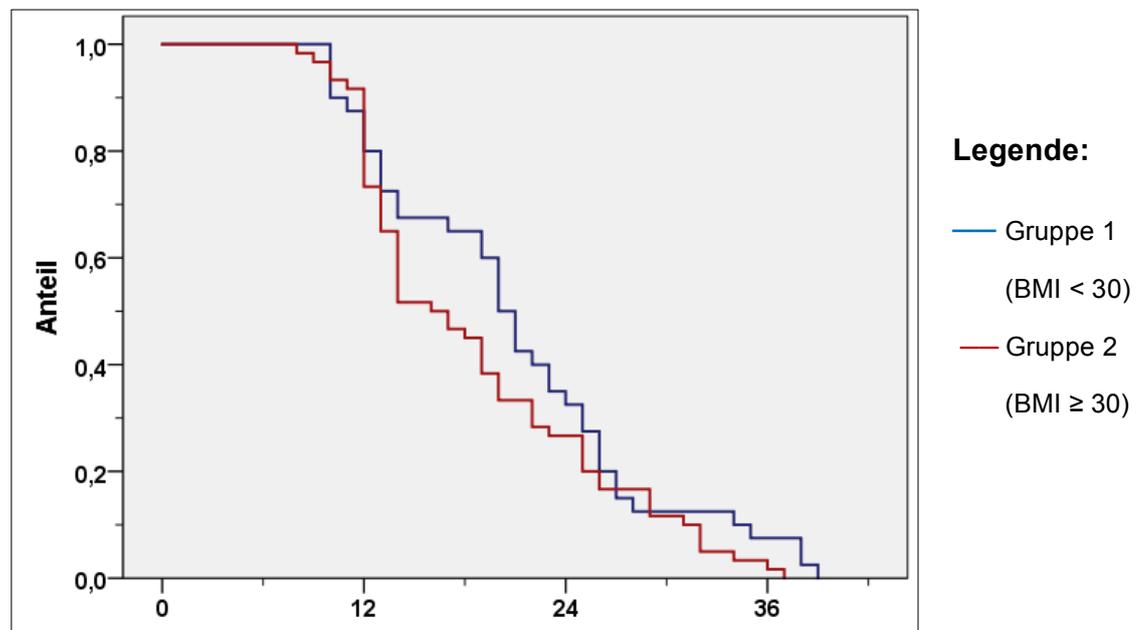


Abb. 6: Zeitraum bis zur Abschlussuntersuchung in Monaten

Es wurde präoperativ das Vorhandensein von Diabetes mellitus Typ II, neurologischen Erkrankungen, Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, Zustand nach zerebralen ischämischen Ereignissen und die koronare Herzerkrankung sowie die Risikofaktoren Dauertherapie mit Antikoagulanzen und das Vorhandensein eines Herzschrittmachers erfasst. Vielfach zeigten sich mehrere Vorerkrankungen/Risikofaktoren bei demselben Patienten.

Die Häufigkeitsverteilung zeigt **Tabelle 7**. Die Gruppe 2 wies signifikant mehr Patienten mit Diabetes mellitus Typ II auf. Wohingegen signifikant mehr Patienten mit Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises in Gruppe 1 detektiert werden konnten. Bei den restlichen Vorerkrankungen/Risikofaktoren fanden sich keine relevanten Unterschiede zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten.

Erkrankungen/ Risikofaktoren	Gesamt (n=100)	Gruppe 1	Gruppe 2	p-Wert*
		BMI < 30(n=40)	BMI ≥ 30 (n=60)	
	n (%)	n (%)	n (%)	
Diabetes mellitus Typ II	33 (33.0%)	5 (12.5%)	28 (46.7%)	0.0004
neurologische Erkrankungen	3 (3.0%)	1 (2.5%)	2 (3.3%)	1.0000
rheumatische Erkrankungen	4 (4.0%)	4 (10.0%)	0 (0.0%)	0.0233
zerebrale Ereignisse	9 (9.0%)	5 (12.5%)	4 (6.7%)	0.4776
KHK	23 (23.0%)	10 (25,0%)	13 (21.7%)	0.8093
DT mit Antikoagulantien	8 (8.0%)	5 (12.5%)	3 (5.0%)	0.2607
Herzschrittmacher	6 (6.0%)	4 (10.0%)	2 (3.3%)	0.2140

* exakter Test von Fisher

Tab. 7: Vorerkrankungen/Risikofaktoren

Nach anamnestischen Angaben wurden im Vorfeld der Endoprothesenversorgung bei 32 Patienten insgesamt 44 operative Eingriffe an dem entsprechenden Kniegelenk durchgeführt. Bei sieben Patienten fanden mehrzeitig \geq zwei Voroperationen statt. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Über die Verteilung und die Art der Eingriffe informiert **Tabelle 8**.

Voroperationen des entsprechenden Kniegelenkes	Gesamt (n=100)	Gruppe 1	Gruppe 2	p-Wert*
		BMI < 30 (n=40)	BMI ≥ 30 (n=60)	
	n (%)	n (%)	n (%)	
Arthroskopie	33 (33.0%)	15 (37.5%)	18 (30.0%)	0.516
offene Meniskusresektion	5 (5.0%)	2 (5.0%)	3 (5.0%)	1.000
unikondyläre Knieendoprothese	2 (2.0%)	0 (0.0%)	2 (3.3%)	0.515
Umstellungsosteotomie der Tibia	1 (1.0%)	1 (2.5%)	0 (0.0%)	0.400
Patellalateralisation	1 (1.0%)	0 (0.0%)	1 (1.7%)	1.000
Bursektomie	1 (1.0%)	1 (2.5%)	0 (0.0%)	0.400
Medialisation der Tuberositas tibiae	1 (1.0%)	1 (12.5%)	0 (0.0%)	0.400

* exakter Test von Fisher

Tab. 8: Verteilung und Art der Voroperationen im Gruppenvergleich

4.2 Komplikationen und Folgeeingriffe

Intraoperative Komplikationen

Es traten bei keinem Studienteilnehmer intraoperative Komplikationen auf.

Postoperative Komplikationen

Im gesamten Patientenkollektiv (n=100) kam es in 16,0 % der Fälle zu postoperativen Komplikationen. Die aufgetretenen Komplikationen wurden in *frühpostoperativ* und *spätpostoperativ* sowie in *operationsspezifisch* und *operationsunspezifisch* unterteilt. Zu den frühpostoperativen Komplikationen zählten diejenigen, welche bis zum Abschluss der sechsten postoperativen Woche aufgetreten waren.

Operationsunspezifische frühpostoperative Komplikationen traten bei drei normalgewichtigen Studienteilnehmerinnen (7,5%) auf. Eine Patientin erlitt drei Tage postoperativ einen paralytischen Ileus. Aus diesem Grund konnte eine frühfunktionelle Beübung des Kniegelenkes nicht stattfinden und bei verbleibender Bewegungseinschränkung erfolgte nach 148 Tagen eine

Mobilisation in Narkose. Im Anschluss daran zeigte sich, mit einem Bewegungsumfang von 110°, ein zufriedenstellendes Ergebnis. Eine andere Patientin wurde nach einer intravenösen Gabe von Dipidolor im Aufwachraum kurzzeitig reanimationspflichtig. Die Patientin erlitt dadurch keine Folgeschäden. Bei einer dritten Patientin trat postoperativ ein gastrointestinaler Infekt auf.

Operationsspezifische frühpostoperative Komplikationen traten in insgesamt acht Fällen (8,0%) auf. Fünf Patienten aus Gruppe 2 (8,3%) und kein Patient aus der Gruppe 1 wiesen eine oberflächliche Wundheilungsstörung auf. Eine Wundinfektion wurde als oberflächlich betrachtet, wenn eine alleinige Behandlung mit Antibiotika und antiseptischen Umschlägen zu einer Ausheilung führte. Somit traten bei den adipösen Patienten signifikant mehr oberflächliche Wundheilungsstörungen auf als bei den Normalgewichtigen.

Ein Patienten aus Gruppe 1 (2,5%) und ein Patient aus Gruppe 2 (1,7%) hatten einen punktionswürdigen Gelenkerguss. Bei einem normalgewichtigen Patienten (2,5%) zeigte sich ein ausgeprägtes intraartikuläres Hämatom.

Zusätzlich fiel in den regelmäßigen laborchemischen Kontrollen bei 13 Studienteilnehmern eine postoperative normozytäre Anämie auf. Von diesen 13 Patienten musste bei sechs Patienten eine Transfusion von Erythrozytenkonzentraten durchgeführt werden. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit dem präoperativen BMI der Patienten konnte nicht hergestellt werden.

Zu den *spätpostoperativen Komplikationen* wurden alle Auffälligkeiten nach der sechsten postoperativen Woche gezählt. Eine normalgewichtige Patientin (2,5%) musste nach einem *operationsunabhängigen* Sturz mit konsekutiver Patellalängsfraktur osteosynthetisch versorgt werden. Bei insgesamt vier Patienten (4,0%) zeigten sich *operationsspezifische* Komplikationen. Ein Patient aus Gruppe 1 (2,5%) und zwei Patienten aus Gruppe 2 (3,3%) wiesen eine chronische Kapselschwellung auf und bei einer stark adipösen Patientin (1,7%) stellten sich persistierende Schmerzen im Kniegelenk ein.

In keinem Fall kam es postoperativ zu einer tiefen Beinvenenthrombose und/oder Lungenembolie. Des Weiteren fanden sich keine Nervenschäden oder Verletzungen von Sehnen oder Bändern.

Folgeeingriffe

In 18,0 % der Fälle (n=100) wurde ein Folgeeingriff notwendig. Die Verteilung zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten lag bei 20,0 % zu 16,6 %. Eine Mobilisation in Narkose erfolgte, aufgrund eines nicht zufriedenstellenden Bewegungsumfanges des operierten Kniegelenkes (durchschnittlich 87,5°), bei 10,0 % der Patienten (n=100) nach einem Zeitraum von im Mittel 119 ± 48 Tagen. Die Patienten der Gruppe 1 waren mit 12,5 % etwas häufiger betroffen als die Gruppe 2 mit 8,3 % (p=n.s.). Bei 7,0 % aller Studienteilnehmer (n=100) wurde bei postoperativ anhaltenden belastungsabhängigen retropatellaren Schmerzen mit Schwellneigung nach durchschnittlich 485 ± 365 Tagen sekundär ein Retropatellarersatz implantiert. Davon waren 5,0 % der Patienten aus Gruppe 1 und 8,3 % aus Gruppe 2 betroffen (p=n.s.).

Eine Patientin der Gruppe 1 (2,5%) musste bei bestehenden Bewegungseinschränkungen mittels Arthrolyse mit Patellateilresektion reoperiert werden.

Revisionen

Es kam in keiner Gruppe zu einer Revision aufgrund einer aseptischen Lockerung oder einer Infektion.

4.3 Klinische und funktionelle Auswertung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der erhobenen Parameter ROM, Flexion und Extensionsdefizit zu fünf definierten Zeitpunkten (präoperativ – postoperativ – nach sechs Wochen – nach einem Jahr – Abschlussuntersuchung) für normalgewichtige und adipöse Patienten dargestellt. Die Ergebnisse des KSS wurden zu drei definierten Zeitpunkten (präoperativ – postoperativ – Abschlussuntersuchung) erfasst. Eine detaillierte Tabelle mit den Teilergebnissen des KSS für das Gesamtkollektiv zeigt

Anlage 3. Der WOMAC, als Messinstrument für die patientenbezogene Lebensqualität, wurde präoperativ und zur Abschlussuntersuchung erhoben. Die Werte des KSS und des WOMAC sind zwar keine echten metrischen Parameter, aber ordinalskaliert, sodass auch hier auf Modelle der metrischen Statistik zurückgegriffen wurde. Es erfolgte sowohl eine Betrachtung des Verlaufes des jeweiligen Parameters über die Zeit für das Gesamtkollektiv (n=100) sowie eine Beurteilung des Einflusses des präoperativen BMI auf den jeweiligen Parameter. Die Scores wurden unter Verwendung einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Wechselwirkung beurteilt.

4.3.1 Bewegungsumfänge

Range of Motion (ROM)

Der präoperative ROM betrug im Gesamtkollektiv durchschnittlich 95° (min. 58°; max. 130°) und konnte zur Abschlussuntersuchung auf 116° (min. 55°; max. 145°) gesteigert werden. Es war kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu den definierten Untersuchungszeiten feststellbar (**Tab. 9**).

ROM (in Grad)	Gesamt (n=100)	Gruppe 1	Gruppe 2	p-Wert*
		BMI < 30 (n=40)	BMI ≥ 30 (n=60)	
	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD	
präoperativ	94.79 ± 16.69	94.00 ± 17.07	94.80 ± 16.57	0.9942
postoperativ	95.67 ± 8.19	97.05 ± 8.90	94.75 ± 7.61	0.1842
nach 6 Wochen	107.65 ± 3.36	104.75 ± 13.35	109.58 ± 13.13	0.0779
nach 1 Jahr	108.80 ± 12.77	106.50 ± 12.21	110.33 ± 13.01	0.1377
Abschlussuntersuchung	115.99 ± 15.82	116.23 ± 13.08	115.83 ± 17.52	0.8986

* Welch-Test

Tab. 9: Bewegungsumfänge des Gesamtkollektives und der BMI-abhängigen Gruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeiten

Der präoperative BMI hatte keinen Einfluss auf die Ergebnisse des ROM zu den jeweiligen Zeiten. Eine Verbesserung des ROM über die Zeit war mit $p < 0.0001$ in beiden Gruppen signifikant nachweisbar (**Abb. 7**) ohne dass es eine Wechselwirkung mit dem BMI ($p = 0.160$) gab.

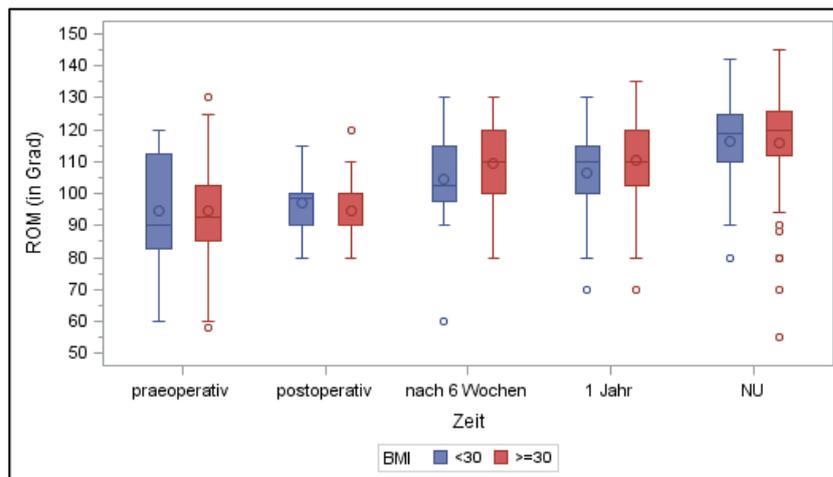


Abb. 7: Gruppenvergleich der Bewegungsumfänge im zeitlichen Verlauf

Flexion

Die präoperative Flexionsfähigkeit aller Studienteilnehmer betrug durchschnittlich 100° (min. 65° ; max. 130°) und verbesserte sich bis zur Abschlussuntersuchung auf 116° (min. 80° ; max. 145°). **Tabelle 10** zeigt die Einzelergebnisse für das Gesamtkollektiv sowie für die jeweiligen Gruppen. Auch hier konnte kein signifikanter Einfluss des BMI auf die Flexion zu den jeweiligen Zeiten im Gruppenvergleich nachgewiesen werden ($p = 0.514$).

Flexion (in Grad)	Gesamt (n=100)	Gruppe 1	Gruppe 2	p-Wert*
		BMI < 30 (n=40)	BMI ≥ 30 (n=60)	
	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD	
präoperativ	99.74 ± 14.28	100.25 ± 15.15	99.40 ± 13.79	0.7765
postoperativ	95.80 ± 8.13	97.13 ± 8.91	94.92 ± 7.51	0.2005
nach 6 Wochen	108.55 ± 12.68	105.88 ± 12.80	110.33 ± 12.38	0.0877
nach 1 Jahr	109.80 ± 11.59	107.63 ± 11.38	111.25 ± 11.59	0.1251
Abschlussuntersuchung	117.57 ± 13.45	117.30 ± 11.58	117.75 ± 14.65	0.8646

*Welch-Test

Tab. 10: Flexion des Gesamtkollektives und der BMI-abhängigen Gruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeiten

Wie **Abbildung 8** zeigt, kam es im zeitlichen Verlauf zu einer signifikanten Zunahme der Flexionsfähigkeit in beiden Gruppen ($p > 0.0001$).

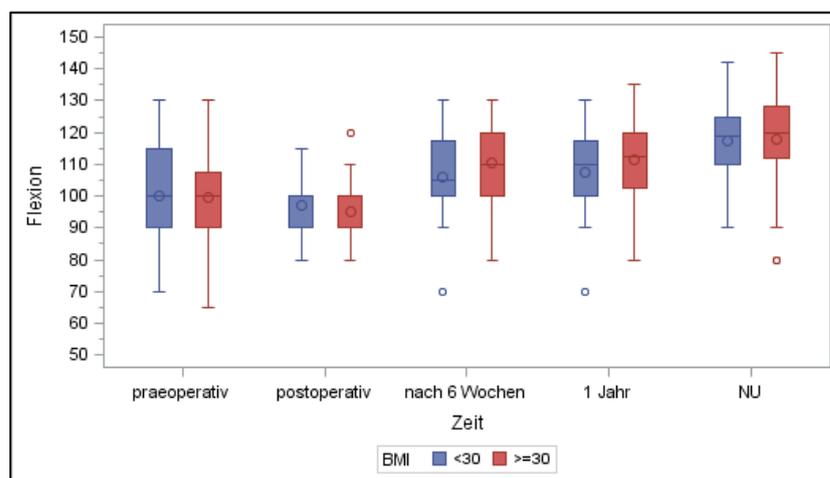


Abb.8: Gruppenvergleich der Flexion im zeitlichen Verlauf in Grad

Extensionsdefizit

Es wurden bestehende Extensionseinschränkungen entsprechend der Einteilung des KSS zu den jeweiligen Untersuchungen erfasst. Aufgrund der Verteilung der Werte war an dieser Stelle keine zweifaktorielle Varianzanalyse möglich. Es wurden für das Extensionsdefizit präoperativ und zur Abschlussuntersuchung Kontingenztafeln erstellt und jeweils ein exakter Test nach Fischer durchgeführt.

Vor der Therapie wiesen 60,0 % der Patienten aus Gruppe 1 und 48,3 % aus Gruppe 2 ein Streckdefizit $\geq 5^\circ$ auf. Betrachtet man den zeitlichen Verlauf der Werte, zeigte sich zur Abschlussuntersuchung in beiden Gruppen eine Abnahme der Streckhemmung. In Gruppe 1 wiesen zur Abschlussuntersuchung noch 12,5 % der Patienten ein Streckdefizit $\geq 5^\circ$ auf und 16,7 % in Gruppe 2. Einen signifikanten Einfluss des präoperativen BMI auf ein eventuell bestehendes präoperatives ($p = 0.480$) bzw. zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung ($p = 0.944$) bestehendes Extensionsdefizit konnte nicht bewiesen werden.

4.3.2 Knee Society Score

Knie-Score

Im Gesamtkollektiv kam es mit einer durchschnittlichen Steigerung von präoperativ 23,55 Punkte (min. 0; max. 62) auf 81,81 Punkte (min. 16; max. 100) zur Abschlussuntersuchung zu einer signifikanten Verbesserung des Knie-Scores im zeitlichen Verlauf ($p > 0.0001$). Die einzelnen Ergebnisse zu den definierten Zeitpunkten waren in beiden Gruppen sehr homogen (**Tab. 11**). Ein Einfluss des präoperativen BMI auf das Ergebnis des Knie-Scores konnte mit $p > 0.714$ nicht nachgewiesen werden.

Ergebnis Knie-Score (in Punkten)	Gruppe 1			Gruppe 2		
	Gesamt	BMI < 30	BMI ≥ 30	BMI < 30	BMI ≥ 30	BMI ≥ 30
	(n=100)	(n=40)	(n=60)	(n=40)	(n=60)	(n=60)
	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD
präoperativ	23.55 ± 15.96	23.38 ± 15.59	23.67 ± 16.34			
postoperativ	71.48 ± 17.64	70.23 ± 18.65	72.32 ± 17.05			
Abschlussuntersuchung	81.71 ± 19.22	81.40 ± 18.30	81.92 ± 19.96			

Tab. 11: Ergebnisse des Knie-Scores des Gesamtkollektives und der BMI-abhängigen Gruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeiten

Ein Zusammenhang zwischen präoperativem BMI und dem zeitlichen Verlauf konnte mit $p > 0.866$ nicht gefunden werden (**Abb. 9**).

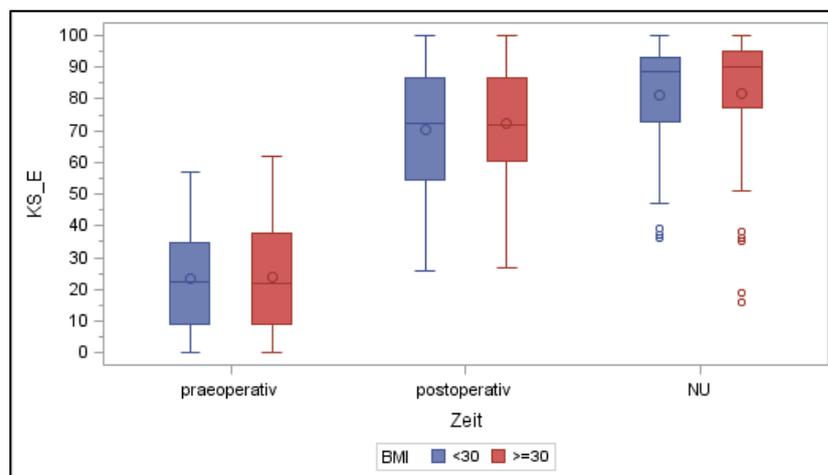


Abb. 9: Gruppenvergleich der Ergebnisse des Knie-Scores im zeitlichen Verlauf in Punkten

In beiden Gruppen war der präoperative Knie-Score zu 100,0 % mit „mäßig“ bis „schlecht“ bewertet. Zur Abschlussuntersuchung zeigte sich in Gruppe 1 eine Verbesserung auf 80,0 % „sehr gut“ bis „gut“ bewertete Ergebnisse und 20,0 % „mäßig“ bis „schlechte“ Ergebnisse. In Gruppe 2 fanden sich 81,6 % „sehr gut“ bis „gut“ bewertete Ergebnisse und 18,4 % „mäßig“ bis „schlechte“ Ergebnisse.

Funktions-Score

Auch der Funktions-Score verbesserte sich im Gesamtkollektiv von präoperativ durchschnittlich 52 Punkte (min. 0; max. 100) auf 79 Punkte (min. 0; max. 100) zur Abschlussuntersuchung. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede ($p > 0.191$) in den Ergebnissen zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten (**Tab. 12**). Jedoch deutet sich im Vergleich der beiden Gruppen zur Abschlussuntersuchung mit $p = 0.139$ eine negative Entwicklung in Gruppe 2 an.

Ergebnis Funktions-Score (in Punkten)	Gruppe 1			Gruppe 2		
	Gesamt	BMI < 30	BMI ≥ 30	BMI < 30	BMI ≥ 30	BMI ≥ 30
	(n=100)	(n=40)	(n=60)	(n=40)	(n=60)	(n=60)
	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD
präoperativ	51.95 ± 21.03	54.25 ± 20.21	50.42 ± 21.60			
postoperativ	56.75 ± 14.71	58.00 ± 16.08	55.92 ± 13.79			
Abschlussuntersuchung	78.55 ± 23.12	82.75 ± 23.04	75.75 ± 22.94			

Tab. 12: Ergebnisse des Funktions-Scores des Gesamtkollektives und der BMI-abhängigen Gruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeiten

Wie auch für den Knie-Score konnte eine signifikante Verbesserung der Ergebnisse des Funktions-Scores für beide Gruppen mit $p > 0.0001$ im zeitlichen Verlauf gezeigt werden (**Abb. 10**).

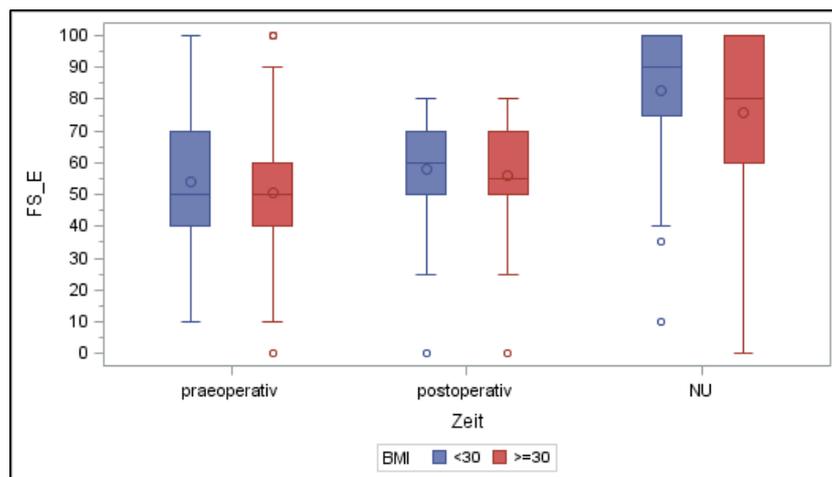


Abb. 10: Gruppenvergleich der Ergebnisse des Funktions-Scores im zeitlichen Verlauf in Punkten

Der Funktions-Score wies präoperativ 72,5 % „mäßige“ bis „schlechte“ Bewertungen in Gruppe 1 und 80,0 % in Gruppe 2 auf. Es zeigte sich eine Verbesserung auf 77,5 % „sehr gut“ bis „gut“ bewertete Ergebnisse in Gruppe 1 sowie 66,6 % in Gruppe 2.

Gesamtscore

Der Gesamtscore ergab sich aus der Addition beider Scores. Der präoperative BMI hatte auch hier mit $p = 0,488$ keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse (**Tab. 13**).

Gesamtscore KSS (in Punkten)	Gruppe 1			Gruppe 2		
	Gesamt			BMI ≥ 30		
	(n=100)			(n=60)		
	MW \pm SD	MW \pm SD	MW \pm SD	MW \pm SD	MW \pm SD	MW \pm SD
präoperativ	75.50 \pm 30.11	77.63 \pm 27.86	74.08 \pm 31.67			
postoperativ	128.23 \pm 26.65	128.23 \pm 29.31	128.23 \pm 24.98			
Abschlussuntersuchung	160.26 \pm 35.01	164.15 \pm 33.49	157.67 \pm 36.03			

Tab. 13: Ergebnisse des KSS des Gesamtkollektives und der BMI-abhängigen Gruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeiten

Wie **Abbildung 11** zeigt, war die Verbesserung der Werte über die Zeit mit $p < 0.0001$ deutlich nachweisbar, ohne dass es eine Wechselwirkung mit dem BMI ($p = 0,601$) gab.

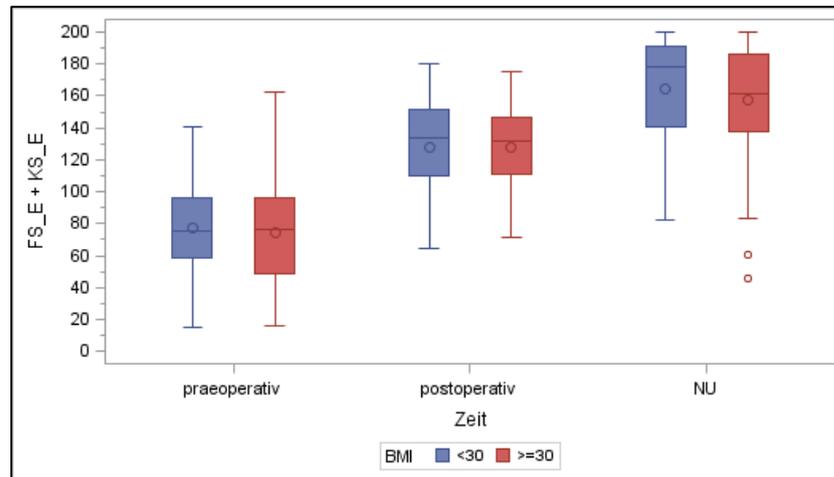


Abb. 11: Gruppenvergleich des Gesamtscores des Knie Society Scores im zeitlichen Verlauf in Punkten

Sowohl die normalgewichtigen als auch die adipösen Patienten zeigten während der Studie eine deutliche Verbesserung des Knie Society Scores (**Tab. 14**). Für die prozentuale Verbesserung des Knie-Scores und des Gesamtscores zeigten sich nahezu identische Werte in beiden Gruppen. Lediglich im Funktions-Score zeigte sich eine Tendenz zu einer geringeren Verbesserung in Gruppe 2.

Verbesserung des KSS (in Prozent)	Gesamt (n=100)	Gruppe 1	Gruppe 2
		BMI < 30 (n=40)	BMI ≥ 30 (n=60)
Δ KS (präoperativ – NU)	+ 349.49	+ 348.16	+ 346.09
Δ FS (präoperativ – NU)	+ 151.20	+ 152.53	+ 150.24
Δ KKS (präoperativ – NU)	+ 212.26	+ 211.45	+ 212.84

Tab. 14: Gruppenvergleich der prozentualen Verbesserung des KSS von präoperativ zur Abschlussuntersuchung

4.3.3 WOMAC

Es zeigte sich im Gesamtkollektiv eine signifikante Verbesserung des WOMAC von präoperativ durchschnittlich 145 Punkte auf 65 Punkte zur Abschlussuntersuchung, was einer signifikanten Steigerung der Patientenzufriedenheit entspricht.

Im Gruppenvergleich zeigte sich bei den normalgewichtigen Patienten mit durchschnittlich 140 Punkte ein nicht signifikant niedriger präoperativer Gesamtscore als in Gruppe 2 mit 148 Punkte (**Anlage 4**). Zur Abschlussuntersuchung lag der Gesamtscore im Mittel in Gruppe 1 bei 61 Punkte und in Gruppe 2 bei 68 Punkte (**Abb.12**).

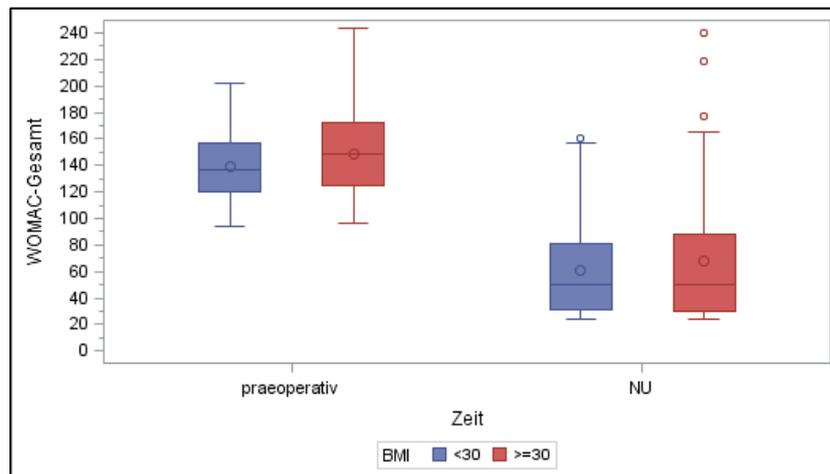


Abb. 12: Gruppenvergleich des Gesamtscores des WOMAC im zeitlichen Verlauf in Punkte

In der Kategorie „Schmerz“ zeigte sich für alle Studienteilnehmer eine signifikante Reduktion der Werte von präoperativ im Mittel 31 Punkte auf 12 Punkte. Wie **Abbildung 13** zeigt, konnten keine relevanten Unterschiede zwischen der Gruppe der normalgewichtigen und der adipösen Patienten gefunden werden.

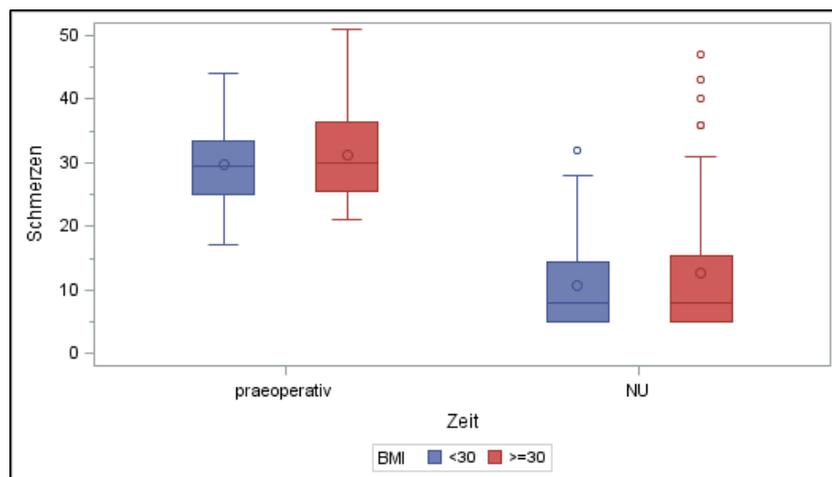


Abb. 13: Gruppenvergleich der Kategorie „Schmerz“ im zeitlichen Verlauf in Punkte

In der Kategorie „Steifigkeit“ zeigte sich für das Gesamtkollektiv ebenfalls eine signifikante Verbesserung der Werte von durchschnittlich 9 Punkte auf 5 Punkte. Ein Zusammenhang mit dem präoperativem BMI ist auch hier nicht gegeben (**Abb. 14**).

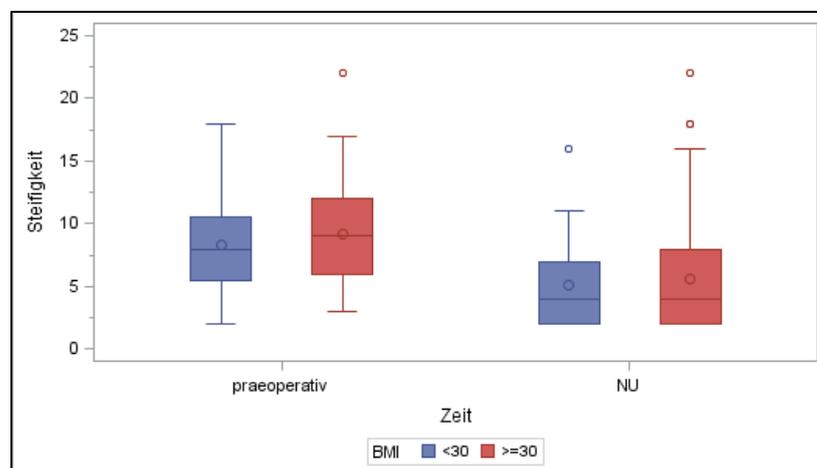


Abb. 14: Gruppenvergleich der Kategorie „Steifigkeit“ im zeitlichen Verlauf in Punkte

In der Kategorie „Funktionalität“ zeigte sich ebenfalls für alle Patienten eine signifikante Reduktion der Werte von präoperativ im Mittel 105 Punkte auf 48 Punkte zur Abschlussuntersuchung. In der Gruppe 2 zeigte sich ein nicht signifikant höherer präoperativer durchschnittlicher Ausgangswert mit im Mittel 148 Punkte als in Gruppe 1 mit 140 Punkte (**Abb. 15**).

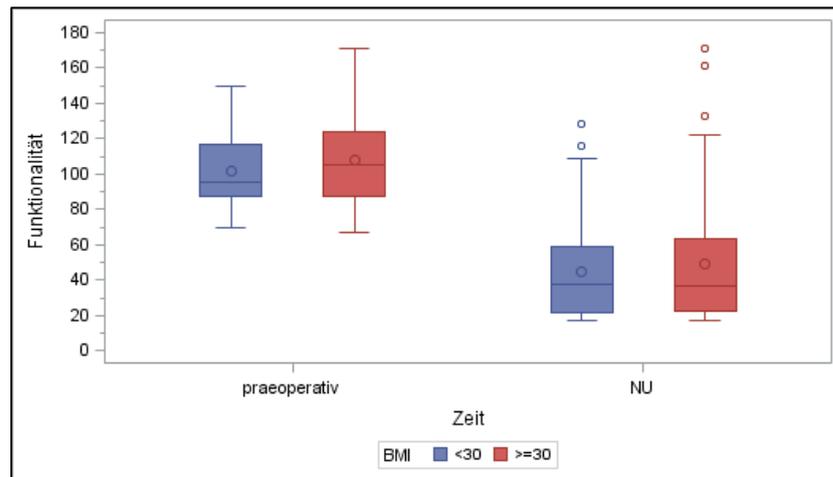


Abb. 15: Gruppenvergleich der Kategorie „Funktionalität“ im zeitlichen Verlauf in Punkte

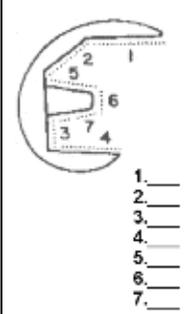
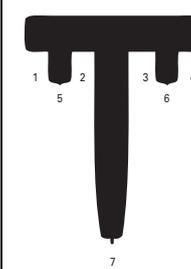
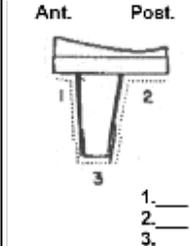
4.4 Radiologische Auswertung

Die radiologische Beurteilung erfolgte an konventionellen Röntgenaufnahmen, welche auf Lysesäume, Migration und Sinterung untersucht wurden.

Radiologische Lysesäume

Das Vorhandensein von Lysesäumen zur Abschlussuntersuchung wurde in insgesamt 28,0 % der Fälle (n=100) beobachtet. Davon entfielen 42,9 % auf Gruppe 1 und 57,1 % auf Gruppe 2. Die Ausdehnung der Lysesäume war bei neun Patienten mit unter 1 mm als gering einzuschätzen. Bei 15 Patienten lagen Defekte von > 1 mm bis zu einem Ausmaß von 2 mm vor. Läsionen > 2 mm wurden bei vier Patienten detektiert. In 11 Fällen war ausschließlich die Femurkomponente, in acht Fällen nur die Tibiakomponente und in neun Fällen beide Prothesenkomponenten betroffen. Bei neun Patienten lagen Lysesäume in zwei oder mehr Zonen einer Komponente vor. Die am häufigsten betroffenen

Bereiche waren Zone 1 und 4 des Femurs in der seitlichen Projektion, Zone 1 und 4 in der a.p. und Zone 1 in der seitlichen Projektion der Tibia. Die exakte Verteilung der Lysesäume zeigt **Tabelle 15**.

	Ausmaß	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7
	< 1 mm	8	0	0	5	0	0	0
	1-2 mm	11	1	0	1	0	0	0
	> 2 mm	0	0	0	0	0	0	0
	Gesamt	19	1	0	6	0	0	0
	< 1 mm	6	0	0	2	0	0	0
	1-2 mm	4	3	4	3	0	0	0
	> 2 mm	0	0	0	0	0	0	0
	Gesamt	10	3	4	5	0	0	0
	< 1 mm	3	1	0				
	1-2 mm	5	2	0				
	> 2 mm	0	0	0				
	Gesamt	8	3	0				

Tab. 15: Ausmaß, Verteilung und Anzahl der Lysesäume an den abgebildeten Komponenten

Nach der von der Knee Society vorgegebenen Bewertung ^[21] ergab sich, dass bei 26 Patienten der Summenscore der gemessenen Lysesäume ≤ 4 lag und somit als unauffälliger Befund einzuschätzen ist. Bei zwei Patienten zeigte sich

ein Summenscore von 7 und 9. Diese Patienten sollten engmaschig auf eine Progredienz untersucht werden, da bei diesen Studienteilnehmern ein erhöhtes Risiko einer Prothesenlockerung besteht. Kein Patient wies einen Summenscore von ≥ 10 auf, was mit einer Prothesenlockerung gleichzusetzen ist.

In keiner Gruppe wurden progrediente Lysesäume beobachtet.

Bei keiner Prothese wurde eine Migration oder Sinterung der femoralen und/oder tibialen Komponente beobachtet.

Bei 48 Knieendoprothesen wurde eine Distanz des Femurschildes in Zone 1 der Femurkomponente nachgewiesen. Dies ist nicht als Lysesaum, sondern als stärkere Flexion des Femurschildes zu werten. Durchschnittlich betrug die Distanz zwischen der Femurkomponente und dem Knochen 2,1 mm, der Mindestwert war 0,5 mm und der Höchstwert 6 mm.

Insgesamt zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten im Vorkommen von Lysesäumen ($p = 0,755$).

5. Diskussion

Die Indikation für den Oberflächenersatz bei dritt- und viertgradiger Gonarthrose resultiert aus persistierenden Gelenkschmerzen, einer limitierten Gehstrecke, einer möglichen Achsfehlstellung mit zunehmender Gelenkinstabilität sowie einem progredienten radiologischen Befund ^[27]. Die Risikoabschätzung einer Elektivoperation umfasst neben der Bewertung des Narkoserisikos insbesondere die Wahrscheinlichkeit chirurgischer Komplikationen. Zu den zahlreichen Komorbiditäten einer immer älter werdenden aktiven Bevölkerung muss man zwingend auch die Adipositas zählen, da diese mit zusätzlichen Risiken assoziiert ist ^[10; 51]. Adipositas, von der Weltgesundheitsbehörde als BMI ≥ 30 kg/m² definiert, ist zu einer weltweiten Epidemie geworden ^[74]. Sie ist eng mit dem Auftreten einer Osteoarthrose im Kniegelenk assoziiert, weshalb adipöse Patienten schon im jüngeren Alter dazu neigen, eine symptomatische Gonarthrose auszubilden und folglich auch ein eventueller Kniegelenkersatz früher als bei Normalgewichtigen implantiert werden muss ^[32]. Das ist unter anderem ein Erklärungsansatz für die steigenden Zahlen von Knieendoprothesen in immer jüngeren Altersgruppen ^[22; 39; 52].

Die körperliche Inaktivität aufgrund einer schmerzhaften Gelenkdestruktion begrenzt in den meisten Fällen die präoperative Gewichtsabnahme ^[36]. Eine alleinige Umstellung der Ernährungsgewohnheiten ohne körperliche Bewegung ist oft nicht zielführend.

Die Beratung von Patienten mit Adipositas und der Indikation zum Kniegelenkersatz wird in der Praxis immer häufiger und stellt den Operateur vor eine schwierige Entscheidung, da bekannt ist, dass Gelenkeingriffe bei steigendem BMI ein erhöhtes Komplikationsrisiko besitzen ^[25].

Wir führten diese prospektive Studie durch, um den Einfluss einer vorbestehenden Adipositas auf die klinischen, funktionellen und radiologischen Ergebnisse nach Versorgung mit einer speziellen Knieendoprothese vom Typ

MRK zu evaluieren. Diese Knieendoprothese ist langjährig in Gebrauch und mit einer hohen Patientenzufriedenheit assoziiert ^[35; 49]. Unsere Studie hat gezeigt, dass es bei den adipösen Patienten postoperativ signifikant häufiger zu oberflächlichen Wundheilungsstörungen gekommen ist. Zudem fanden wir heraus, dass es bei den normalgewichtigen Studienteilnehmern postoperativ zu einer Steigerung des mittleren BMI um 3,4 % kam, bei den adipösen Patienten zeigte sich ein Rückgang um 0,9 %. Wir konnten jedoch mittelfristig keine signifikanten Unterschiede im ROM, in den Untergruppen des KSS und im WOMAC im Gruppenvergleich feststellen. Auch konnte kein Zusammenhang zwischen einer bestehenden Adipositas und einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Lysesäumen hergestellt werden. Es zeigte sich in allen Scores im Vergleich von präoperativ zur Abschlussuntersuchung eine signifikante Verbesserung der Ergebnisse.

Das Alter der Studienteilnehmer zeigte sich mit einem Durchschnitt von 67 Jahren vergleichbar mit der internationalen aktuellen Studienlage ^[60; 75]. Die Gruppe der adipösen Patienten war mit 65,95 Jahren durchschnittlich 2,47 Jahre jünger als die normalgewichtigen Patienten mit 68,42 Jahren. Während sich die männlichen Patienten auf Gruppe 1 und 2 in etwa gleich verteilten (47,4% vs. 52,5%), waren mit 64,5 % deutlich mehr Frauen in Gruppe 2 als in Gruppe 1 mit 35,5 %. Wir fanden somit heraus, dass adipöse Patienten tendenziell eher jünger und weiblich waren. Diese Aussage deckte sich mit der Datenlage der Literatur ^[14; 15; 18; 29; 48].

Insgesamt waren 92,0 % der Patienten dieser Studie laut WHO übergewichtig oder adipös. Was deutlich über dem Durchschnitt der in der Europäischen Union lebenden Personen über 18 Jahren ist (51,6 % im Jahr 2014) ^[20]. Jedoch ist bekannt, dass Übergewicht und Adipositas unter den Patienten, die einen orthopädischen Eingriff wie eine Knieendoprothese erhalten, überrepräsentiert ist ^[9; 56]. Der Anteil der adipösen Patienten in der vorliegenden Arbeit betrug

60,0 %, was auch deutlich über dem bundesdeutschen Durchschnitt von 16,9 % liegt ^[20]. Jedoch zeigten auch Dowsey et al., dass unter den 521 Patienten, die eine Knieendoprothese zwischen 2006 und 2007 erhielten, 60,8 % der Studienteilnehmer adipös waren ^[18].

Der mittlere präoperative BMI war in Gruppe 1 mit 26,79 kg/m² und in Gruppe 2 mit 36,60 kg/m² vergleichbar mit ähnlichen Studien wie der von Foran et al ^[25]. Es fanden sich in der aktuellen Literatur einige Studien, welche die adipösen Patienten in weitere zwei Gruppen unterteilten. Die erste Gruppe wurde von Patienten mit einem BMI zwischen 30 und 40 kg/m² gebildet und die zweite Gruppe enthielt die Patienten mit einem BMI ≥ 40 kg/m². Für die zuletzt genannte Patientengruppe wurden in den meisten Studien schlechtere Ergebnisse im Outcome nach primärer Knieendoprothetik beschrieben ^[25; 51; 60; 62]. Für eine statistisch aussagekräftige Betrachtung von Patienten mit einem BMI zwischen 30 und 40 kg/m² und ≥ 40 kg/m² war unser Patientenkollektiv nicht groß genug. In unserer Studie hatten insgesamt 12,0 % der Patienten einen BMI ≥ 40 kg/m², von denen 75,0 % weiblichen Geschlechtes sind. Das Durchschnittsalter bei der Operation betrug bei diesen Studienteilnehmern 65,09 Jahre und die mittlere Krankenhausverweildauer lag bei 10,17 Tagen und unterschied sich in unserer Studie nicht von den Patienten mit einem BMI < 30 und ≥ 30 kg/m².

Zur Abschlussuntersuchung zeigte sich bei den normalgewichtigen Patienten eine Steigerung des mittleren BMI um 3,4 % auf 27,70 kg/m², wohingegen es bei den adipösen Patienten zu einem Rückgang um 0,9 % auf 36,25 kg/m² kam. Die in der Gruppe 2 zu erwartende signifikante Gewichtsreduktion nach Knieprothesenversorgung durch eine Zunahme der Aktivität blieb aber aus. Die Daten stehen in Übereinstimmung mit Studien, welche den Effekt, dass übergewichtige und adipöse Patienten nach Knieendoprothetik befähigt sind Gewicht zu verlieren, in Frage stellen ^[17; 34]. Eine Studie von Lachiewicz et al.

porträtierte, dass nur 17,0 % der Patienten zwei Jahre nach Knieendoprothesenversorgung Gewicht reduzieren konnten ^[46].

In der aktuellen Literatur variieren die Angaben darüber, ob Patienten mit Adipositas eine längere Krankenhausverweildauer haben als Normalgewichtige. Bradley et al. beschrieben in ihrer Arbeit, dass es bei einer Zunahme des BMI um einen Punkt zu einer Verlängerung der Krankenhausaufenthaltsdauer um einen Faktor von 2,9 % kommt ^[11; 45]. Woon et al. wiesen hingegen für Patienten mit einem BMI ≥ 30 kg/m² eine kürzere Krankenhausaufenthaltsdauer und eine höhere Rate an Entlassungen in die Häuslichkeit als bei Normalgewichtigen nach ^[75]. Deakin et al. konnten zwischen Normalgewichtigen und Adipositaspatienten keinen Unterschied in der Liegedauer finden, jedoch in der Gruppe der krankhaft adipösen Patienten zeigte sich eine signifikante Verlängerung der Liegezeit um einen Tag ^[15; 40]. In dieser Studie konnte mit einer durchschnittlichen Krankenhausverweildauer von 10,28 Tagen bei den Normalgewichtigen und 10,08 Tagen bei den adipösen Patienten kein Unterschied gefunden werden. Somit konnten wir keinen Einfluss des präoperativen BMI auf die Liegedauer nachweisen. Ein Grund dafür könnte die DRG-standardisierte Liegedauerstrategie der Krankenhäuser sein. Da alle Patienten ein standardisiertes peri- und postoperatives Procedere durchlaufen haben, ist davon auszugehen, dass adipöse Patienten im gleichen Maße von der frühen Mobilisation und Rehabilitation profitierten. Da die adipösen Patienten im Durchschnitt jünger waren, hatte man vermuten können, dass es aufgrund von einer höheren präoperativen Aktivität zu einer kürzeren Krankenhausverweildauer in dieser Gruppe kommen könnte, was jedoch nicht nachgewiesen werden konnte.

Die Operationszeit war mit 73,25 Minuten in Gruppe 1 und 74,02 Minuten in Gruppe 2 vergleichbar. Dowsey et al. fanden ebenfalls keinen Unterschied in der Operationszeit zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten ^[18]. Bradley

et al. postulierten hingegen in ihrer Studie, dass es für jeden Anstieg des BMI um einen Punkt zu einer Zunahme der Operationszeit um 1,46 Minuten kommt. In unserer Studie war die Vergleichbarkeit der Daten sehr hoch, da 85,0 % der Patienten vom Hauptoperator (Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie sowie spezieller orthopädischer Chirurg) und 15,0 % von zwei weiteren erfahrenen Operateuren durchgeführt wurden.

Adipöse Patienten haben häufig multiple Komorbiditäten, wie die koronare Herzerkrankung und ein metabolisches Syndrom, was die arterielle Hypertonie, Hyperlipidämie, Adipositas und Diabetes mellitus Typ II einschließt ^[1].

In der Gruppe der adipösen Patienten fanden wir mit 46,7 % der Patienten einen signifikant größeren Anteil an Typ II Diabetikern als in Gruppe 1 mit 12,5 %. Diese Ergebnisse decken sich mit anderer Studien ^[10; 18; 25; 75]. Rheumatische Erkrankungen fanden sich hingegen signifikant häufiger bei normalgewichtigen Patienten. Es gibt Hinweise, dass ein hoher BMI das Risiko der Entwicklung einer rheumatoiden Arthritis steigert ^[59], wofür wir aber in dieser Studie keine Anhaltspunkte fanden.

Bezüglich der Häufigkeit von Voroperationen des betroffenen Gelenkes gab es zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten keine Unterschiede. Ob es grundsätzlich bei voroperierten Kniegelenken ein schlechtes klinisches und funktionelles Outcome gibt, wurde im Rahmen dieser Studie nicht näher untersucht.

Die Ansicht, dass adipöse Patienten ein gesteigertes Risiko für perioperative Komplikationen aufweisen, wird in der Literatur häufig vertreten, muss aber im Kontext betrachtet werden. Die Risikobewertung der Adipositas wird durch die Tatsache beeinflusst, dass eine Adipositas selten isoliert auftritt und häufig mit anderen Komorbiditäten, wie z. B. Diabetes mellitus, koronare Herzerkrankung, arterieller Hypertonus, Hyperlipidämie und dem Schlafapnoesyndrom assoziiert

ist, welche auch unabhängig von einer Adipositas zu einem erhöhten perioperativen Risiko führen können ^[1]. Wir konnten in dieser Studie ein höheres Risiko für das Auftreten von oberflächlichen Wundheilungsstörungen bei adipösen Patienten nachweisen. Für Reoperationen (Mobilisation in Narkose oder sekundärer Retropatellarersatz) oder Revisionen jeglicher Art wurde kein erhöhtes Risiko für die Gruppe 2 festgestellt. Das steht im Einklang zur aktuellen Evidenz der Literatur, die besagt, dass Wundheilungsstörungen sowie oberflächliche und tiefen Infektionen signifikant häufiger bei steigendem BMI auftraten. Kerkhoffs et al. zeigten in einer Metaanalyse von insgesamt 20 Studien, eine Odd Ratio von 1,9 für oberflächliche und 2,38 für tiefe Infektionen sowie eine höhere Revisionsrate jeder Art bei Patienten mit einem BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ im Vergleich zu Normalgewichtigen ^[44]. Auch Si et al. fanden in einer Metaanalyse für adipöse Patienten ein erhöhtes Risiko für Revisionen, oberflächliche Wundinfektionen und das Auftreten von tiefen Beinvenenthrombosen in einem Untersuchungszeitraum ≥ 5 Jahre ^[60]. Electricwala et al. konnten in einer retrospektiven Studie mit 666 primären Knieprothesen einen signifikant kürzeren Zeitraum bis zur Revision bei Patienten mit erhöhtem BMI aufzeigen. Des Weiteren wurde in dieser Studie eine signifikante Erhöhung der frühen Revisionsrate für Infektionen bei Patienten mit einem erhöhten BMI im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten nachgewiesen. Es ergab sich aber keine signifikante Zunahme für die frühe, mittelfristige oder späte Revision für aseptische Lockerungen und/oder Osteolysen, Instabilität, Steifheit oder andere Ursachen zwischen Normalgewichtigen und Patienten mit erhöhtem BMI ^[19]. Es fanden sich aber auch einige Arbeiten in der Literatur, welche keinen Unterschied in der Gesamtkomplikationsrate zwischen Normalgewichtigen und Adipositaspatienten finden konnten ^[3; 14; 40].

Insgesamt zeigten 7,0 % des Gesamtkollektives postoperativ persistierende retropatellare Schmerzen. Es wurden aufgrund von retropatellaren Schmerzen mit 8,3 % etwas mehr adipöse Patienten sekundär mit einem Retropatellarersatz

versorgt als in der Vergleichsgruppe mit 5,0 %. Dieses Ergebnis wird durch die Untersuchung von Stern et al. unterstützt, welche das Outcome von 257 Knieprothesen bei 187 Patienten mit einem durchschnittlichen Follow-up von vier Jahren untersuchten und eine postoperativ höhere Prävalenz für retropatellare Schmerzen bei adipösen Patienten fanden ^[66]. Jedoch konnten zahlreiche Autoren den Einfluss des BMI auf die Entstehung eines vorderen Knieschmerzes nach primärer Knieendoprothetik nicht signifikant nachweisen ^[25; 30; 70].

Für die postoperative Mobilisation in Narkose konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden. In der Gruppe der Normalgewichtigen erhielten 12,5 % der Patienten eine Mobilisation in Narkose und bei den Patienten mit einem BMI ≥ 30 kg/m² waren es 8,3 %. Gadinsky et al. konnten in ihrer Studie für einen ansteigenden BMI höhere Raten an Mobilisationen in Narkose nachweisen ^[28].

Aufgrund der Ergebnisse dieser Studie und der aktuellen Studienlage sehen wir es als erforderlich an, adipöse Patienten im Detail über das erhöhte Risiko von möglichen Komplikationen bei ansteigendem BMI zu informieren.

Der verwendete Knee Society Score ist ein etabliertes Verfahren zur Erfassung von Daten nach endoprothetischem Ersatz des Kniegelenkes und wurde in dieser Arbeit zur Bewertung der klinischen Ergebnisse genutzt. Die Zuverlässigkeit wurde durch Liow et al. untersucht ^[47]. Im Knee Society Score sind die Bewegungsumfänge mit integriert. In einer separaten Betrachtung in der vorliegenden Arbeit konnten keine signifikanten Unterschiede in den Ergebnissen für den ROM, die Flexionsfähigkeit und ein eventuell bestehendes Extensionsdefizit zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten festgestellt werden und somit kein Einfluss des BMI nachgewiesen werden. Eine Verbesserung der jeweiligen Parameter über die Zeit war in beiden Gruppen

signifikant. Im gesamten Patientenkollektiv kam es nach der Implantation eines MRK zu einer Verbesserung des ROM von präoperativ durchschnittlich 95° auf 116° nach im Mittel 20 Monaten. Ergebnisse aus Arbeiten, welche sich mit dem Outcome des gleichen Prothesentypen beschäftigten, zeigten vergleichbare Bewegungsumfänge ^[35; 49]. Mit unseren Daten können wir aber nicht endgültig abschätzen, wie lange die Verbesserung der Werte für den ROM und die Flexion anhält, wann das Optimum zu erwarten ist und ob es einen Zeitpunkt gibt, an dem die Werte sich wieder verschlechtern beziehungsweise sich in beiden Gruppen unterschiedlich entwickeln. Im Gegensatz zu unseren Ergebnissen fanden Jarvenpaa et al. in ihrer Studie mit 52 Knieendoprothesen und einem mittleren Follow-up von 10,8 Jahren für adipöse Patienten signifikant schlechtere Ergebnisse für den ROM im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten (104,6° vs. 109,6°; $p = 0,016$) ^[40]. Auch Gadinsky et al. konnten für steigende BMI-Werte einen signifikant schlechteren ROM sowohl präoperativ als auch 3 Jahre postoperativ nachweisen. Des Weiteren zeigten sich für Frauen signifikant schlechtere Werte für den Bewegungsumfang, obwohl es keine signifikanten Unterschiede zwischen dem BMI von Männern und Frauen gab. Es wurde auf die unterschiedliche Fettverteilung zwischen den Geschlechtern verwiesen, da Männer häufig zu einer körperstammbetonten Fettverteilung neigen und Frauen hingegen mehr Körperfett an den Hüften und der unteren Extremität anlagern ^[72]. Sie schlussfolgerten, dass die Kombination aus weiblichem Geschlecht und einem erhöhten BMI ein zuverlässiger Prädiktor für eine schlechtere Flexion nach Knieprothesenversorgung sein kann ^[28].

In der aktuellen Literatur deutet sich eine Evidenz an, dass Adipositas einen negativen Einfluss auf das klinische und funktionelle Outcome nach primärer Knieprothesenversorgung hat, aber es gibt weder festgelegte Grenzwerte noch eine einheitliche Studienlage. Größere Übereinstimmungen gibt es darüber, dass ein BMI $> 40 \text{ kg/m}^2$ ein schlechteres klinisches und funktionelles Outcome verursacht ^[25; 51; 60; 62]. Viele der aktuellen Arbeiten und Reviews können im

Gruppenvergleich von Patienten mit einem BMI $< 30 \text{ kg/m}^2$ und $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ keinen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen des häufig verwendeten Knee Society Scores einschließlich seiner Untergruppen Knie-Score und Funktions-Score nachweisen [3; 16; 33; 44; 51; 60; 62]. Es ließ sich in den meisten Arbeiten für die adipösen Patienten lediglich eine Tendenz zu schlechteren postoperativen Ergebnissen vor allem im Funktions-Score und/oder eine geringere Verbesserung im KSS nachweisen. Je länger der Untersuchungszeitraum gewählt wurde, desto eher zeigten sich signifikant schlechtere Ergebnisse für die Patienten mit einem BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$. Collins et al. beschrieben in ihrer prospektiven Studie mit 445 Prothesen und einem mittleren Untersuchungszeitraum von neun Jahren, dass Adipositas einen geringen aber signifikanten negativen Effekt auf das klinische und funktionelle Ergebnis hatte. Insbesondere Patienten mit einem BMI $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ wiesen im Vergleich zu Normalgewichtigen einen niedrigeren Funktions-Score auf. Diese Ergebnisse werden auch durch andere Studien belegt [30; 38; 40]. Insgesamt wurde aber sowohl bei Normalgewichtigen sowie auch bei Adipositaspatienten eine signifikante Verbesserung der klinischen und funktionellen Ergebnisse des KSS beobachtet [14]. Auch Foran et al. zeigten in ihrer Studie mit 78 Endoprothesen bei 68 adipösen Patienten und einer gleichgroßen Vergleichsgruppe mit einem mittleren Follow-up von 80 Monaten für die adipösen Patienten einen niedrigeren KSS [26]. Bei den meisten dieser Studien handelt es sich um retrospektive Studie, in denen alle Patienten eingeschlossen wurden, welche in einem Jahr oder in einer Einrichtung eine beliebige Knieendoprothese erhalten haben. Somit zeigte sich das Kollektiv sehr heterogen. In der vorliegenden Studie besteht eine hohe Vergleichbarkeit der Daten. Wir konnten in beiden Patientengruppen eine signifikante Verbesserung des Knie- und Funktions-Scores im Vergleich von prä- zu postoperativ und jeweils noch eine Steigerung postoperativ zur Abschlussuntersuchung nachweisen. Es zeigte sich jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen des Knie-Score und des Funktions-Score zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten. Es

deutet sich jedoch ein negativer Trend in den Ergebnissen des Funktions-Scores nach durchschnittlich 20 Monate bei den adipösen Patienten an.

Die Patientenzufriedenheit wurde in dieser Arbeit durch den WOMAC bewertet und zeigte zur Abschlussuntersuchung für das Gesamtkollektiv eine signifikante Verbesserung der Ergebnisse in allen Kategorien. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten nachgewiesen. Aber es konnte wie auch beim Funktions-Score eine Tendenz zu schlechteren Ergebnissen bei den adipösen Patienten aufgezeigt werden. Diese Ergebnisse werden von den Daten von O'Neill et al. unterstützt, die ebenfalls in Untersuchungen an 21180 primären Knieendoprothesen und einer mittleren Untersuchungszeit von 19,3 Monaten keinen Einfluss des BMI auf den WOMAC nachweisen konnten. Jedoch differierte die Gruppeneinteilung in dieser Studie von unserer, da die BMI-Grenze zur Adipositas mit $> 25 \text{ kg/m}^2$ angenommen wurde ^[56]. Auch Stickles et al. fanden keine Unterschiede im WOMAC zwischen Patienten mit einem BMI $< 30 \text{ kg/m}^2$ und $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ nach einem Jahr postoperativ ^[67]. Dem gegenüber stehen die Ergebnisse von Jarvenpaa et al., die nach durchschnittlich 10,8 Jahren signifikant höhere Werte für die Untergruppen des WOMAC bei adipösen Patienten nachwiesen und somit eine schlechtere Patientenzufriedenheit feststellten ^[40].

Die Auswertung der angefertigten Bildgebung erfolgte nach dem Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System ^[21]. In der vorliegenden Studie wurden bei allen Patienten beide Komponenten zementiert. In insgesamt 28,0 % der Fälle (n=100) konnten geringe, nicht progrediente Lysesäume an der Zement-Knochen-Grenze festgestellt werden. In nur drei Fällen war die Ausdehnung größer als 4 mm. In diesen Fällen zeigten sich jedoch sehr gute bis gute Ergebnisse nach dem Knee Society Score wie auch eine hohe subjektive Patientenzufriedenheit gemessen am WOMAC. In keinem Fall fanden sich Prothesenlockerungen, Osteolysen oder Lysesäume

≥ 10 mm, welche als mögliches Prothesenversagen zu werten wären^[21]. In den von uns erhobenen Daten konnte kein Unterschied im Auftreten von Lysesäumen zwischen normalgewichtigen und adipösen Patienten festgestellt werden. Der Einfluss der Adipositas als patientenbezogener Faktor auf das Vorkommen von Lysesäumen und aseptischer Prothesenlockerung ist in der Literatur umstritten. Eine einheitliche Studienlage über signifikant schlechtere postoperative Ergebnisse oder erhöhte Lockerungsraten liegt nicht vor. Eine Korrelation zwischen dem BMI der Patienten und dem Auftreten von Lysesäumen konnte nicht gefunden werden, was auch unsere Untersuchungen bestätigen^[19; 25; 33; 38; 51]. Griffin et al., welche eine höhere Rate von kleinen nicht-progressiven Lysesäumen bei adipösen Patienten feststellten, konnten nach 10 Jahren keine Unterschiede in der Revisionsrate im Vergleich zu Normalgewichtigen finden^[30]. Es scheint sich hingegen eine höhere Rate an Lysesäumen bei Patienten mit einem BMI von > 40 kg/m² abzuzeichnen^[62], aber weitere Untersuchungen mit größeren Fallzahlen und längeren Untersuchungszeiträumen sollten erfolgen.

Mannan et al. untersuchten, unabhängig vom BMI, die klinischen und radiologischen Ergebnisse von 228 MRK-Prothesen nach durchschnittlich sechs Jahren. Die 10-Jahres-Überlebensrate mit dem Endpunkt aseptische Lockerung wurde mit 98,4 % angegeben. Es erfolgten drei Revisionen aufgrund einer aseptischen Lockerung, wovon zwei während des ersten Jahres aufgrund einer inadäquaten initialen Zementierung. In 29,0 % der Fälle zeigten sich zur Abschlussuntersuchung nicht-progrediente Lysesäume vorrangig in Zone 1 des Femurs und Zone 1 und 4 für die Tibia a.p. sowie Zone 1 für die Tibia im lateralen Strahlengang^[49]. Diese Ergebnisse decken sich mit den Daten dieser Studie.

Es gibt neben dem BMI multiple Faktoren, welche die Ergebnisse beeinflussen können. Da im Rahmen dieser Arbeit nicht alle Faktoren berücksichtigt werden konnten, haben wir einige Einflussfaktoren wie Geschlecht und Alter

stichprobenartig statistisch geprüft. Für diese patientenbezogenen Faktoren konnte kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden.

Einige Ergebnisse in unserer Studie sind durch die begrenzte Anzahl an Patienten limitiert. So konnten die Patienten in den BMI-abhängigen Gruppen nicht direkt nach dem Geschlecht gepaart werden, da es mehr übergewichtige Frauen im Kollektiv gab als Männer. Jedoch reflektiert das Studienkollektiv die Geschlechtsverteilung, den Altersdurchschnitt sowie das Gewichtsprofil der Bevölkerung in der Börderegion Sachsen-Anhalts.

Kritisch ist der relativ kurze Untersuchungszeitraum von im Durchschnitt 20 Monaten anzumerken, der ein Grund dafür sein könnte, dass wir keine signifikanten Unterschiede zwischen den Patientengruppen finden konnten. Eventuell würde sich im zeitlichen Verlauf ein signifikant negativer Unterschied zu Ungunsten der adipösen Patienten im Funktions-Score zeigen.

Neben dem BMI gibt es noch viele Einflussfaktoren, welche auf die Ergebnisse einwirken (Alter, Geschlecht, Aktivitätsgrad, psychische Verfassung u.a.). Im Rahmen dieser Arbeit konnten aber nicht alle Faktoren berücksichtigt werden.

Bei der radiologischen Auswertung erfolgte keine Messung der Beinachse, da zum Zeitpunkt der Studiendurchführung eine Ganzbeinaufnahme noch nicht verpflichtend war und aus technischen Gründen die Durchführung sich als unmöglich erwies.

Nicht nur in Anbetracht der klinischen und funktionellen Ergebnisse nach Knieprothesenversorgung, sondern auch aufgrund der zu erwartenden Langzeitauswirkung einer Adipositas auf den gesamten Organismus, erscheint es sinnvoll, adipösen Patienten in Vorfeld der Versorgung mit einer primären Knieendoprothese eine Gewichtsreduktion dringend anzuraten. Es stellt sich die Frage, wie der Chirurg in der Praxis mit Patienten mit hohem bzw. sehr hohem BMI verfahren soll, die es aus eigener Kraft nicht schaffen, ihr Gewicht zu

reduzieren. Sollen die Patienten dann nach intensiver Aufklärung über erhöhte peri- und postoperative Risiken trotzdem eine Knieendoprothese erhalten oder empfiehlt man die vorherige Vorstellung in einem Zentrum für Adipositasmedizin? Nearing et al. verglichen 2017 in einer Studie adipöse Patienten, welche sich entweder vor oder nach dem Kniegelenksersatz einem adipositaspezifischen Eingriff unterzogen. Die Studie schloss 102 Patienten ein und es konnte eine Abnahme der OP-Zeit und der Krankenhausverweildauer für diejenigen Patienten aufgezeigt werden, welche sich vor dem Erhalt einer Knieendoprothese einem adipositaschirurgischen Eingriff unterzogen haben. Des Weiteren hatten diese Patienten vor dem Eingriff und ein Jahr danach einen niedrigeren BMI. Die postoperative Komplikationsrate war in beiden Gruppen jedoch gleich. Angaben über einen optimalen Zeitpunkt der Adipositaschirurgie vor der Versorgung des Kniegelenkes, sind noch nicht etabliert ^[54]. Andere Daten deuten darauf hin, dass adipöse Patienten, die einen erheblichen Anteil an Körpergewicht präoperativ verloren, eine höhere Rate an chirurgischen Infektionen im Vergleich zu Kontrollgruppen hatten ^[36]. Diese Daten werfen interessante Fragen über die besten Strategien der Behandlung von Adipositaspatienten auf. Aber insgesamt ist die Evidenz in der Literatur über die Anwendung von Adipositaschirurgie vor dem Kniegelenksersatz noch begrenzt auf retrospektive Studien mit unterschiedlichen Ergebnissen. Weitere Untersuchungen sind in Bezug auf die perioperative Gewichtsreduktion erforderlich ^[63].

Wir schlussfolgern aus den erhobenen Daten dieser Studie, dass adipöse Patienten häufiger oberflächliche Wundheilungsstörungen aufweisen. Zudem fanden wir heraus, dass es bei normalgewichtigen Studienteilnehmer postoperativ zu einer Steigerung des mittleren BMI kam. Jedoch konnte mittelfristig weder ein geringerer Bewegungsumfang, noch schlechtere klinische, funktionelle und radiologische Ergebnisse bei Patienten mit einem BMI ≥ 30 kg/m² nachgewiesen werden. Eine Adipositas hat somit keinen

signifikanten Einfluss auf das mittelfristige klinische, funktionelle und radiologische Ergebnis nach primärer Versorgung mit einer Knieendoprothese vom Typ Medial Rotation Kniesystem.

Angesichts der substanziellen, nachhaltigen Linderung der Symptome nach MRK-Implantation in beiden Gruppen sehen wir keinen Grund, den Zugang zur Versorgung bei adipösen Patienten zu begrenzen.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden beobachteten prospektiven Studie wurden 100 primäre Knieprothesen vom Typ Medial Rotation Knee untersucht. Es wurde die Frage untersucht, ob adipöse Patienten im Gegensatz zu Normalgewichtigen postoperativ einen geringeren Bewegungsumfang sowie schlechtere klinische und funktionelle Ergebnisse in den angewandten Untersuchungsscores aufwiesen und ob sich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Lysesäumen in den radiologischen Verlaufskontrollen erhöht.

Für die Analyse wurden demographische Daten, Komplikationen, Revisionen sowie funktionelle Parameter erfasst, klinische Scores (Knee Society Score, WOMAC) erhoben und Röntgenaufnahmen anhand des Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System auf Lysesäume untersucht. Das Outcome der als normalgewichtig definierten Patienten ($BMI < 30$) wurde mit dem der laut WHO als adipös geltenden Patienten ($BMI \geq 30$) verglichen.

Es konnte nach durchschnittlich 20 Monaten kein signifikant negativer Einfluss eines präoperativen $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ auf das klinische und funktionelle Ergebnis nach primärer Implantation eines Medial Rotation Knee nachgewiesen werden. Jedoch ist eine negative Tendenz in der Funktionalität bei adipösen Patienten erkennbar.

Ein Zusammenhang zwischen einer bestehenden Adipositas und einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Lysesäumen konnte nicht hergestellt werden. Bei adipösen Patienten kam es postoperativ signifikant häufiger zu Wundheilungsstörungen. Zudem waren die Patienten mit einem $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ zum Zeitpunkt der Operation durchschnittlich 2,5 Jahre jünger als Normalgewichtige.

Schlussfolgend ist festzustellen, dass adipöse Patienten in gleichem Maß wie Normalgewichtige von der primären Versorgung mit einer Knieprothese vom Typ Medial Rotation Knee profitieren, allerdings sollten die Patienten über eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von postoperativen Komplikationen aufgeklärt werden.

7. Literaturverzeichnis

- [1] Allen SR: Total knee and hip arthroplasty across BMI categories: a feasible option for the morbidly obese patient. *J Surg Res.* 2. 215–217 (2012)
- [2] Amin A, Al-Taiar A, Sanghrajka AP, Kang N, Scott G: The early radiological follow-up of a medial rotational design of total knee arthroplasty. *Knee.* 3. 222–226 (2008)
- [3] Amin AK, Patton JT, Cook RE, Brenkel IJ: Does obesity influence the clinical outcome at five years following total knee replacement for osteoarthritis? *J Bone Joint Surg Br.* 3. 335–340 (2006)
- [4] Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften: S1-Leitlinie: Endoprothese bei Gonarthrose. 05/1997 [mit eingearbeitetem Addendum vom Juni 2009, zitiert am 12.05.2017]. URL: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-008_S1_Endoprothese_bei_Gonarthrose_2009_abgelaufen.pdf
- [5] Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW: Validation study of WOMAC: A health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol.* 12. 1833–1840 (1988)
- [6] Bellamy N: WOMAC Osteoarthritis Index User Guide.: Version V. Brisbane Australia (2002)
- [7] Bellocco R, Jia C, Ye W, Lagerros YT: Effects of physical activity, body mass index, waist-to-hip ratio and waist circumference on total mortality risk in the Swedish National March Cohort. *Eur J Epidemiol.* 11. 777–788 (2010)

- [8] Blagojevic M, Jinks C, Jeffery A, Jordan KP: Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 1. 24–33 (2010)
- [9] Bostman OM: Prevalence of obesity among patients admitted for elective orthopaedic surgery. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 10. 709–713 (1994)
- [10] Bozic KJ, Lau E, Ong K, Chan V, Kurtz S, Vail TP, Rubash HE, Berry DJ: Risk factors for early revision after primary TKA in Medicare patients. *Clin Orthop Relat Res*. 1. 232–237 (2014)
- [11] Bradley BM, Griffiths SN, Stewart KJ, Higgins GA, Hockings M, Isaac DL: The effect of obesity and increasing age on operative time and length of stay in primary hip and knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 10. 1906–1910 (2014)
- [12] Branca F, Nikogosian H, Lobstein T: Die Herausforderung Adipositas und Strategien zu ihrer Bekämpfung in der Europäischen Region der WHO: Zusammenfassung (E-Book). pp. 1-13. WHO Regionalbüro für Europa. Kopenhagen 2007. URL:http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/98247/E89858G.pdf?ua=1
- [13] Chesney D, Sales J, Elton R, Brenkel IJ: Infection after knee arthroplasty a prospective study of 1509 cases. *J Arthroplasty*. 3. 355–359 (2008)
- [14] Collins RA, Walmsley PJ, Amin AK, Brenkel IJ, Clayton RAE: Does obesity influence clinical outcome at nine years following total knee replacement? *J Bone Joint Surg Br*. 10. 1351–1355 (2012)
- [15] Deakin AH, Iyayi-Igbinovia A, Love GJ: A comparison of outcomes in morbidly obese, obese and non-obese patients undergoing primary total knee and total hip arthroplasty. *The Surgeon* (2016)

- [16] Deshmukh RG, Hayes JH, Pinder IM: Does body weight influence outcome after total knee arthroplasty? A 1-year analysis. *J Arthroplasty*. 3. 315–319 (2002)
- [17] Donovan J, Dingwall I, McChesney S: Weight change 1 year following total knee or hip arthroplasty. *ANZ J Surg*. 4. 222–225 (2006)
- [18] Dowsey MM, Liew D, Choong PFM: Economic burden of obesity in primary total knee arthroplasty. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 10. 1375–1381 (2011)
- [19] Electricwala AJ, Jethanandani RG, Narkbunnam R, Huddleston JI3, Maloney WJ, Goodman SB, Amanatullah DF: Elevated Body Mass Index Is Associated With Early Total Knee Revision for Infection. *J Arthroplasty*. 1. 252–255 (2017)
- [20] Eurostat-Pressestelle: Fast jeder sechste Erwachsene in der EU gilt als adipös: Der Anteil adipöser Menschen steigt mit dem Alter und sinkt mit steigendem Bildungsniveau. 10/2016 [zitiert am 18.04.2017].
URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7700903/3-20102016-BP-DE.pdf/70d4d04a-f24b-47dc-b69d-e3a677774480>
- [21] Ewald FC: The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop Relat Res*. 248. 9–12 (1989)
- [22] Falbrede I, Widmer M, Kurtz S, Schneidmuller D, Dudda M, Roder C: Verwendungsraten von Prothesen der unteren Extremität in Deutschland und der Schweiz: Ein Vergleich der Jahre 2005-2008. *Orthopade*. 9. 793–801 (2011)
- [23] Fehring TK, Odum SM, Griffin WL, Mason JB, McCoy TH: The obesity epidemic: its effect on total joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 6 Suppl 2. 71–76 (2007)

- [24] Felson DT, Anderson JJ, Naimark A, Walker AM, Meenan RF: Obesity and knee osteoarthritis. The Framingham Study. *Ann Intern Med.* 1. 18–24 (1988)
- [25] Foran JRH, Mont MA, Etienne G, Jones LC, Hungerford DS: The outcome of total knee arthroplasty in obese patients. *J Bone Joint Surg Am.* 8. 1609–1615 (2004)
- [26] Foran JRH, Mont MA, Rajadhyaksha AD, Jones LC, Etienne G, Hungerford DS: Total knee arthroplasty in obese patients: A comparison with a matched control group. *J Arthroplasty.* 7. 817–824 (2004)
- [27] Gademan MGJ, Hofstede SN, Vliet Vlieland TPM, Nelissen RGHH, Marang-van de Mheen PJ: Indication criteria for total hip or knee arthroplasty in osteoarthritis: a state-of-the-science overview. *BMC Musculoskelet Disord.* 1. 463 (2016)
- [28] Gadinsky NE, Ehrhardt JK, Urband C, Westrich GH: Effect of body mass index on range of motion and manipulation after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 8. 1194–1197 (2011)
- [29] Gandhi R, Wasserstein D, Razak F, Davey JR, Mahomed NN: BMI independently predicts younger age at hip and knee replacement. *Obesity (Silver Spring).* 12. 2362–2366 (2010)
- [30] Griffin FM, Scuderi GR, Insall JN, Colizza W: Total knee arthroplasty in patients who were obese with 10 years followup. *Clin Orthop Relat Res.* 356. 28–33 (1998)
- [31] Grimberg A, Jansson V, Liebs T, Melsheimer O, Steinbrück A: Endoprothesenregister Deutschland: Jahresbericht 2015. 2016 [zitiert am 20.04.2017]. URL: https://www.eprd.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/Berichte/EPRD-Jahresbericht_2015_FINAL_Web.pdf

- [32] Guenther D, Schmidl S, Klatte TO, Widhalm HK, Omar M, Krettek C, Gehrke T, Kendoff D, Haasper C: Overweight and obesity in hip and knee arthroplasty: Evaluation of 6078 cases. *World J Orthop.* 1. 137–144 (2015)
- [33] Hamoui N, Kantor S, Vince K, Crookes PF: Long-term outcome of total knee replacement: does obesity matter? *Obes Surg.* 1. 35–38 (2006)
- [34] Heisel C, Silva M, dela Rosa MA, Schmalzried TP: The effects of lower-extremity total joint replacement for arthritis on obesity. *Orthopedics.* 2. 157–159 (2005)
- [35] Hossain F, Patel S, Rhee S-J, Haddad FS: Knee arthroplasty with a medially conforming ball-and-socket tibiofemoral articulation provides better function. *Clin Orthop Relat Res.* 1. 55–63 (2011)
- [36] Inacio MCS, Kritz-Silverstein D, Raman R, Macera CA, Nichols JF, Shaffer RA, Fithian DC: The risk of surgical site infection and re-admission in obese patients undergoing total joint replacement who lose weight before surgery and keep it off post-operatively. *Bone Joint J.* 5. 629–635 (2014)
- [37] Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN: Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res.* 248. 13–14 (1989)
- [38] Jackson MP, Sexton SA, Walter WL, Walter WK, Zicat BA: The impact of obesity on the mid-term outcome of cementless total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 8. 1044–1048 (2009)
- [39] Jain NB, Higgins LD, Ozumba D, Guller U, Cronin M, Pietrobon R, Katz JN: Trends in epidemiology of knee arthroplasty in the United States, 1990–2000. *Arthritis Rheum.* 12. 3928–3933 (2005)
- [40] Jarvenpaa J, Kettunen J, Soininvaara T, Miettinen H, Kroger H: Obesity has a negative impact on clinical outcome after total knee arthroplasty. *Scand J Surg.* 3. 198–203 (2012)

- [41] Jinks C, Jordan K, Croft P: Disabling knee pain--another consequence of obesity: Results from a prospective cohort study. *BMC Public Health*. 258 (2006)
- [42] Jonas SC, Argyropoulos M, Al-Hadithy N, Korycki M, Lotz B, Deo SD, Satish V: Knee arthroplasty with a medial rotating total knee replacement. Midterm clinical findings: A district general experience of 38 cases. *Knee*. 2. 122–125 (2015)
- [43] Kellgren JH, Lawrence JS: Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis*. 4. 494–502 (1957)
- [44] Kerkhoffs GMMJ, Servien E, Dunn W, Dahm D, Bramer JAM, Haverkamp D: The influence of obesity on the complication rate and outcome of total knee arthroplasty: a meta-analysis and systematic literature review. *J Bone Joint Surg Am*. 20. 1839–1844 (2012)
- [45] Kremers HM, Visscher SL, Kremers WK, Naessens JM, Lewallen DG: The effect of obesity on direct medical costs in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 9. 718–724 (2014)
- [46] Lachiewicz AM, Lachiewicz PF: Weight and activity change in overweight and obese patients after primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1. 33–40 (2008)
- [47] Liow RY, Walker K, Wajid MA, Bedi G, Lennox CM: The reliability of the American Knee Society Score. *Acta Orthop Scand*. 6. 603–608 (2000)
- [48] Lozano LM, Tio M, Rios J, Sanchez-Etayo G, Popescu D, Sastre S, Basora M: Severe and morbid obesity (BMI \geq 35 kg/m²) does not increase surgical time and length of hospital stay in total knee arthroplasty surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 6. 1713–1719 (2015)
- [49] Mannan K, Scott G: The Medial Rotation total knee replacement: A clinical and radiological review at a mean follow-up of six years. *J Bone Joint Surg Br*. 6. 750–756 (2009)

- [50] Martimbianco ALC, Calabrese FR, Iha LAN, Petrilli M, Lira Neto O, Carneiro Filho M: Reliability of the "American Knee Society Score" (AKSS). *Acta Ortop Bras.* 1. 34–38 (2012)
- [51] McElroy MJ, Pivec R, Issa K, Harwin SF, Mont MA: The effects of obesity and morbid obesity on outcomes in TKA. *J Knee Surg.* 2. 83–88 (2013)
- [52] Mehrotra C, Remington PL, Naimi TS, Washington W, Miller R: Trends in total knee replacement surgeries and implications for public health, 1990-2000. *Public Health Reports.* 3. 278–282 (2005)
- [53] Morrison JB: The mechanics of the knee joint in relation to normal walking. *J Biomech.* 1. 51–61 (1970)
- [54] Nearing EE2, Santos TM, Topolski MS, Borgert AJ, Kallies KJ, Kothari SN: Benefits of bariatric surgery before elective total joint arthroplasty: is there a role for weight loss optimization? *Surg Obes Relat Dis.* 3. 457–462 (2017)
- [55] No authors listed: Technical Dossier: Development of the Medial Rotation Knee. Part No. 305067. Issue No. 2. Finsbury Orthopaedics Limited.
- [56] O'Neill SC, Butler JS, Daly A, Lui DF, Kenny P: Effect of body mass index on functional outcome in primary total knee arthroplasty - a single institution analysis of 2180 primary total knee replacements. *World J Orthop.* 10. 664–669 (2016)
- [57] Osborn O, Olefsky JM: The cellular and signaling networks linking the immune system and metabolism in disease. *Nat Med.* 3. 363–374 (2012)
- [58] Pottie P, Presle N, Terlain B, Netter P, Mainard D, Berenbaum F: Obesity and osteoarthritis: more complex than predicted! *Ann Rheum Dis.* 11. 1403–1405 (2006)

- [59] Qin B, Yang M, Fu H, Ma N, Wei T, Tang Q, Hu Z, Liang Y, Yang Z, Zhong R: Body mass index and the risk of rheumatoid arthritis: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Arthritis Res Ther.* 86 (2015)
- [60] Si H-b, Zeng Y, Shen B, Yang J, Zhou Z-k, Kang P-d, Pei F-x: The influence of body mass index on the outcomes of primary total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 6. 1824–1832 (2015)
- [61] Smith S, Naima VS, Freeman MA: The natural history of tibial radiolucent lines in a proximally cemented stemmed total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1. 3–8 (1999)
- [62] Spicer DD, Pomeroy DL, Badenhausen WE, Schaper LA, JR, Curry JI, Suthers KE, Smith MW: Body mass index as a predictor of outcome in total knee replacement. *Int Orthop.* 4. 246–249 (2001)
- [63] Springer BD, Carter JT, McLawhorn AS, Scharf K, Roslin M, Kallies KJ, Morton JM, Kothari SN: Obesity and the role of bariatric surgery in the surgical management of osteoarthritis of the hip and knee: a review of the literature. *Surg Obes Relat Dis.* 1. 111–118 (2017)
- [64] Springer BD, Parvizi J, Austin M, Backe H: Obesity and total joint arthroplasty: a literature based review. *J Arthroplasty.* 5. 714–721 (2013)
- [65] Statistisches Bundesamt: Die 20 häufigsten Operationen: Vollstationär behandelte Patientinnen und Patienten in Krankenhäuser 2015. 2017 [zitiert am 11.05.2017]. URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/DRGOperationen.html>
- [66] Stern SH, Insall JN: Total knee arthroplasty in obese patients. *J Bone Joint Surg Am.* 9. 1400–1404 (1990)
- [67] Stickles B, Phillips L, Brox WT, Owens B, Lanzer WL: Defining the relationship between obesity and total joint arthroplasty. *Obes Res.* 3. 219–223 (2001)

- [68] Stucki G, Meier D, Stucki S, Michel BA, Tyndall AG, Dick W, Theiler R: Evaluation einer deutschen Version des WOMAC (Western Ontario und McMaster Universities) Arthroseindex. *Z Rheumatol.* 1. 40–49 (1996)
- [69] Sturmer T, Gunther KP, Brenner H: Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: The Ulm Osteoarthritis Study. *J Clin Epidemiol.* 3. 307–313 (2000)
- [70] van Jonbergen H-PW, Reuver JM, Mutsaerts EL, Poolman RW: Determinants of anterior knee pain following total knee replacement: A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 3. 478–499 (2014)
- [71] Vasarhelyi EM, MacDonald SJ: The influence of obesity on total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 11 Suppl A. 100–102 (2012)
- [72] Wajchenberg BL: Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev.* 6. 697–738 (2000)
- [73] Whitehouse SL, Lingard EA, Katz JN, Learmonth ID: Development and testing of a reduced WOMAC function scale. *J Bone Joint Surg Br.* 5. 706–711 (2003)
- [74] WHO Health Organization: Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. 2000 [zitiert am 01.05.2017]. URL: <http://www.who.int/iris/handle/10665/63854>
- [75] Woon CYL, Pionov H, Schwartz BE, Moretti VM, Schraut NB, Shah RR, Goldstein WM: Total Knee Arthroplasty in Obesity: In-Hospital Outcomes and National Trends. *J Arthroplasty.* 11. 2408–2414 (2016)
- [76] World Health Organization: Data and statistics: The challenge of obesity. 04/2017 [zitiert am 12.05.2017]. URL: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity/data-and-statistics>

- [77] Yeung E, Jackson M, Sexton S, Walter W, Zicat B: The effect of obesity on the outcome of hip and knee arthroplasty. *Int Orthop.* 6. 929–934 (2011)
- [78] Yeung E, Thornton-Bott P, Walter WL: Patient Obesity: A Growing Concern of Successful Total Knee Arthroplasty. *Seminars in Arthroplasty.* 2. 87–91 (2010)

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei Herrn PD Dr. med. Andreas Machner für die Überlassung des Themas sowie die kompetente, engagierte und geduldige Betreuung bei der Erstellung der Arbeit bedanken.

Herrn Dr. rer. nat. Friedrich-Wilhelm Röhl danke ich herzlich für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung und die vielen wertvollen Anregungen.

Den Schwestern der Gemeinschaftspraxis für Orthopädie Dr. med. G. Hoffmann/ PD Dr. med. A. Machner in Haldensleben gilt ebenfalls mein Dank für die Hilfe bei der Durchführung der Studie und die gute Betreuung der Patienten.

Des Weiteren gilt mein Dank dem Team des MEDIGREIF Bördekrankenhaus in Neindorf für die gute Kooperation.

Ein ganz besonderes Dankeschön gebührt meinen geliebten Eltern für ihre volle Unterstützung, den unermüdlichen Beistand und die Hilfe zur stetigen Motivation, ohne sie wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Meinem Mann, Marten Witzel, danke ich von Herzen für seine Liebe, den Beistand und die Geduld beim Schreiben dieser Arbeit.

Ehrenerklärung

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel:

Der Einfluss des Body-Mass-Index auf das klinische, funktionelle und radiologische Ergebnis nach Implantation einer Knieendoprothese vom Typ Medial Rotation Kniesystem

in der Orthopädischen Universitätsklinik Magdeburg mit Unterstützung durch

PD Dr. med. habil. Andreas Machner

ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Kiel, den 20. Februar 2018

Unterschrift

Lebenslauf

Der Lebenslauf ist in der Version aus Datenschutzgründen nicht enthalten.

ANLAGEN

Knee Society Score – Install (1989)

A. <u>Knie-Score</u>	Punkte
<u>Schmerzen:</u> <input type="checkbox"/> keine	50
<input type="checkbox"/> gelegentlich leichte	45
<input type="checkbox"/> leichte beim Treppensteigen	40
<input type="checkbox"/> leichte beim Gehen und Treppensteigen	30
<input type="checkbox"/> gelegentlich mäßige Schmerzen	20
<input type="checkbox"/> ständig mäßige Schmerzen	10
<input type="checkbox"/> starke Schmerzen	0

Bewegungsumfang: ___ - ___ - ___ ° (je 5°=1 Punkt) max. 25 Punkte für 125°

Stabilität:

antero-posterior

- | | |
|------------------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> < 5 mm | 10 |
| <input type="checkbox"/> 5 - 10 mm | 5 |
| <input type="checkbox"/> > 10 mm | 0 |

medio-lateral

- | | |
|-----------------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> < 5° | 15 |
| <input type="checkbox"/> 5 - 9° | 10 |
| <input type="checkbox"/> 10 - 14° | 5 |
| <input type="checkbox"/> > 14° | 0 |

Punktabzüge

Beugekontraktur

- | | |
|------------------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> 5 - 10 ° | 2 |
| <input type="checkbox"/> 11 - 15 ° | 5 |
| <input type="checkbox"/> 16 - 20° | 10 |
| <input type="checkbox"/> > 20° | 15 |

Steckdefizit

- | | |
|-----------------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> < 10° | 5 |
| <input type="checkbox"/> 10 - 20° | 10 |
| <input type="checkbox"/> > 20° | 15 |

Malalignment

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> 5 - 10° | 0 |
| <input type="checkbox"/> 0 - 4° | - 3 / Grad |
| <input type="checkbox"/> 11 - 15° | - 3 / Grad |
| <input type="checkbox"/> > 15° | - 2 |

B. Funktions-Score**Punkte**

- | | | |
|---------------------|--|----|
| <u>Gehleistung:</u> | <input type="checkbox"/> unbegrenzt | 50 |
| | <input type="checkbox"/> mehr als 1000 Meter | 40 |
| | <input type="checkbox"/> bis 1000 Meter | 30 |
| | <input type="checkbox"/> weniger als 500 Meter | 20 |
| | <input type="checkbox"/> im Haus | 10 |
| | <input type="checkbox"/> gehunfähig | 0 |

- | | | |
|------------------------|--|----|
| <u>Treppensteigen:</u> | <input type="checkbox"/> normal | 50 |
| | <input type="checkbox"/> Aufstieg normal / Abstieg mit Geländer | 40 |
| | <input type="checkbox"/> Auf- und Abstieg mit Geländer | 30 |
| | <input type="checkbox"/> Aufstieg mit Geländer / Abstieg nicht möglich | 15 |
| | <input type="checkbox"/> kein Treppensteigen möglich | 0 |

Punktabzüge

- | | | |
|--------------------|--|-----|
| <u>Gehbehelfe:</u> | <input type="checkbox"/> ein Stock | - 5 |
| | <input type="checkbox"/> zwei Stöcke | -10 |
| | <input type="checkbox"/> zwei Unterarmgestützen / Gehwagen | -20 |

Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

A. Schmerzfragen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der Schmerzen im erkrankten Kniegelenk. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie in den letzten 48 Stunden verspürt haben.

Wie stark sind Ihre Schmerzen beim:

1. Gehen auf ebenem Boden

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schmerzen extreme Schmerzen

2. Treppen hinauf- oder hinabsteigen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schmerzen extreme Schmerzen

3. Nachts im Bett liegen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schmerzen extreme Schmerzen

4. Sitzen oder Liegen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schmerzen extreme Schmerzen

5. Aufrecht stehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schmerzen extreme Schmerzen

B. Fragen zur Gelenksteifigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Steifigkeit Ihres erkrankten Kniegelenkes. Steifigkeit ist ein Gefühl der Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie in den letzten 48 Stunden verspürt haben.

1. Wie stark ist die Steifigkeit gerade nach dem Erwachen am Morgen?

keine Gelenksteife						extreme Gelenksteife				

2. Wie stark ist Ihre Steifigkeit gerade nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?

keine Gelenksteife						extreme Gelenksteife				

C. Fragen zur körperlichen Tätigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie in den letzten 48 Stunden mit Ihrem erkrankten Kniegelenk verspürt haben.

Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim:

1. Treppen hinuntersteigen

keine Schwierigkeiten						extreme Schwierigkeiten				

2. Treppen hinaufsteigen

keine Schwierigkeiten						extreme Schwierigkeiten				

3. Aufstehen vom Sitzen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

4. Stehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

5. Sich herunterzubeugen, um etwas vom Boden aufzuheben

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

6. Gehen auf ebenem Boden

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

7. Ein- oder Aussteigen in ein Auto/Bus

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

8. Einkaufen gehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

9. Strümpfe oder Strumpfhose anziehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

10. Aus dem Bett steigen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

11. Strümpfe oder Strumpfhose ausziehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

12. Liegen im Bett

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

13. In die Badewanne zu steigen oder auszusteigen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

14. Sitzen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

15. Sich auf die Toilette setzen oder davon aufzustehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

16. Verrichten von schwerer Hausarbeit

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

17. Verrichten von leichter Hausarbeit

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

Knie-Score		MW	SD	Minimum	Maximum
Schmerz	präoperativ	5.20	6.43	0.00	20.00
	postoperativ	35.55	11.83	0.00	50.00
	Nachuntersuchung	42.35	13.17	0.00	50.00
Bewegungs- umfang	präoperativ	18.96	3.37	12.00	25.00
	postoperativ	21.60	2.93	6.00	25.00
	Nachuntersuchung	23.03	2.83	11.00	25.00
Stabilität a.p.	präoperativ	8.46	2.60	0.00	10.00
	postoperativ	9.35	1.83	0.00	10.00
	Nachuntersuchung	8.95	2.17	0.00	10.00
Stabilität med.-lat.	präoperativ	12.30	3.37	5.00	15.00
	postoperativ	14.00	2.01	10.00	15.00
	Nachuntersuchung	13.65	2.23	10.00	15.00
Beuge- kontraktur	präoperativ	11.18	5.75	0.00	15.00
	postoperativ	7.32	6.18	0.00	15.00
	Nachuntersuchung	3.62	5.17	0.00	15.00
Streckdefizit	präoperativ	4.40	4.51	0.00	15.00
	postoperativ	0.55	1.73	0.00	10.00
	Nachuntersuchung	1.20	2.94	0.00	15.00
Malalignent	präoperativ	6.20	6.59	0.00	20.00
	postoperativ	1.60	4.18	0.00	20.00
	Nachuntersuchung	1.45	3.89	0.00	20.00
Ergebnis	präoperativ	23.55	15.96	0.00	62.00
	postoperativ	71.48	17.64	26.00	100.00
	Nachuntersuchung	81.71	19.22	16.00	100.00

Funktions-Score		MW	SD	Minimum	Maximum
Gehleistung	präoperativ	24.23	12.18	10.00	50.00
	postoperativ	31.80	9.14	10.00	50.00
	Nachuntersuchung	41.00	11.59	10.00	50.00
Treppensteigen	präoperativ	29.30	11.35	0.00	50.00
	postoperativ	29.35	5.35	0.00	40.00
	Nachuntersuchung	38.85	11.70	0.00	50.00
Gehhilfen	präoperativ	1.65	3.70	0.00	20.00
	postoperativ	4.60	4.48	0.00	10.00
	Nachuntersuchung	1.30	3.60	0.00	20.00
Ergebnis	präoperativ	51.95	21.03	0.00	100.00
	postoperativ	56.75	14.71	0.00	80.00
	Nachuntersuchung	78.55	23.12	0.00	100.00

Anlage 3: Detaillierte Ergebnisse des Knie Society Score des Gesamtkollektives

(n=100)

WOMAC	präoperativ		Nachuntersuchung		p-Werte der Effekte		
	BMI < 30 (n=40)	BMI ≥ 30 (n=60)	BMI < 30 (n=40)	BMI ≥ 30 (n=60)	BMI	Zeit	BMI*Zeit
Schmerz	29.68 ± 6.51	31.32 ± 6.98	10.73 ± 6.67	12.62 ± 10.93	0.1950	<0.0001	0.9005
Steifigkeit	8.33 ± 3.50	9.23 ± 3.86	5.13 ± 3.33	5.62 ± 4.87	0.3511	<0.0001	0.5489
Funktionalität	101.60 ± 20.97	107.87 ± 24.12	45.05 ± 28.20	49.55 ± 36.64	0.2725	<0.0001	0.7865
Gesamtscore	139.58 ± 27.22	148.42 ± 31.84	60.90 ± 36.62	67.78 ± 51.21	0.2394	<0.0001	0.8215

Anlage 4: Ergebnisse des WOMAC im Gruppenvergleich