

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité Campus Mitte  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

**DISSERTATION**

**Entwicklung des Body Mass Indexes bei einer orthopädischen Patientengruppe vor  
und nach Implantation einer Totalendoprothese des Hüft- oder Kniegelenks**

**Development of the body mass index in an orthopedic patient group before and  
after implantation of a total hip or knee arthroplasty**

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät

Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Lydia Katharina Schwenkert

aus Berlin

Datum der Promotion: 30.11.2023

## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildungsverzeichnis .....	4
Abkürzungsverzeichnis .....	5
1 Abstract .....	6
1.1 Deutsches Abstract .....	6
1.2 Abstract (English).....	7
2 Einleitung.....	9
2.1 Gelenkersatz bei Kox- und Gonarthrose .....	12
2.2 BMI-assoziierte Komplikationen und postoperative Gewichtsentwicklung.....	16
2.3 Zielsetzung der Studie .....	17
3 Material und Methoden.....	18
4 Ergebnisse .....	22
4.1 BMI-Entwicklung orthopädischer Patienten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung in Deutschland (Mikrozensus).....	22
4.2 BMI-Entwicklung bei Patienten mit Gon- und Koxarthrose vor Implantation einer Totalendoprothese .....	26
4.3 BMI-Entwicklung drei Jahre nach Implantation einer Hüft- oder Knie-Totalendoprothese .....	32
5 Diskussion.....	38
5.1 BMI-Entwicklung orthopädischer Patienten im Vergleich zu der deutschen Allgemeinbevölkerung .....	38
5.2 BMI bei Patienten mit Gon- und Koxarthrose vor Implantation einer Totalendoprothese ... ..	40
5.3 BMI-Entwicklung drei Jahre nach Implantation einer Hüft-oder Knie-Totalendoprothese . ..	42
5.4 Zusammenhang des BMIs mit postoperativen Komplikationen .....	46
5.5 Relevanz des BMIs in der Endoprothetik.....	48
5.6 Limitationen der Studie .....	51
6 Zusammenfassung und Fazit.....	53
Literaturverzeichnis.....	55
Patienteninformation .....	62
Fragebogen .....	64
Einwilligungserklärung .....	66
Eidesstattliche Versicherung .....	67
Lebenslauf .....	68

Danksagung.....	70
Bescheinigung des akkreditierten Statistikers.....	71

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 Einteilung der BMI-Grade laut WHO .....	09
Tabelle 2 BMI nach WHO-Klassifikation .....	18
Tabelle 3 Anzahl orthopädischer Patienten gesamt .....	26
Tabelle 4 BMI-Vergleich orthopädische Patientengruppe 2010-2015 gesamt .....	27
Tabelle 5 BMI-Vergleich der orthopädischen Patientengruppe nach OP-Art .....	28
Tabelle 6 BMI-Anstieg der orthopädischen Patientengruppe nach OP-Art.....	28
Tabelle 7 BMI-Vergleich der orthopädischen Patientengruppe nach Alter .....	29
Tabelle 8 BMI-Anstieg der orthopädischen Patientengruppe nach Alter.....	30
Tabelle 9 Durchschnittsalter adipöser und nicht-adipöser Patienten zum OP-Zeitpunkt .....	31
Tabelle 10 BMI-Vergleich der orthopädischen Patientengruppe nach Geschlecht .....	31
Tabelle 11 Geschlechtsabhängige Veränderung des BMIs bei der orthopädischen Patientengruppe.....	32
Tabelle 12 BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach OP-Art .....	34
Tabelle 13 BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach Alter .....	35
Tabelle 14 BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach Geschlecht .....	36
Tabelle 15 Anzahl der Patienten mit Komplikationen nach OP.....	37

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Zunahme von Übergewicht bei Erwachsenen weltweit; OECD 2017 .....	10
Abbildung 2 Anteil übergewichtiger und adipöser orthopädischer Patienten in der US-amerikanischen Normalbevölkerung .....	10
Abbildung 3 Die Komponenten der Hüft-TEP .....	13
Abbildung 4 Die Komponenten einer unikondylären Schlittenprothese .....	14
Abbildung 5 Bild einer achsgeführten Prothese.....	15
Abbildung 6 Die Komponenten eines teilgekoppelten bikondylären Oberflächenersatzes.....	15
Abbildung 7 Die Komponenten eines ungekoppelten bikondylären Oberflächenersatzes.....	15
Abbildung 8 BMI-Vergleich zwischen Allgemeinbevölkerung und der orthopädischen Patientengruppe.....	23
Abbildung 9 Veränderung des BMIs in der Allgemeinbevölkerung und der orthopädischen Patientengruppe zwischen 2009/10 und 2013 .....	24
Abbildung 10 BMI-Vergleich Allgemeinbevölkerung, orthopädische Patientengruppe nach Alter .....	25
Abbildung 11 BMI-Vergleich Allgemeinbevölkerung, orthopädische Patientengruppe nach Geschlecht .....	25
Abbildung 12 BMI-Anstieg der orthopädischen Patientengruppe.....	27
Abbildung 13 OP-Art abhängige Veränderung des BMIs in der orthopädischen Patientengruppe .....	29
Abbildung 14 Altersabhängige Veränderung des BMIs in der orthopädischen Patientengruppe.	30
Abbildung 15 Geschlechtsabhängige Veränderung des BMIs in der orthopädischen Patientengruppe .....	32
Abbildung 16 Altersabhängige Veränderung des BMIs in der orthopädischen Patientengruppe	33
Abbildung 17 BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach OP-Art .....	34
Abbildung 18 BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach Alter.....	35
Abbildung 19 BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach Geschlecht .....	36

## Abkürzungsverzeichnis

al.	-	et alii/aliae (und andere)
ASA	-	American Society of Anesthesiologists
BMI	-	Body Mass Index
CoC	-	Keramikkopf und Keramik-Inlay
CoP	-	Keramikkopf und Polyethylen-Inlay
FU	-	Follow-Up
Hüft-TEP	-	Hüfttotalendoprothese
Knie-TEP	-	Knietotalendoprothese
MoM	-	Metallkopf und Metall-Inlay
MoP	-	Metallkopf und Polyethylen-Inlay
M	-	Mittelwert
N	-	Anzahl
OP	-	Operation
post OP	-	postoperativ
prä OP	-	präoperativ
ROM	-	Range of Motion
SD	-	Standardabweichung
TEP	-	Totalendoprothese

## 1. Abstract

### 1.1 Deutsches Abstract

**Einleitung:** Aktuell ist eine Zunahme des Body Mass Indexes in der Weltbevölkerung zu verzeichnen, welcher neben einer erhöhten Kalorienzufuhr auch durch einen Bewegungsmangel hervorgerufen wird.

Vor diesem Hintergrund erwarten Patienten mit Kox- und Gonarthrose neben der Schmerzreduktion und verbesserten Gelenkbeweglichkeit auch eine Gewichtsabnahme nach endoprothetischer Versorgung.

Wir postulierten, dass Patienten, die an einer Kox- oder Gonarthrose leiden, einen erhöhten BMI gegenüber der Allgemeinbevölkerung aufweisen und analog zur Weltbevölkerung ein stetiger BMI-Anstieg seit 2010 zu verzeichnen ist. Des Weiteren postulierten wir, dass Patienten mit einer Kox- und Gonarthrose, die sich eines totalen Gelenkersatzes unterziehen, im postoperativen Verlauf einen niedrigeren BMI aufweisen als präoperativ. Zudem untersuchten wir im Follow-Up die Inzidenz von Komplikationen nach Implantation einer Totalendoprothese.

**Material/ Methoden:** In diese retrospektive Datenanalyse mit einem Follow-Up von drei Jahren wurden 812 Patienten einbezogen, die eine Hüft- oder Knie-Totalendoprothese am Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité-Universitätsmedizin Berlin erhalten haben. Eingeschlossen wurden zudem alle Patienten mit primärer und sekundärer Kox- und Gonarthrose (ICD M16.0 - M16.9 und M17.0 - M17.9). Als Kontrollkohorte wurden Daten des Mikrozensus des statistischen Bundesamtes ausgewertet. Für das Follow-Up wurden die Patienten telefonisch und postalisch kontaktiert, um ihr Gewicht und aktuelle Symptome in Bezug auf ihre Totalendoprothese zu erfragen.

**Ergebnisse:** Es zeigte sich ein Anstieg des Gewichts sowohl der Allgemeinbevölkerung ( $2,75 \pm 0,75$  vs.  $2,76 \pm 0,76$  nach WHO-Klassifikation) als auch der orthopädischen Patienten ( $3,04 \pm 0,87$  vs.  $3,20 \pm 0,82$  nach WHO-Klassifikation) von 2009/10 zu 2013. Außerdem zeigte sich ein deutlich größerer Anteil an adipösen Patienten in der orthopädischen Patientengruppe (37,55%) als in der Allgemeinbevölkerung (18,02%). Im drei Jahres Follow-Up zeigte sich ein signifikanter Gewichtsanstieg der orthopädischen Patienten ( $p < 0,001$ ). Zwischen einem präoperativ erhöhten BMI und postoperativen Komplikationen konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden ( $p = 0,690$ ).

**Schlussfolgerung:** Es konnte nachgewiesen werden, dass orthopädische Patienten mit einer Kox- oder Gonarthrose einen höheren BMI aufweisen als die deutsche Allgemeinbevölkerung und, dass der BMI unserer orthopädischen Patientengruppe, im untersuchten Zeitraum ansteigt. Außerdem konnten wir zeigen, dass Kox- und Gonarthrose Patienten drei Jahre nach Implantation einer Totalendoprothese signifikant an Gewicht zunehmen.

Die Erwartung vieler Patienten durch die Implantation einer Gelenkendoprothese eine Gewichtsabnahme zu erwirken kann also in unserer Studie nicht bestätigt werden.

## 1.2 Abstract (English)

**Introduction:** There is currently an increase of the Body Mass Index in the world population, which, in addition to an increased calorie intake, is also caused by a lack of exercise.

Against this background, patients with osteoarthritis of the hip or knee expect not only pain reduction and improved joint mobility, but also weight loss after endoprosthetic treatment.

We postulated that patients suffering from osteoarthritis of the hip or knee have an increased BMI compared to the general population and, analogous to the global population, have shown a steady increase in BMI since 2010. Furthermore, we postulated that patients with osteoarthritis of the hip or knee who undergo total joint replacement have a lower BMI in the postoperative course than preoperatively. In addition, in a follow-up we investigated the incidence of complications after total joint arthroplasty.

**Material and Methods:** In this retrospective data analysis with a follow-up of 3 years, 812 patients were included who had received a total hip or knee endoprosthesis at the Center for Musculoskeletal Surgery at the Charité-Universitätsmedizin Berlin. All patients with primary and secondary osteoarthritis of the hip and knee (ICD M16.0 - M16.9 and M17.0 - M17.9) were included. Data from the microcensus of the Federal Statistical Office were evaluated as a control cohort. For the follow-up, the patients were contacted by phone and mail to inquire about their weight and current symptoms in relation to their total endoprosthesis.

**Results:** There was an increase in the weight of both the general population ( $2.75 \pm 0.75$  vs.  $2.76 \pm 0.76$  according to WHO classification) and of the orthopedic patients ( $3.04 \pm 0.87$  vs.  $3.20 \pm 0.82$  according to WHO classification) from 2009/10 to 2013. In addition, there was a significantly higher proportion of obese patients in the orthopedic patient collective (37.55%) than in the

general population (18.02%). The three-year follow-up showed a significant increase in the weight of the orthopedic patients ( $p < 0.001$ ). No significant difference could be shown between a preoperatively increased BMI and complications postoperatively ( $p = 0.690$ ).

**Conclusion:** We were able to prove that orthopedic patients with osteoarthritis of the hip or knee have a higher BMI than the general German population and that the BMI of our orthopedic patients increased in the period examined. We were also able to show that patients with osteoarthritis of the hip or knee gain significant weight 3 years after total joint arthroplasty.

In our study, the desire of many patients to achieve weight loss through a total joint arthroplasty can therefore not be confirmed.

## 2. Einleitung

Übergewicht und Adipositas sind zwei Erkrankungen, die weltweit in Absolut- und Relativzahlen seit den 1990 er Jahren steigen, sodass mittlerweile von einer weltweiten Pandemie gesprochen wird (1)(2). Übergewicht wird als eine Vermehrung der Körperfettmasse über das Normalmaß definiert, die sich negativ auf die Gesundheit auswirken kann (2). Zur Klassifizierung wird seit Anfang der 1980 er Jahre einheitlich der Body Mass Index (BMI) verwendet, der durch den Quotienten aus Körpergewicht in Kilogramm und Körpergröße in Zentimeter zum Quadrat ( $\text{BMI} = \frac{\text{Gewicht (kg)}}{\text{Körpergröße (m)}^2}$ ) gebildet werden (2). Die WHO stuft Menschen, nach der eigenen Klassifikation, mit einem BMI von größer gleich 25,0 kg/m<sup>2</sup> als übergewichtig oder präadipös ein und diejenigen mit einem BMI von größer gleich 30,0 kg/m<sup>2</sup> als adipös. Dabei wird, bei der Adipositas nochmal in drei unterschiedliche Schweregrade unterschieden (s. Tabelle 1) (2).

*Tabelle 1*

Einteilung der BMI-Grade laut WHO

BMI	Ernährungszustand
<18,5	Untergewicht
18,5-24,5	Normalgewicht
25-29,9	Präadipositas
30-34,9	Adipositas Grad 1
35-39,9	Adipositas Grad 2
>40	Adipositas Grad 3

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) untersucht den Gewichtsverlauf der Weltbevölkerung bereits seit 1972 (s. Abbildung 1). Laut OECD sind weltweit 19,5 % der Erwachsenen und fast 16,6 % der Kinder übergewichtig oder adipös. Bis 2030 wird ein Anstieg um weitere 10 % erwartet (1). In Deutschland waren im Jahr 2017 53 % der Frauen und 67 % der Männer übergewichtig und 18,1 % der Erwachsenen sogar adipös (3).

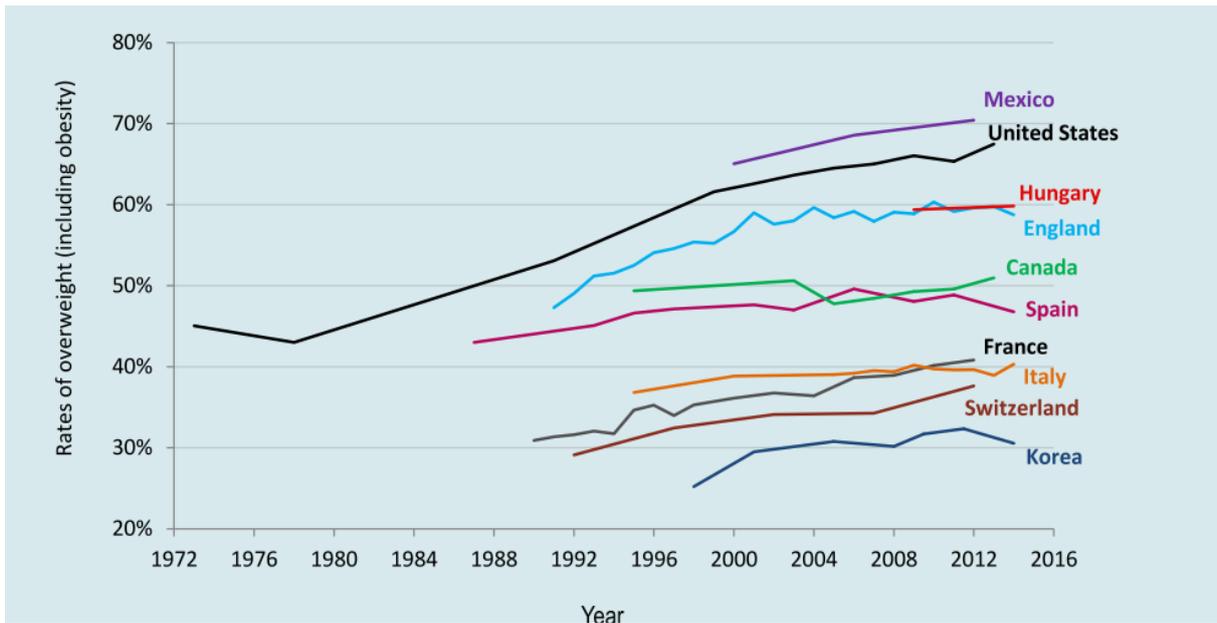


Abbildung 1. Zunahme von Übergewicht bei Erwachsenen weltweit; OECD 2017 (1).

Diese weltweit zu beobachtende Pandemie spiegelt sich auch bei orthopädischen Patienten wieder. Welton et al. zeigten, dass der Anteil an adipösen Patienten, die in einer endoprothetischen Klinik in den USA vorstellig werden, signifikant größer ist, als der Anteil an Menschen, die an Adipositas in der amerikanischen Allgemeinbevölkerung leiden (55 % vs 34,9 %,  $p < 0,001$ ) (s. Abbildung 2) (4).

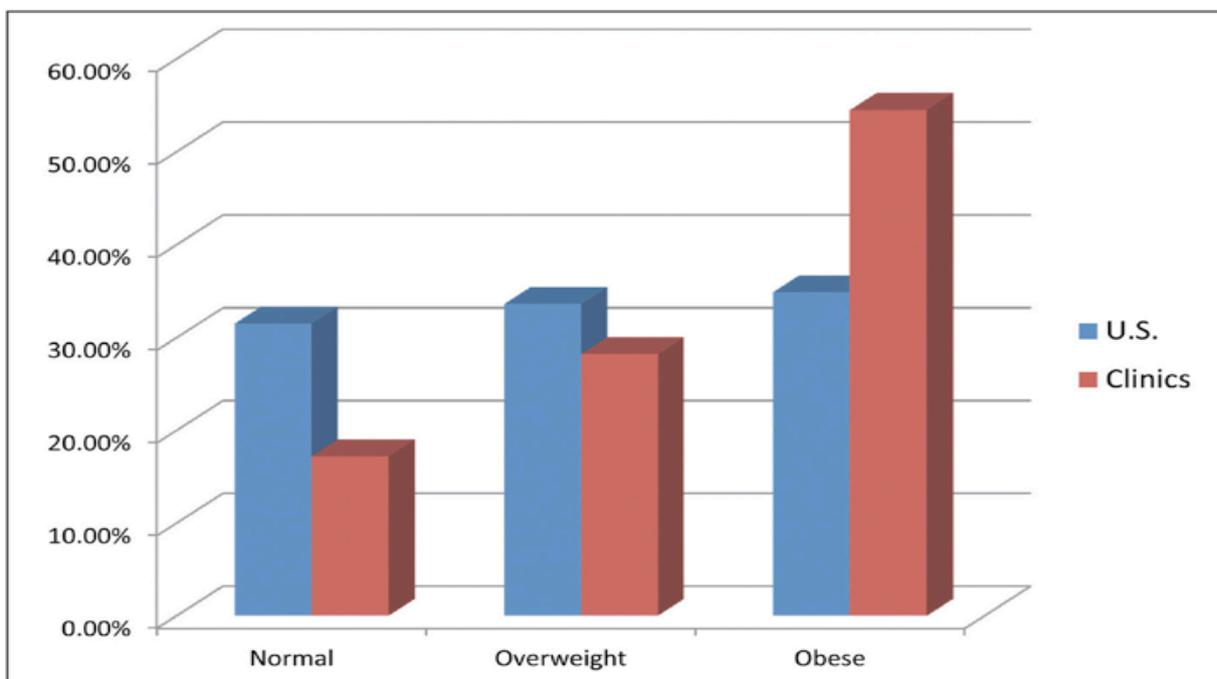


Abbildung 2. Anteil übergewichtiger und adipöser orthopädischer Patienten in der US-amerikanischen Normalbevölkerung (4).

Die Adipositas ist multifaktoriell bedingt. Vor allem der Bewegungsmangel scheint eine zentrale Rolle zu spielen. Hier kommt es durch einen niedrigen Energieverbrauch bei stabiler Kalorienzufuhr zur Gewichtszunahme (5). Neben erhöhter Kalorienzufuhr und Bewegungsmangel sind für die Entstehung einer Adipositas psychosoziale Faktoren wie depressive Störungen, Essstörungen, Stress und Schlafmangel, aber auch Immobilisierungen (durch z.B. Alter, Erkrankungen, Schmerzen oder orthopädische Probleme) und Nikotinverzicht von Bedeutung (6)(7). Auch Medikamente können für eine Zunahme des Körpergewichts verantwortlich sein. Neben kardiovaskulären Erkrankungen ist die Adipositas gehäuft mit einem obstruktiven Schlafapnoe-Syndrom, sowie mit der Kox- und Gonarthrose assoziiert (7). Schlussendlich werden auch genetische Ursachen der Adipositas diskutiert (8).

Neben der Zunahme der Inzidenz von Übergewicht und Adipositas nehmen auch die damit verbundenen Kosten und Ausgaben des deutschen Gesundheitssystems zu. 2008 wurden 3,27 % der Ausgaben des deutschen Gesundheitssystems in Zusammenhang mit Erkrankungen, die durch Adipositas hervorgerufen werden, getätigt. 2002 betrug die Ausgaben für adipositas-assoziierte Erkrankungen 4,9 Milliarden Euro. 2008 betrug die Ausgaben bereits 8,65 Milliarden Euro (+ 62%). Produktivitätsausfälle wie Arbeitsunfähigkeit oder Frühverrentung aufgrund von Folgeerkrankungen der Adipositas führten im Jahr 2008 zu indirekten Kosten von 8,15 Mrd. € (9).

Der Anteil an übergewichtigen Menschen liegt bei der Bevölkerungsgruppe der 40 -bis 59-jährigen bei 39,5 %. 35,4 % der über 60-jährigen sind ebenfalls übergewichtig (10). Etwa zwei Drittel aller Menschen über 60 Jahre sind von einer Arthrose betroffen. Damit ist sie die häufigste Gelenkerkrankung des höheren Alters (11). Das Risiko bei einem BMI > 30 kg/m<sup>2</sup> eine Gonarthrose zu entwickeln ist um das Zwei- bis Dreifache gegenüber normalgewichtigen Personen erhöht. Die Odds-Ratio (OR) für die Entwicklung einer Gonarthrose laut einer holländischen Studie liegt bei einem BMI von 25 – 27,5 kg/m<sup>2</sup> bei 1,9 und bei einem BMI > 27,5 kg/m<sup>2</sup> bei 3,3 im Vergleich zu normalgewichtigen Personen (12). Bei der Entstehung der Koxarthrose scheint der Faktor Übergewicht keine Rolle zu spielen (12).

Bei der Arthrose handelt es sich um eine Verschleißerkrankung, in deren Verlauf es zu strukturellen Veränderungen des Gelenks mit Veränderungen der Kongruenz der Gelenkflächen und zu einer veränderten Biomechanik kommt. Die veränderte Biomechanik führt dann meistens zu einem zunehmenden Funktionsverlust. Vorwiegend bei der Gonarthrose kommt es anschließend zu einem Funktionsverlust der Bänder und infolgedessen zu einer Achsabweichung.

Bei der Koxarthrose kann es durch den Verlust der Gelenkflächen und durch Protrusion der Gelenkpfanne oder des Hüftkopfes zu einer klinisch relevanten Beinverkürzung kommen (13)(14).

Ein erhöhtes Gewicht führt zu einer höheren mechanischen Belastung des jeweiligen Gelenkes. Pathophysiologisch steht am Anfang der Arthroseentstehung (sowohl primär als auch sekundär) der Elastizitätsverlust des Gelenkknorpels mit Veränderung der Knorpelgrundsubstanz und der Demaskierung kollagener Fasern. Typische arthrotische Veränderungen werden im Röntgen durch Höhenabnahme des Knorpelgewebes, der subchondralen Sklerosierung und Ausbildung von Knochenvorsprüngen (Osteophyten) sichtbar (13)(15). Dabei bestimmt das Körpergewicht und die Aktivität des Patienten die Progression der Abläufe.

## **2.1 Gelenkersatz bei Kox- und Gonarthrose**

Die Therapie der Arthrose besteht aus konservativen und operativen Konzepten. Im Rahmen der konservativen Therapie durch Physiotherapie sind Wärme- und Kälteanwendungen, sowie medikamentöse Schmerztherapien von Bedeutung. Auch die Gewichtsreduktion spielt bei übergewichtigen Patienten eine zentrale Rolle. Bei ausgeschöpften konservativen Therapiemöglichkeiten und therapierefraktären Schmerzen stellt die operative Therapie bei der Arthrose durch einen künstlichen Gelenkersatz die ultima ratio dar (16).

Die Arthrose ist weltweit die häufigste chronische Gelenkerkrankung des erwachsenen Menschen (11). Ab einem Alter von 70 Jahren sind etwa die Hälfte der Frauen und ein Drittel der Männer betroffen (17)(18). Klinische und radiologische Zeichen einer Gonarthrose zeigen sich bei 24 % aller über 60-Jährigen (17). Radiologische Zeichen einer Koxarthrose zeigen sich in einer Querschnittsuntersuchung der mitteleuropäischen Bevölkerung bei etwa 5 % der 50-Jährigen und 25 % der 80-Jährigen (19).

Die Anzahl der Implantationen einer Hüft- oder Knie-Totalendoprothese nimmt in Deutschland jährlich zu. Laut der OECD wurde im Jahr 2015 in Deutschland bei 299 Fällen pro 100.000 Einwohner eine Hüft-Totalendoprothesenimplantation und bei 206 Fällen pro 100.000 Einwohner eine Knie-Totalprothesenimplantation durchgeführt. Im Jahr 2019 wurden in Deutschland durchschnittlich bereits 315.000 Implantationen künstlicher Hüftgelenke und 227.000 Knie-Totalendoprothesenimplantationen durchgeführt (20).

Bei der Hüft-TEP findet ein kompletter Gelenkersatz, sowohl der Pfanne als auch des medialen Schenkelhalses inklusive Hüftkopf statt. Die Endoprothese besteht, wie in Abbildung 3 zu sehen, aus einem Schaft mit Kopf (Keramik oder Metall) und einer Pfanne mit einem Inlay (Polyethylen oder Keramik). Schaft und Pfanne sind hierbei die beiden knochenverankernden Prothesenkomponenten, Kopf und Inlay sind die Komponenten der Gleitpaarung. Für die Gleitpaarung gibt es folgende Möglichkeiten die unterschiedlichen Materialien zu kombinieren: Keramikkopf und Polyethylen-Inlay (CoP), Metallkopf und Polyethylen-Inlay (MoP), Metallkopf und Metall-Inlay (MoM) oder Keramikkopf und Keramik-Inlay (CoC), mittlerweile ist die CoP-Kombination die häufigste.

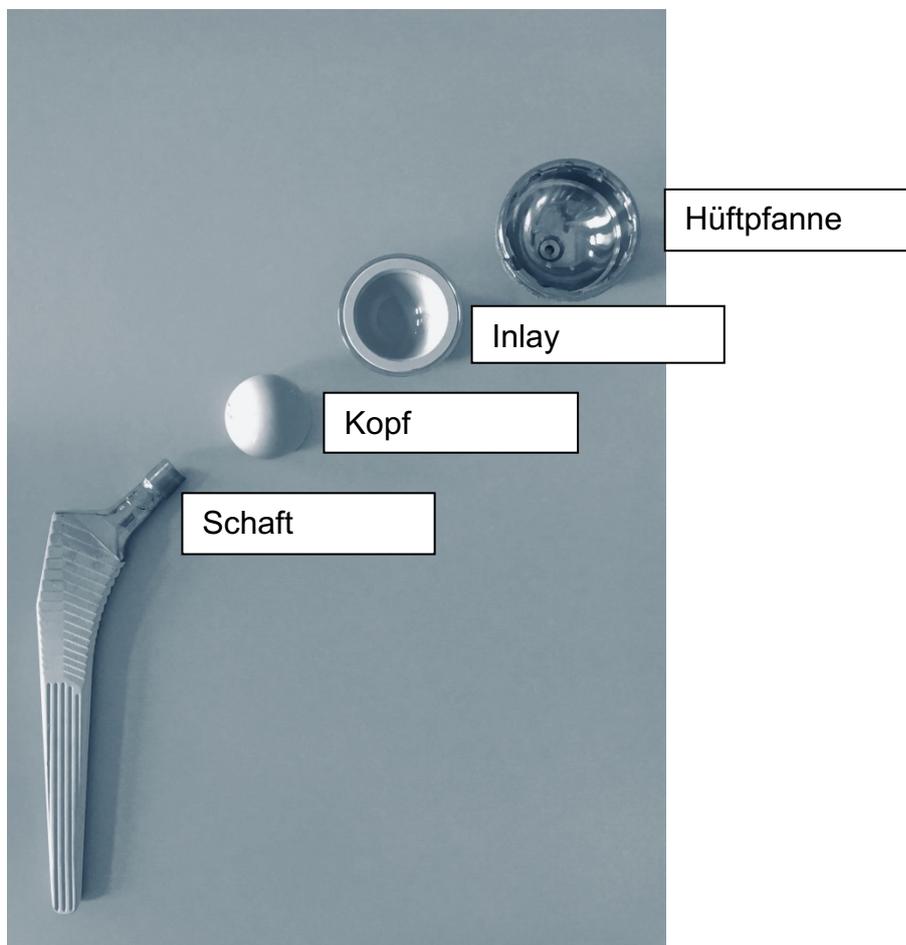


Abbildung 3. Die Komponenten der Hüft-TEP.

Zur Verankerung der Prothesenteile kann entweder eine zementierte (sowohl Pfanne als auch Schaft werden zementiert), eine zementfreie oder eine Hybrid-Technik (eine Komponente zementiert, eine Komponente zementfrei) genutzt werden.

Die Gonarthrose ist eine nichtentzündliche, degenerative Erkrankung des Kniegelenks. Sie gilt als die häufigste degenerative Gelenkerkrankung in Deutschland, wobei 30 % der über 60-Jährigen weltweit an einer Gonarthrose leiden (21). Die Knie-Totalendoprothese ist nach der Hüft-Totalendoprothese die zweithäufigste implantierte Endoprothese mit 227.000 Operationen pro Jahr in Deutschland (20). Bei der Knie-Endoprothese kann man unterscheiden zwischen:

- unikompartimentellen Oberflächenendoprothesen, wozu die unikondyläre Schlittenprothese und der Teilflächenersatz (lateral und medial) gehören,



*Abbildung 4.* Die Komponenten einer unikondylären Schlittenprothese.

- dem femoropatellären Oberflächenersatz, wobei die artikulierenden Gelenkflächen von Femur und Patella endoprothetisch ersetzt werden,

- bikondylären Oberflächenprothesen, die sich in ungekoppelte (bei stabilem Bandapparat), teilgekoppelte (bei beschädigtem Bandapparat) und achsgeführte Prothesen unterteilen (21),



*Abbildung 5.* Bild einer achsgeführten Prothese.



*Abbildung 6.* Die Komponenten eines teilgekoppelten bikondylären Oberflächenersatzes.



*Abbildung 7.* Die Komponenten eines ungekoppelten bikondylären Oberflächenersatzes.

- und trikompartimentellen Knie-TEPs – wobei eine bikondyläre Oberflächenersatzprothese implantiert und zudem die Patellarrückfläche ersetzt wird.

Zwischen die Prothesenkomponenten wird immer eine Kunststoffgleitfläche (meist aus Polyethylen, alternativ aus Keramik) eingelegt. Die Prothesenkomponenten werden entweder zementfrei oder mittels Knochenzement (Polymethylmethacrylat, PMMA) fixiert.

Aufgrund der Zunahme von Übergewicht und Adipositas in der Allgemeinbevölkerung, der Alterung der Bevölkerung und der Assoziation von Adipositas mit Arthrose wird von einem Anstieg von Gelenkersatzoperationen des Kniegelenkes um 673 % bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 2005 ausgegangen (22).

## **2.2 BMI-assozierte Komplikationen und postoperative Gewichtsentwicklung**

Adipositas ist für eine Reihe von Komplikationen und Komorbiditäten bekannt. Circa 30 % der Patienten mit einer Adipositas haben mindestens drei Vorerkrankungen. Unter den normalgewichtigen Patienten haben lediglich 7 % drei oder mehr Vorerkrankungen (24)(26)(27)(29). Dazu gehören neben den metabolischen Störungen (z. B. Hyperurikämie, Dyslipoproteinämie, chronische Inflammation) auch kardiovaskuläre Probleme (arterielle Hypertonie, koronare Herzgefäßerkrankung, Apoplex). Außerdem wurde ein erhöhtes Risiko für die Entstehung von Karzinomen (Zervixkarzinom, Mammakarzinom, Pankreaskarzinom etc.) entdeckt. Weiterhin ist Adipositas mit pulmonalen Problemen (Dyspnoe, obstruktives Schlafapnoe-Syndrom), hormonellen Störungen (Fertilität, erniedrigter Testosteronspiegel bei Männern), degenerativen Gelenkerkrankungen und psychosozialen Problematiken (Depression, soziale Diskriminierung, soziale Isolation) assoziiert.

Eine Adipositas birgt darüber hinaus ein höheres intra- und postoperatives Risiko für anästhesiologische und operative Komplikationen (21)(22)(23)(24)(26)(27)(28). Ab einem BMI > 25 kg/m<sup>2</sup> besteht ein erhöhtes Risiko für verlängerte Operationszeiten und einen erhöhten Blutverlust bei endoprothetischer Versorgung sowie für postoperative Komplikationen und tiefe Beinvenenthrombosen (23)(30)(31)(32)(33)(34). Ein Body Mass Index über 30 kg/m<sup>2</sup> stellt zusätzlich ein signifikant höheres Risiko für Revisionsoperationen dar (34)(35). Adipöse Patienten zeigten zehn Jahre nach der Indexoperation eine signifikant schlechtere Beweglichkeit des operierten Gelenkes als ihr normalgewichtiges Pendant (angewandte Scores: Harris hip score and Hospital for Special Surgery knee score) (36). Allerdings gab es auch Studien, in denen sich kein

Unterschied zwischen adipösen und nicht adipösen Patienten hinsichtlich postoperativer objektiver und funktioneller Scores zeigte (37)(38).

Aufgrund der oben genannten Komplikationen empfehlen einige Operateure eine Gewichtsreduktion vor einem operativen Eingriff, um perioperative Risiken zu minimieren (23)(39). Allerdings kommen andere Studien zu dem Schluss, dass es nicht ausreichend Beweise für einen Vorteil einer Gewichtsabnahme vor Knie-TEP Implantation gibt. Die Studie rät, dass Ärzte die individuellen Bedürfnisse und Risiken des Patienten berücksichtigen sollen, bevor sie eine Gewichtsabnahme empfehlen (40).

Die Möglichkeit, dass eine endoprothetische Versorgung des Hüft- und des Kniegelenks zu einer Gewichtsreduktion aufgrund der Schmerzreduktion und besseren Mobilität führt, wird kontrovers diskutiert (41)(42)(43)(44)(45).

### **2.3 Zielsetzung der Studie**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Body Mass Index von Patienten, die zur endoprothetischen Versorgung mittels Hüft- und Knie-TEP vorstellig werden, mit dem von Erwachsenen in der deutschen Allgemeinbevölkerung zu vergleichen. Anschließend wird die Entwicklung des Body Mass Indexes von 2010 bis 2015 untersucht. Wir postulieren, dass Patienten mit einer Kox- oder Gonarthrose im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung einen höheren BMI aufweisen. Sekundäres Ziel der Studie ist die postoperative Untersuchung der Gewichtsreduktion drei Jahre nach der Indexoperation. Weiterhin postulieren wir, dass übergewichtige und adipöse Patienten ein erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen und Wechseloperationen haben.

### 3. Material und Methoden

Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv aus einem Kollektiv des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité-Universitätsmedizin Berlin. Ein positives Ethikvotum zur prospektiven Datenerhebung liegt vor (Antrag EA1/166/17 vom 23.08.2017). Es wurden BMI-Daten aus der elektronischen Patientenakte von Patienten erhoben, die in den Jahren 2010, 2011, 2013 und 2015 (eingeschlossen wurde der Zeitraum jeweils vom 01.01. bis 31.12. eines Jahres) am Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité-Universitätsmedizin Berlin eine Hüft- oder Knie-Totalendoprothese erhalten haben. Erhoben wurden demographische Daten wie Alter, ASA-Status, Geschlecht, Größe, Gewicht und Body Mass Index (BMI). Der Body Mass Index errechnet sich aus:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Gewicht (kg)}}{\text{Körpergröße (m)}^2}$$

Zusätzlich erfolgte eine Bereitstellung von Body Mass Index-Daten durch das statistische Bundesamt aus der Volkszählung von 1987/1990 und aus dem Mikrozensus von 2011 (46). Die Bereitstellung der Daten erfolgte in einer Exceldatei mit Datensätzen aus den Jahren 1999, 2003, 2005, 2009 und 2013. Die Daten wurden hochgerechnet und auf zwei Vorkommastellen gerundet. Die Daten des Body Mass Indexes wurden nach der Klassifikation der WHO eingeteilt (s. Tabelle 2). Anschließend wurde eine Häufigkeitstabelle erstellt.

*Tabelle 2*

BMI nach WHO-Klassifikation

BMI	WHO-Klassifikation
<18,5	1 (Untergewicht)
<25	2 (Normalgewicht)
<30	3 (Übergewicht)
≥ 30	4 (Adipositas)

Die Daten wurden außerdem nach Geschlecht und Alterskategorie (14 Alterskategorien: 18 - 19 Jahre, < 25 Jahre, < 30 Jahre, < 35 Jahre, < 40 Jahre, < 45 Jahre, < 50 Jahre, < 55 Jahre, < 60 Jahre, < 65 Jahre, < 70 Jahre, < 75 Jahre, ≥ 75 Jahre) aufgeteilt. Die Daten des Mikrozensus (N = 69.028.699) wurden den Daten, der endoprothetisch versorgten Patienten (N = 258) aus den Jahren 2010/11 und 2013 gegenübergestellt. Die Zu- und Abnahme des Gewichts bzw. des BMIs wurden

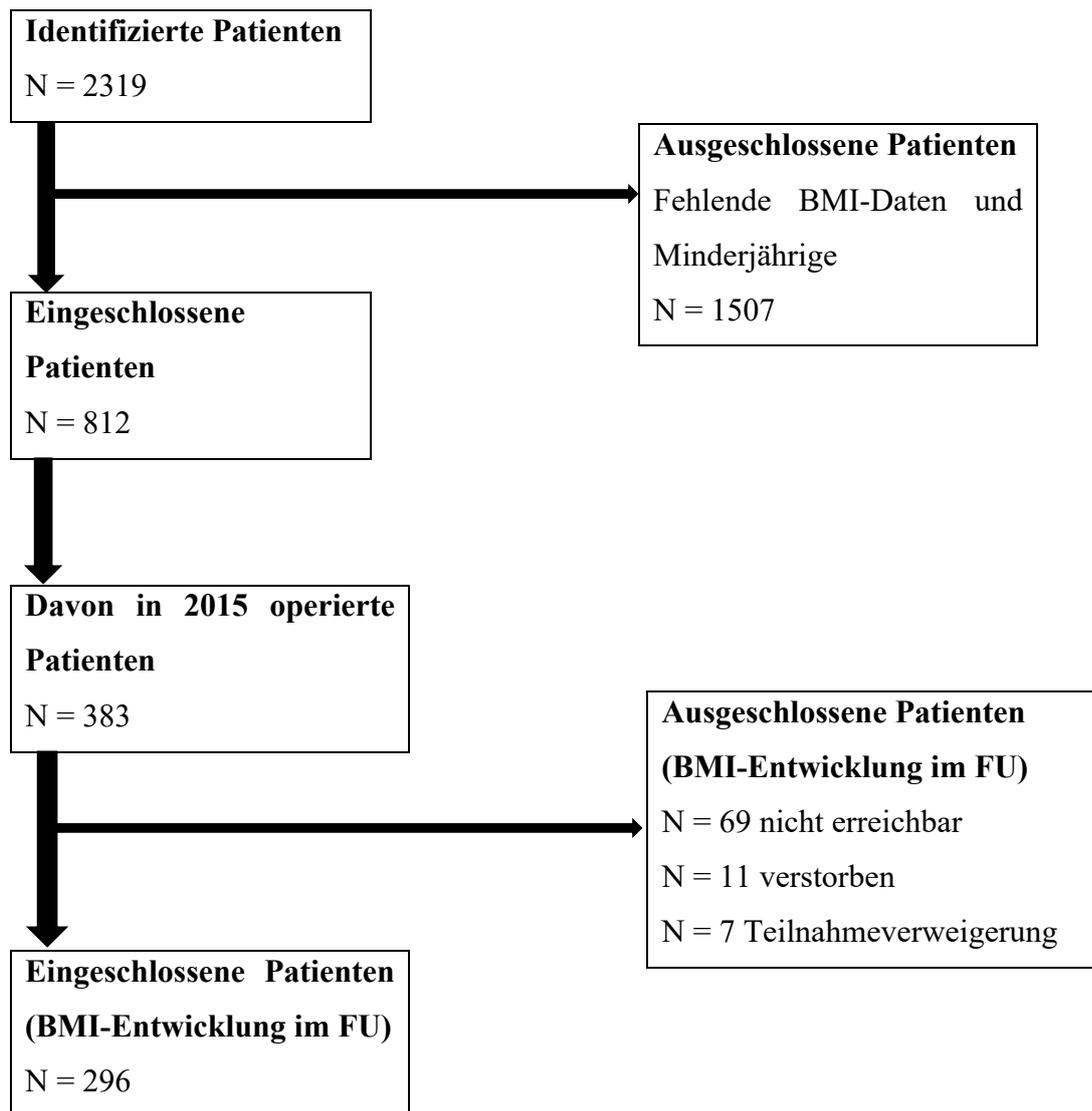
in unserer Studie als Absolut-Wert gemessen. Als Gewichtszunahme galt bereits ein Anstieg des BMI von  $23,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  auf  $23,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ .

2018 erfolgte eine Follow-Up Untersuchung der Patienten, die 2015 eine Hüft- oder Knie-TEP erhalten hatten. Diese wurden telefonisch und postalisch kontaktiert, um das aktuelle Gewicht und aufgetretene peri- und postoperative Komplikationen (gefragt wurde nach Wundheilungsstörung, Infektionen, Thrombosen/ LAE, Nervenschädigungen, Bewegungseinschränkungen, Schmerzen, Revisionen und Lockerungen der Prothese) zu erfragen.

Einschlusskriterien waren, dass die Patienten zwischen 2010 und 2015 eine Hüft- oder Knie-Totalendoprothese bei primärer oder sekundärer Kox- oder Gonarthrose erhalten haben, in der elektronischen Patientenakte aufgeführt wurden und deren Gewicht und Größe in der Patientenakte dokumentiert waren. In unserer Studie wurden bei den primären Koxarthrosen die ICD 10 von M16.0 – M16.9 und die dazugehörige Prozedur Hüft-TEP 5-820.0 - 5-820.y und bei den primären Gonarthrosen die ICD 10 von M17.0 – M17.9 und die dazugehörige Prozedur Knie-TEP 5-822.0 - 5-822.Y eingeschlossen. Ein weiteres Einschlusskriterium war ein Alter über 18 Jahre und die Einwilligung der Patienten. Diese wurde zur Nachuntersuchung eingeholt.

Die Ausschlusskriterien bei den BMI-Daten der orthopädischen Patientengruppe waren fehlende BMI-Daten präoperativ, gesetzlich betreute Personen, Minderjährige, Patienten, die 2018 weder telefonisch noch postalisch erreichbar waren, Patienten, die die Teilnahme verweigerten oder zum Zeitpunkt der Kontaktaufnahme verstorben waren. Ausschlusskriterium bei den BMI-Daten des statistischen Bundesamts war ein Alter unter 40 Jahren.

## Prozess der Ausschlusskriterien



## Statistik

Intervallskalierte Variablen wurden mit einem nicht-parametrischen Korrelationsverfahren berechnet (Spearman-Rho-Test). Die nicht-normalverteilten Unterschiedshypothesen wurden nicht-parametrisch mit einem Mann-Whitney-U-Test oder einem Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben untersucht.

Interaktionseffekte wurden trotz einer nicht vorhandenen Normalverteilung mit einem Mixed-ANOVA-Design berechnet.

Das Signifikanzniveau wurde definiert als kleiner 5 % ( $p \leq 0,05$ ).

Für die statistische Analyse wurde SPSS 12.0.1 für Windows (SPSS Inc., Chicago, Illinois) genutzt.

Die Daten aus dem Mikrozensus und unserem Datensatz weisen einen erheblichen Unterschied hinsichtlich der Fallzahl auf. Zudem ist davon auszugehen, dass durch die Hochschätzung auf die Allgemeinbevölkerung unsere Patienten bereits im Datenteil, welcher aus dem Mikrozensus hervorgeht, repräsentiert werden und so theoretisch doppelt in unserer Tabelle auftauchen. Aus diesen zwei Gründen wird auf eine interferenzstatistische Analyse verzichtet und die Daten lediglich deskriptiv miteinander verglichen. Für die deskriptive Statistik des großen Datensatzes wurde das Statistikprogramm RStudio Desktop 1.2.5019 verwendet.

Begriffserklärungen:

Der Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) ist ein kniespezifisches Instrument, das entwickelt wurde, um die Einschätzung der Patienten zu ihrem Knie und die damit verbundenen Probleme zu bewerten. Der KOOS bewertet sowohl kurzfristige als auch langfristige Folgen einer Knieverletzung. Er enthält 42 Elemente in 5 separat bewerteten Subskalen. Dazu gehören Schmerzen, andere Symptome, Funktion im täglichen Leben (ADL), Funktion in Sport und Freizeit (Sport/Rec) und kniebezogene Lebensqualität (QOL).

Der Six-Minute-Walk-Test ist ein submaximaler Belastungstest zur Beurteilung der aeroben Kapazität und Ausdauer. Als Ergebnis wird die zurückgelegte Strecke über eine Zeit von sechs Minuten herangezogen, um Veränderungen der Leistungsfähigkeit zu vergleichen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 BMI-Entwicklung orthopädischer Patienten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung in Deutschland (Mikrozensus)

Durch das statistische Bundesamt wurden uns Daten zum Body Mass Index von  $N = 69.028.699$  Erwachsenen aus Deutschland aus den Jahren 1999, 2003, 2005, 2009 und 2013 zur Verfügung gestellt. 62 % der Personen aus dem Mikrozensus waren männlich und 38 % weiblich. Ein Durchschnittsalter sowie eine Standardabweichung der Daten aus dem Mikrozensus lassen sich nicht bestimmen, da kein Alter der Personen angegeben ist, sondern diese lediglich in Altersgruppen aufgeführt werden. Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité Campus Mitte konnten 812 Patienten mit Kox- und Gonarthrose eingeschlossen werden, die sich zwischen 2010 und 2015 zur Implantation einer Hüft- oder Knie-TEP vorstellten. Das mittlere Alter betrug 66,1 Jahre, 60,8 % der Patienten waren weiblich.

Der Mittelwert des Body Mass Indexes nach der WHO-Klassifikation betrug für die Allgemeinbevölkerung  $2,76 \pm 0,75$ . 18,02 % waren adipös. Dahingegen betrug der Mittelwert des Body Mass Indexes, ausgedrückt durch die WHO-Klassifikation, der orthopädischen Kohorte  $3,14 \pm 0,84$ . 37,55 % der Patienten waren adipös (s. Abbildung 8). Die Daten aus dem Mikrozensus und unserem Datensatz weisen einen erheblichen Unterschied hinsichtlich der Fallzahl auf. Zudem ist davon auszugehen, dass durch die Hochschätzung auf die Allgemeinbevölkerung unsere Patienten bereits im Datenteil, welcher aus dem Mikrozensus hervorgeht, repräsentiert werden und so theoretisch doppelt in unserer Tabelle auftauchen. Aus diesen zwei Gründen wird auf eine interferenzstatistische Analyse verzichtet und die Daten lediglich deskriptiv miteinander verglichen.

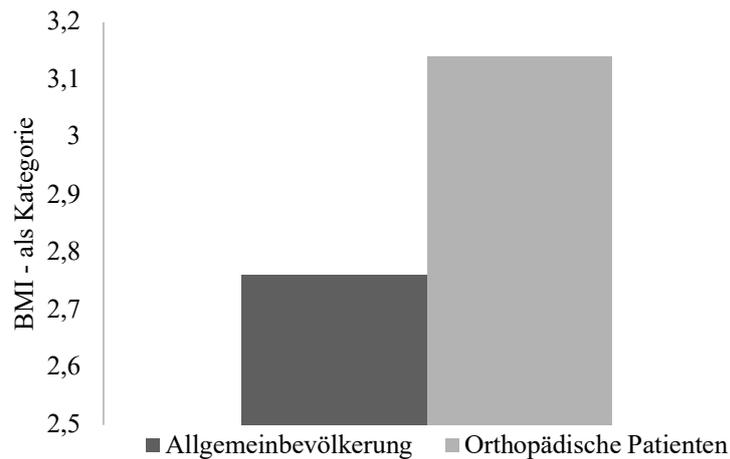


Abbildung 8. BMI-Vergleich zwischen Allgemeinbevölkerung und der orthopädischen Patientengruppe.

2009/2010 waren in der Allgemeinbevölkerung 17,60 % ( $M = 2,75 \pm 0,75$ ) der Erwachsenen adipös. Im Jahr 2013 waren es bereits 18,43 % ( $M = 2,76 \pm 0,76$ ). Bei den orthopädischen Patienten waren in 2009/2010 20,41 % ( $M = 3,04 \pm 0,87$ ) und im Jahr 2013 bereits 28,3 % ( $M = 3,20 \pm 0,82$ ) adipös.

Der Anteil adipöser Erwachsener in der Allgemeinbevölkerung nahm somit von 2009/10 auf 2013 im Durchschnitt um ein Prozent zu, während der Anteil adipöser Patienten, die einer orthopädischen Behandlung bedurften im Durchschnitt um 16 % zunahm.

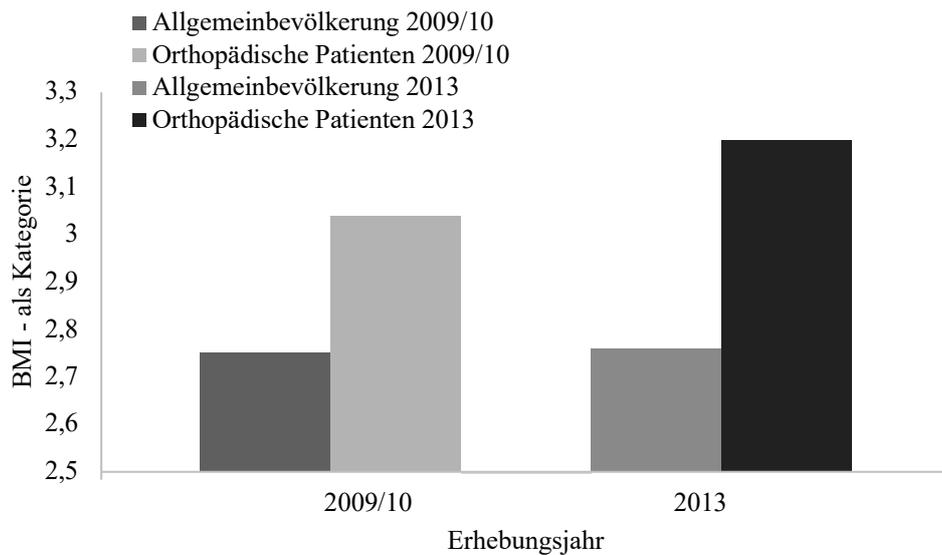


Abbildung 9. Veränderung des BMIs in der Allgemeinbevölkerung und der orthopädischen Patientengruppe zwischen 2009/2010 und 2013.

Die Ermittlung des Anteils von adipösen Probanden und des Mittelwerts des Body Mass Indexes erfolgte in beiden Gruppen (Allgemeinbevölkerung und orthopädische Patientengruppe) in Abhängigkeit vom Alter (< 75 Jahre und  $\geq$  75 Jahre).

In der Allgemeinbevölkerung waren in der Alterskategorie < 75 Jahre 16,23 % ( $M = 2,76 \pm 0,76$ ) und bei den Erwachsenen  $\geq$  75 Jahre 18,02 % adipös ( $M = 2,75 \pm 0,75$ ).

In der orthopädischen Patientengruppe waren bei den unter 75-jährigen 41,12 % adipös ( $M = 3,22 \pm 0,83$ ) und bei den über 75-jährigen 42,31 % adipös ( $M = 2,83 \pm 0,81$ ) (s. Abbildung 10).

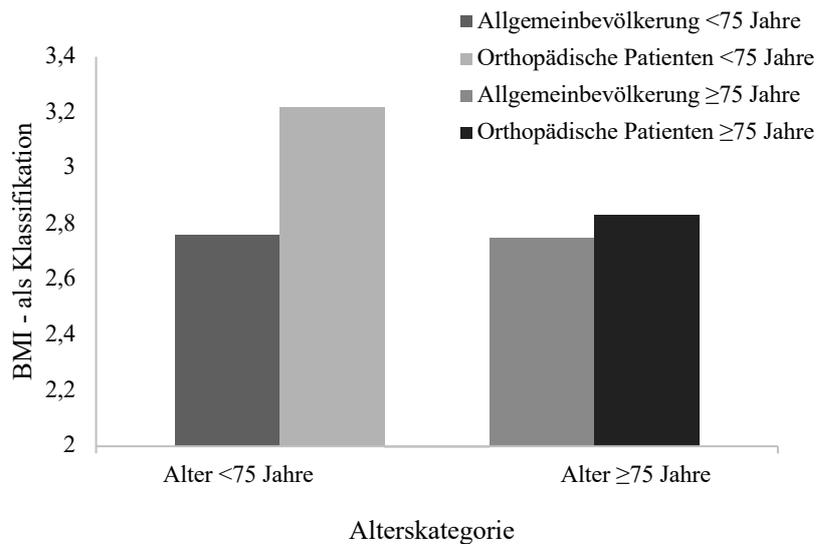


Abbildung 10. BMI-Vergleich Allgemeinbevölkerung, orthopädische Patientengruppe nach Alter.

In der Allgemeinbevölkerung waren über den Untersuchungszeitraum 16,67 % der Frauen ( $M = 2,65 \pm 0,78$ ) und 19,44 % der Männer ( $M = 2,88 \pm 0,71$ ) adipös, wohingegen bei der orthopädischen Patientengruppe 34,88 % der Frauen ( $M = 3,09 \pm 0,88$ ) und 40,21 % der Männer ( $M = 3,25 \pm 0,75$ ) adipös waren (s. Abbildung 11).

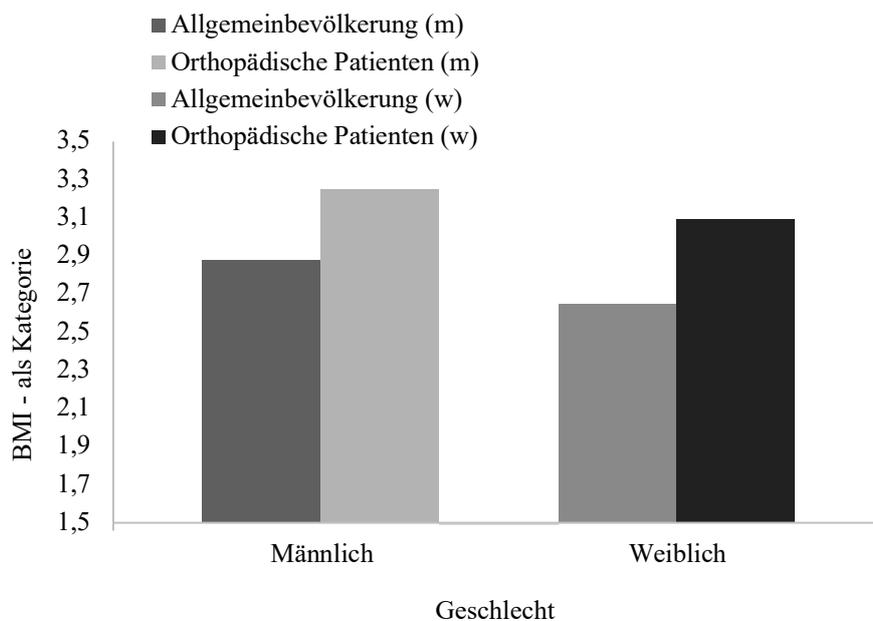


Abbildung 11. BMI-Vergleich Allgemeinbevölkerung, orthopädische Patientengruppe nach Geschlecht.

## 4.2 BMI-Entwicklung bei Patienten mit Gon- und Koxarthrose vor Implantation einer Totalendoprothese

Im Zeitraum vom 01.01.2010 bis zum 31.12.2015 konnten 812 Patienten in die Analyse eingeschlossen werden. Tabelle 3 zeigt, wie viele Patienten in welchem Jahr eingeschlossen wurden. Der zum Teil hohe Anteil an Patienten, die nicht eingeschlossen wurden, liegt an der unvollständigen Dokumentation, den zum Teil widersprüchlichen Angaben in der Akte und der verspäteten Einführung der elektronischen Patientenakte ab dem 17.05.2010.

*Tabelle 3*

Anzahl orthopädischer Patienten gesamt

Jahr	N	%	Fehlende BMI-Daten
2010	88	10,8%	339
2011	159	19,6%	471
2013	181	22,3%	461
2015	384	47,3%	318

Die Tabelle 4 zeigt, dass der Mittelwert des BMIs in den Jahren gestiegen ist. Die Patienten, die im Jahr 2010 eine Hüft- oder Knie-Totalendoprothese erhalten haben, hatten im Durchschnitt einen geringeren BMI als Patienten aus den Jahren 2011, 2013 und 2015. Sowohl der minimale als auch der maximale BMI stieg von 2010 ( $M = 16,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  &  $M = 45,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) zu 2015 ( $M = 18,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  &  $M = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) deutlich an. Der BMI der orthopädischen Patientengruppe war somit im Jahr 2010 mit einem BMI von  $28,14 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  signifikant niedriger als im Jahr 2015 mit einem durchschnittlichen BMI von  $29,45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  ( $p = 0,028^*$ ). (s. Tabelle 4 und Abbildung 12)

Tabelle 4

BMI-Vergleich der orthopädischen Patientengruppe 2010-2015 gesamt

Operationsjahr	N	Min. BMI	Max. BMI	M	SD	p
2010	88	16,3	45,2	28,14	5,66	
2011	159	15,9	46,1	28,40	5,99	=
2013	181	18,5	48,4	29,75	6,38	0,028
2015	384	18,3	50,0	29,45	5,69	*

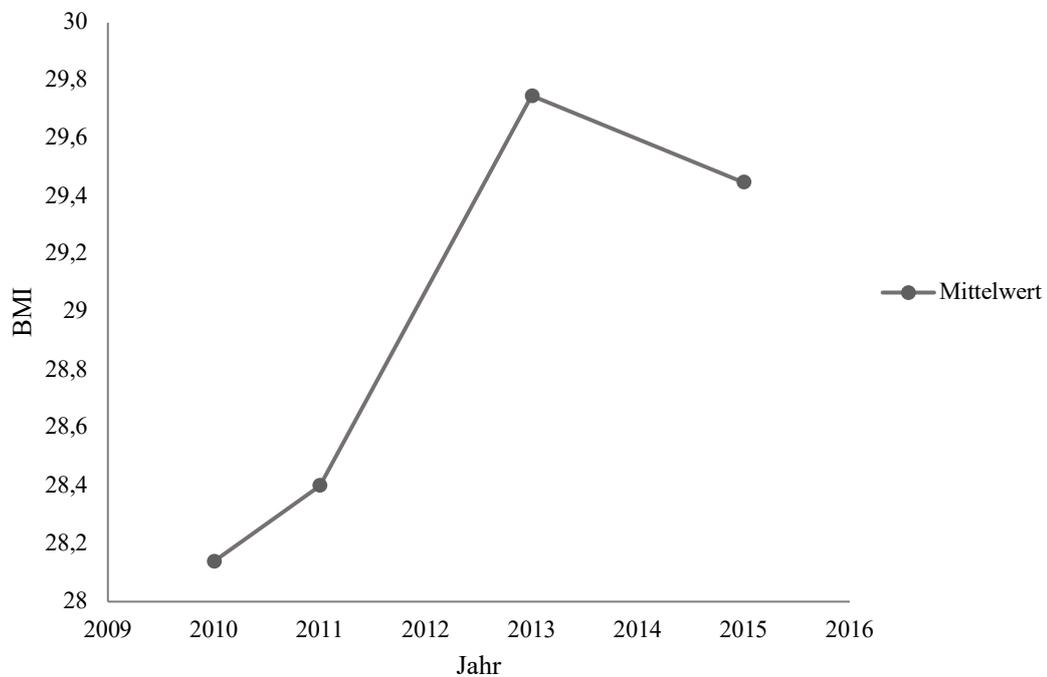


Abbildung 12. BMI-Anstieg der orthopädischen Patientengruppe.

Weiterhin wurde der Unterschied zwischen Patienten mit Kox- und Gonarthrose untersucht. Eingeschlossen wurden N= 479 Patienten mit Koxarthrose und N= 332 mit Gonarthrose. 1589 Patienten konnten aufgrund von fehlenden Daten nicht eingeschlossen werden.

Patienten, die sich zur Implantation einer Knie-TEP vorstellten, wiesen einen signifikant höheren BMI ( $M = 31,21 \pm 5,87 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) auf, als Patienten, die sich zur Implantation einer Hüft-TEP vorstellten ( $M = 27,74 \pm 5,54 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) ( $p < 0,001^*$ ) (s. Tabelle 5).

*Tabelle 5*

BMI-Vergleich der orthopädischen Patientengruppe nach OP-Art

Diagnose	N	BMI (M) in $\text{kg}/\text{m}^2 \pm \text{SD}$	p
Koxarthrose	479	27,74 $\pm$ 5,54	< 0,001*
Gonarthrose	333	31,21 $\pm$ 5,87	

Patienten, die zur Implantation einer Hüft-TEP vorstellig wurden, waren im Jahr 2015 signifikant schwerer als in den vorangegangenen Jahren. ( $p = 0,047$ ). Es zeigte sich eine Zunahme von einem BMI  $M = 26,77 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2010 auf  $M = 28,15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2015. Bei den Patienten, die eine Knie-TEP erhielten, war der Unterschied nicht signifikant ( $p = 0,812$ ). Hier betrug der BMI  $M = 31,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2010 und  $M = 31,34 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2015 (s. Tabelle 6 und Abbildung 13).

*Tabelle 6*

BMI-Anstieg der orthopädischen Patientengruppe nach OP-Art

Operationsjahr	BMI (M) in $\text{kg}/\text{m}^2 \pm \text{SD}$	
	Hüft-TEP	Knie-TEP
2010	26,77 $\pm$ 5,24	31,24 $\pm$ 5,21
2011	28,11 $\pm$ 8,92	30,36 $\pm$ 6,86
2013	27,77 $\pm$ 5,81	32,81 $\pm$ 5,97
2015	28,15 $\pm$ 5,38	31,34 $\pm$ 6,48
p	= 0,047 *	= 0,812

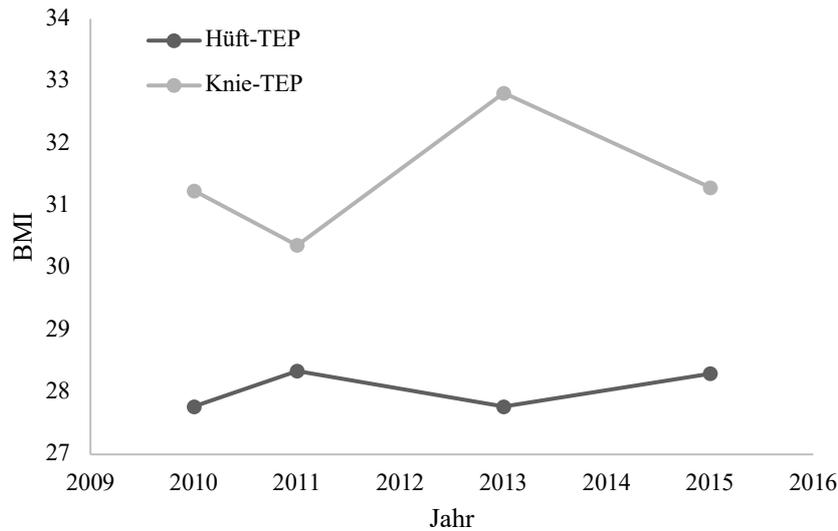


Abbildung 13. OP-Art abhängige Veränderung des BMIs in der orthopädischen Patientengruppe.

Es wurden neben der Entwicklung des BMI im Verlauf der Zeit auch die Entwicklung in Abhängigkeit vom Alter untersucht (< 75 Jahr oder ≥ 75 Jahre).

648 Patienten waren zum OP-Zeitpunkt unter 75 Jahre alt und 164 Patienten waren über 75 Jahre alt. Die Patienten < 75 Jahre hatten im Durchschnitt einen signifikant höheren BMI ( $M = 29,45 \pm 6,13 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) im Vergleich zu den Patienten ≥ 75-Jährigen ( $M = 28,07 \pm 4,88 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ,  $p = 0,018$ ). (s. Tabelle 7).

Tabelle 7

BMI-Vergleich der orthopädischen Patientengruppe nach Alter

Alter zum OP-Zeitpunkt	N	BMI (M) in $\text{kg}/\text{m}^2 \pm \text{SD}$	p
<75 Jahre	648	$29,45 \pm 6,13$	< 0,018*
≥75 Jahre	164	$28,07 \pm 4,88$	

In Bezug auf die Gewichtsentwicklung von 2010 bis 2015 zeigte sich für die orthopädische Patientengruppe der < 75-Jährigen oder ≥ 75-Jährigen kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,095$ ). Sowohl die ältere als auch die jüngere Patientengruppe hatte über die Jahre einen gleichmäßigen BMI-Anstieg und keine der beiden Gruppen hatte im Vergleich zur anderen einen signifikanteren BMI-Anstieg (s. Tabelle 8 und Abbildung 14).

Tabelle 8

BMI-Anstieg der orthopädischen Patientengruppe nach Alter

Operationsjahr	BMI (M) in $\text{kg}/\text{m}^2 \pm \text{SD}$	
	<75 Jahre	$\geq 75$ Jahre
2010	29,04 $\pm$ 3,97	27,98 $\pm$ 2,86
2011	29,70 $\pm$ 8,02	27,66 $\pm$ 5,61
2013	30,21 $\pm$ 6,61	27,83 $\pm$ 4,77
2015	29,68 $\pm$ 5,98	29,35 $\pm$ 4,77
p	= 0,095	= 0,095

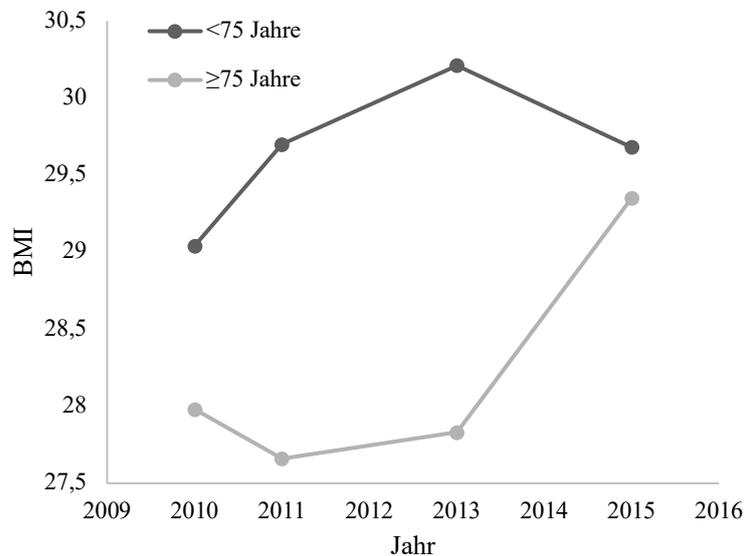


Abbildung 14. Altersabhängige Veränderung des BMIs in der orthopädischen Patientengruppe.

Das Durchschnittsalter der Patienten, die eine Hüft-TEP erhalten haben, war zum Operationszeitpunkt 63,8 Jahre. Das Alter der Patienten, die bei der Operation einen BMI  $> 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  aufwiesen, lag durchschnittlich bei 63,2 Jahren und war nicht signifikant unterschiedlich zu den Patienten mit einem BMI  $< 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  (64 Jahre,  $p = 0,284$ ).

Das Alter der Gonarthrose-Patienten betrug im Durchschnitt zum OP-Zeitpunkt 68,3 Jahre, wobei die nicht adipösen Knie-TEP Patienten im Durchschnitt ein Alter von 69,6 Jahren hatten und somit signifikant älter waren als die adipösen Knie-TEP Patienten (67,2 Jahre) ( $p = 0,008^*$ ).

Es zeigte sich kein signifikanter Altersunterschied zwischen adipösen und nicht-adipösen Patienten zum Zeitpunkt der OP ( $p = 0,114$ ).

Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

*Tabelle 9*

Durchschnittsalter adipöser und nicht-adipöser Patienten zum OP-Zeitpunkt

OP-Art	Alter zum OP-Zeitpunkt gesamt	Alter Adipöser zum OP-Zeitpunkt	Alter nicht-Adipöser zum OP-Zeitpunkt	p
Hüft-TEP	63,8 Jahre	63,2	64	= 0.284
Knie-TEP	68,3 Jahre	67,2	69,6	= 0.008*

Weiterhin erfolgte der BMI-Vergleich zwischen den Geschlechtern. 318 Patienten waren männlich und 494 Patienten weiblich. Zwischen den männlichen Patienten ( $M = 29,31 \pm 5,12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) und den weiblichen Patienten ( $M = 28,08 \pm 6,39 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) bestand kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des BMI ( $p = 0,169$ ) (s. Tabelle 10).

*Tabelle 10*

BMI-Vergleich der orthopädischen Patientengruppe nach Geschlecht

Geschlecht	N	BMI (M) in $\text{kg}/\text{m}^2 \pm \text{SD}$	p
männlich	318	$29,31 \pm 5,12$	= 0,169
weiblich	494	$28,08 \pm 6,39$	

Der Anstieg des BMIs ist bei beiden Geschlechtern über den Untersuchungszeitraum gleich. Weder die männliche noch die weibliche Patientengruppe hat signifikant an Gewicht zugenommen. Es besteht weder für weibliche ( $p = 0,101$ ) noch für männliche Patienten ( $p = 0,172$ ) ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Entwicklung des BMIs von 2010 bis 2015. (s. Tabelle 11 und Abbildung 15).

Tabelle 11

Geschlechtsabhängige Veränderung des BMIs bei der orthopädischen Patientengruppe

Operationsjahr	BMI (M) in kg/m <sup>2</sup> ± SD	
	männliche Probanden	weibliche Probanden
2010	27,34 ± 4,11	29,49 ± 3,42
2011	29,36 ± 9,71	29,1 ± 5,84
2013	30,84 ± 5,41	29,06 ± 6,81
2015	29,59 ± 5,04	29,61 ± 6,28
p	= 0,172	= 0,101

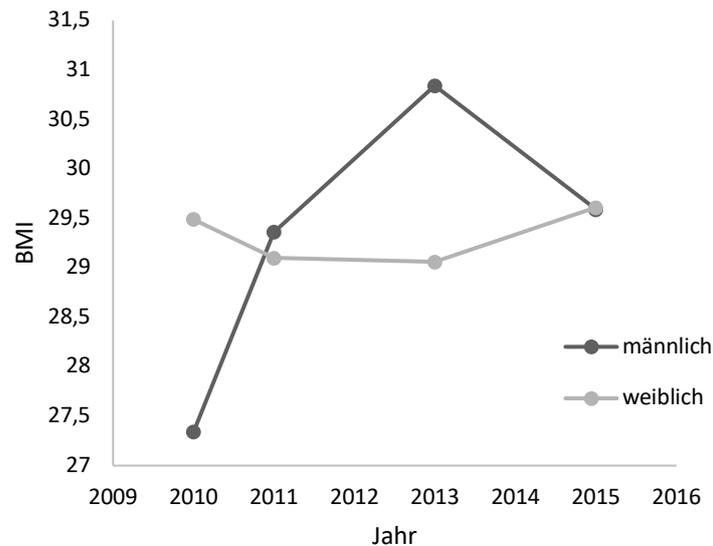


Abbildung 15. Geschlechtsabhängige Veränderung des BMIs in der orthopädischen Patientengruppe.

#### 4.3 BMI-Entwicklung drei Jahre nach Implantation einer Hüft- oder Knie-Totalendoprothese

Es folgt die Analyse der Patienten hinsichtlich ihres BMIs, OP-Komplikationen sowie im Follow-Up bestehender Beschwerden. Eingeschlossen wurden 383 Patienten, die 2015 eine Hüft- oder Knie-TEP erhielten. Für das Follow-Up im Jahr 2018 konnten 296 Patienten eingeschlossen

werden. 69 (18,02 %) Patienten waren nicht erreichbar, 11 (2,87 %) Patienten waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung verstorben und 7 (1,83 %) Patienten lehnten die Teilnahme an der Studie ab.

In der Follow-Up Untersuchung waren 222 (57,96 %) Patienten weiblich und 161 (42,04 %) männlich. Das Alter der Patienten der FU-Kohorte betrug präoperativ im Mittel  $65,61 \pm 11,83$  Jahre. 6 % der Patienten hatten im Jahr 2015 einen ASA-Score von 1, 62,92 % hatten einen ASA-Score von 2, 26,11 % hatten einen ASA-Score von 3 und 0,26 % der Patienten hatte einen ASA-Score von 4. Bei 4,7 % der Patienten ist 2015 keine Angabe zum ASA-Score erfolgt.

Insgesamt waren die Patienten präoperativ (Hüft- und Kniepatienten) signifikant leichter als postoperativ (BMI präoperativ  $M = 29,55 \pm 5,83 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ , vs. BMI postoperativ  $M = 30,12 \pm 6,74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ,  $p < 0,001^*$ ) (s. Abbildung 16).

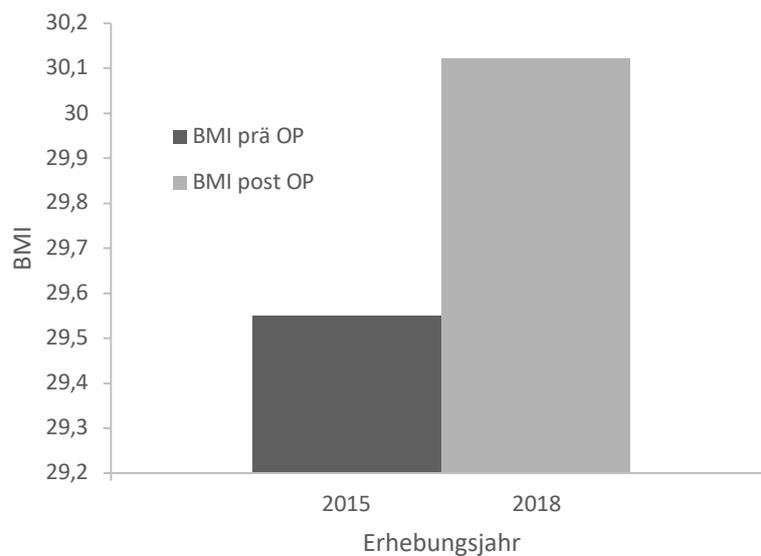


Abbildung 16. Altersabhängige Veränderung des BMIs in der orthopädischen Patientengruppe.

81 Patienten (27,36 %) haben nach der Operation an Gewicht verloren, 179 Patienten (60,47 %) haben zugenommen und 36 Patienten haben ihr Gewicht zum Zeitpunkt des 3-Jahres-Follow-Up gehalten (12,16 %).

168 / 296 (65,8 %) der Patienten erhielten eine Hüft-Totalendoprothese. Der durchschnittliche BMI der Hüftpatienten betrug präoperativ  $M = 28,43 \pm 5,74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  und postoperativ  $M = 29,20 \pm 5,64$

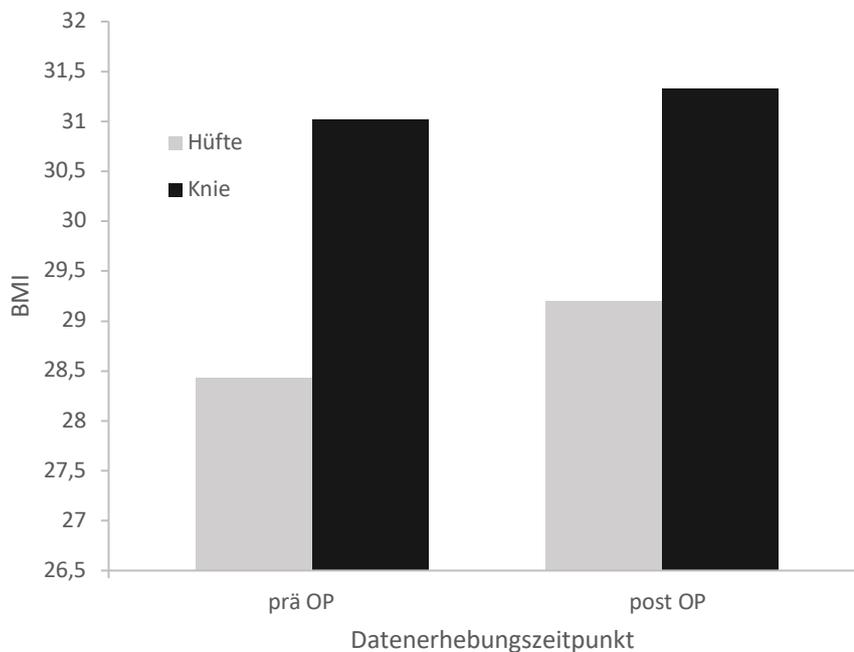
$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  . 128 / 296 (43,24 %) der Patienten erhielten eine Knie-TEP. Der durchschnittliche BMI der Kniepatienten betrug präoperativ  $M = 31,02 \pm 7,43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  und postoperativ  $M = 31,33 \pm 5,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  .

Die Patienten, die eine Knie-TEP erhielten, waren über den Untersuchungszeitraum signifikant schwerer als die Patienten, die eine Hüft-TEP erhielten ( $p = 0,001^*$ ). In Bezug auf die Gewichtszunahme über den Untersuchungszeitraum (zwischen beiden Subkohorten) konnte jedoch kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ( $p = 0,251$ ) (s. Tabelle 12 und Abbildung 17).

*Tabelle 12*

BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach OP-Art

BMI	M in $\text{kg}/\text{m}^2 \pm \text{SD}$		p
	Hüft-TEP Patienten	Knie-TEP Patienten	
prä OP	$28,43 \pm 5,74$	$31,02 \pm 7,43$	$= 0,251$
post OP	$29,20 \pm 5,64$	$31,33 \pm 5,5$	
p	$= 0,001^*$		



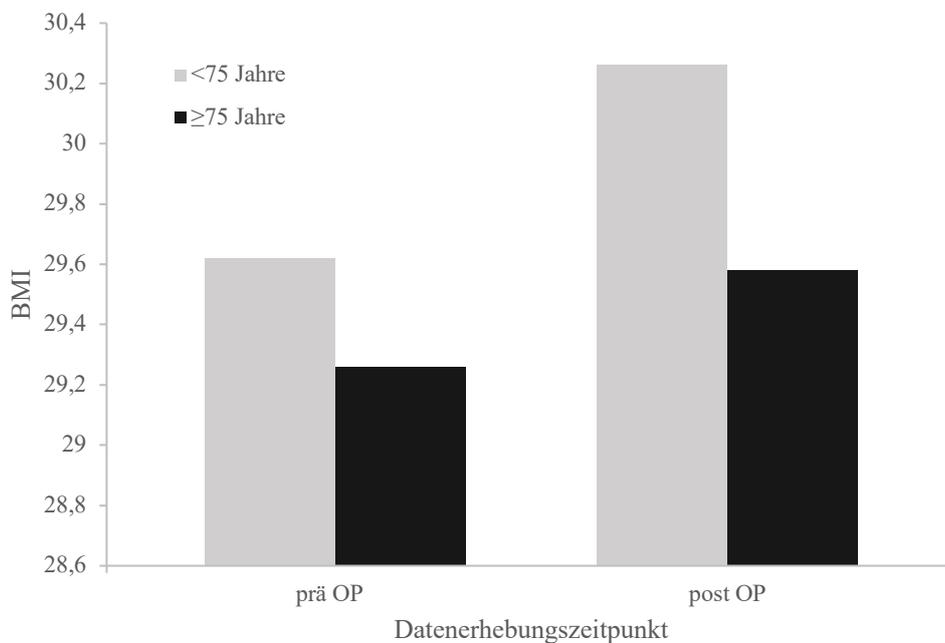
*Abbildung 17.* BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach OP-Art.

Bei der Indexoperation waren 263 / 296 (70,73%) der Patienten unter 75 Jahre alt. Tabelle 13 dokumentiert die Body Mass Indizes der jeweiligen Subkohorte bei der Indexoperation im Jahr 2015 und beim Follow-Up im Jahr 2018. Die jüngeren Patienten (<75 Jahre) waren über den untersuchten Zeitraum nicht signifikant schwerer als die älteren Patienten ( $\geq 75$  Jahre) ( $p = 0,552$ ). Auch in Hinblick auf die Gewichtsentwicklung im postoperativen Verlauf konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ( $p = 0,498$ ) (s. Tabelle 13 und Abbildung 18).

*Tabelle 13*

BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach Alter

BMI	M in $\text{kg}/\text{m}^2 \pm \text{SD}$		p
Alter	<75 Jahre	$\geq 75$ Jahre	
prä OP	29,62 $\pm$ 5,87	29,26 $\pm$ 5,74	= 0,498
post OP	30,26 $\pm$ 6,94	29,58 $\pm$ 5,88	
p	= 0,552		



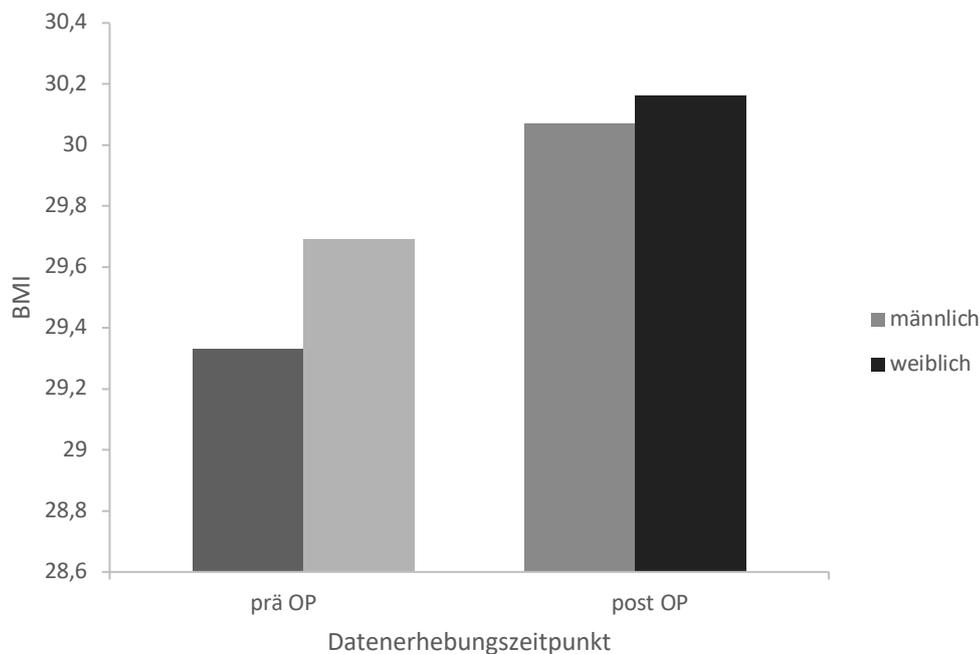
*Abbildung 18.* BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach Alter.

117 / 296 (39,53%) der Patienten waren männlich mit einem präoperativen BMI von  $M = 29,33 \pm 4,82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  und einem postoperativen BMI von  $M = 30,07 \pm 7,17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ . 179 / 296 (60,47%) der Patienten waren weiblich, mit einem präoperativen BMI von  $M = 29,69 \pm 6,42 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  und einem postoperativen BMI von  $M = 30,16 \pm 6,45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ . Die männlichen Patienten waren über den untersuchten Zeitpunkt nicht signifikant schwerer als die weiblichen Patienten ( $p = 0,752$ ). Auch in Hinblick auf die Gewichtsentwicklung im postoperativen Verlauf konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern nachgewiesen werden ( $p = 0,502$ ).

*Tabelle 14*

BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach Geschlecht

BMI	M in $\text{kg}/\text{m}^2 \pm \text{SD}$		p
Geschlecht	männlich	weiblich	
prä OP	$29,33 \pm 4,82$	$29,69 \pm 6,42$	$= 0,502$
post OP	$30,07 \pm 7,17$	$30,16 \pm 6,45$	
p	$= 0,752$		



*Abbildung 19.* BMI-Vergleich drei Jahre postoperativ nach Geschlecht.

42 / 296 (14,2 %) Patienten berichteten beim Follow-Up über Beschwerden. 14 Patienten berichteten über Bewegungseinschränkungen, 13 über persistierende Schmerzen, 8 über Schmerzen und Bewegungseinschränkungen und 7 Patienten berichteten über Komplikationen wie Infektion, Beinlängendifferenz, Neuropathie, Lungenarterienembolie und Instabilität, die unter Sonstiges zusammengefasst wurden, Wurden neben Schmerzen weitere Beschwerden (außer Bewegungseinschränkungen) angegeben, wurden die Symptome unter der Kategorie „Schmerzen“ subsumiert (s. Tabelle 15).

*Tabelle 15*

Anzahl der Patienten mit Komplikationen nach OP

	N	Anteil
Gesamtanzahl Patienten	296	100 %
Keine Komplikationen	254	85,8 %
Bewegungseinschränkungen	14	4,7 %
Schmerzen	13	4,4 %
Bewegungseinschränkungen und Schmerzen	8	2,7 %
Sonstige	7	2,4 %

Zwischen den Patienten, die Komplikationen hatten ( $M = 29,77 \pm 6,10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) und den Patienten, die keine Komplikationen aufwiesen ( $M = 29,54 \pm 5,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ), zeigte sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich ihres präoperativen BMI ( $p = 0,690$ ).

## 5. Diskussion

Im Rahmen der hier vorliegenden Studie wurde die Gewichtsentwicklung einer orthopädischen Patientengruppe vor endoprothetischer Versorgung mit der Allgemeinbevölkerung verglichen. Im Vergleich war der BMI nach WHO-Klassifikation in der orthopädischen Patientengruppe höher als in der Allgemeinbevölkerung. Außerdem konnte gezeigt werden, dass analog zur Allgemeinbevölkerung, auch ein Anstieg des Body Mass Indexes bei der orthopädischen Patientengruppe, die sich zu einer Hüft- oder Knie-TEP Operation in den Jahren 2010, 2011, 2013 oder 2015 vorstellte, zu verzeichnen ist. Ein signifikanter Unterschied zwischen erhöhtem BMI und dem Geschlecht oder dem Patientenalter konnte bei Patienten nicht festgestellt werden.

Neben dem primär erhöhten Body Mass Indexes der orthopädischen Patientengruppe konnte ein signifikanter Anstieg des Body Mass Indexes drei Jahre nach Implantation einer Hüft- oder Knie-TEP nachgewiesen werden. Dies steht im Gegensatz zu den Erwartungen der Patienten. Die meisten Patienten gehen von einer Gewichtsreduktion nach Implantation durch eine Zunahme der Beweglichkeit aus. Ein Zusammenhang zwischen einem erhöhten BMI und Komplikationen oder Revisionsoperationen konnte jedoch nicht belegt werden.

### 5.1 BMI-Entwicklung orthopädischer Patienten im Vergleich zu der deutschen Allgemeinbevölkerung

Neben einer Gewichtszunahme der deutschen Allgemeinbevölkerung über das letzte Jahrzehnt konnte in dieser Studie auch bei der orthopädischen Patientengruppe an einer deutschen Universitätsklinik, die zur Versorgung mit einer Hüft- oder Knie-Totalendoprothese vorstellig wurden, ein signifikanter Anstieg des Body Mass Indexes über den Untersuchungszeitraum von 2010 bis 2015 nachgewiesen werden.

2009 lag der mittlere BMI der Allgemeinbevölkerung, dargestellt anhand der BMI-Klassifikation der WHO, bei  $2,75 (\pm 0,75)$ . 14,7 % der Erwachsenen in Deutschland waren im Jahr 2009 adipös ( $\text{BMI} > 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ). Davon waren 15,7 % männlich und 13,8 % weiblich. 2013 lag dieser Anteil bereits bei 15,7 % (17,1 % männlich und 14,3 % weiblich). Folglich wird hier ein dezenter Anstieg des Anteils an adipösen Personen in der Allgemeinbevölkerung abgebildet.

Finkelstein et al. erwarten in Großbritannien bis 2025 einen Anteil von 47 % adipösen Männern und 36 % adipösen Frauen im Alter zwischen 21 und 60 Jahren. Bis 2050 wird dieser Anteil an Erwachsenen voraussichtlich auf 60 % bei Männern und 50 % bei Frauen ansteigen (46). Auch in Deutschland sieht der Trend ähnlich aus. In einer Studie von Westphal und Doblhammer wird davon ausgegangen, dass die Zahl der Adipösen bis 2030 um 80 % steigen wird, falls der, zwischen 1999 und 2009, verzeichnete Anstieg sich im gleichen Tempo fortsetzt (47).

Im Gegensatz zur Allgemeinbevölkerung, mit einem Mittelwert des BMIs von 2,76 ( $\pm 0,75$ ) (Skalierung aufgrund der vorliegenden Daten des statistischen Bundesamtes nicht anders möglich, siehe Material und Methoden Teil), zeigten Patienten mit einer Kox- und Gonarthrose an unserer Klinik einen signifikant höheren Wert von 3,14 ( $\pm 0,84$ ) (abgebildet durch die BMI-Klassifikation) auf. 39,7 % der Patienten waren adipös ( $\text{BMI} > 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ). Der Anteil an adipösen Erwachsenen mit einer Kox- oder Gonarthrose war somit gegenüber der Normalbevölkerung signifikant erhöht. Welton et al. konnten mit Hilfe von Daten des amerikanischen „Center for disease control“ (CDC) von 2011 bis 2012 den Anteil von adipösen Patienten einer endoprothetischen Schwerpunktlinik mit der Allgemeinbevölkerung vergleichen. 54,5 % des orthopädischen Patientenlientels waren adipös im Gegensatz zu einem Anteil von 34,9 % in der amerikanischen Allgemeinbevölkerung (4). Weiterhin wird vor allem bei Patienten mit Gonarthrose, die sich zur Operation einer Knie-TEP vorstellen, davon berichtet, dass ca. 90 % adipös waren und der durchschnittliche BMI dieses Patientenlientels bei  $30,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  lag (47). In unserer Studie lag der Anteil adipöser Patienten, die sich mit einer Gonarthrose zur Implantation einer Knie-TEP vorstellten, bei 56,5 %.

Apold et al. konnten nachweisen, dass ein erhöhter BMI die Wahrscheinlichkeit erhöht, im Laufe des Lebens eine endoprothetische Versorgung des Hüft- oder Kniegelenks zu benötigen (48). Auch Choong et al. beobachteten einen Anstieg der Anzahl orthopädischer Patienten, die adipös sind und zur endoprothetischen Versorgung kommen (32).

Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass die Zeit zwischen dem Gelenkersatz auf der einen und dem auf der anderen Seite sich bei einem höheren Körpergewicht verkürzt (49).

Unsere Studie ist zum einen, neben der Studie von Welton et. al (4), unseres Wissens nach, die einzige Studie, die die präoperative Prävalenz von Adipositas vor Implantation einer Totalendoprothese des Hüft- oder Kniegelenks aufzeigt. Vorangegangene Studien untersuchten lediglich das postoperative Gewicht und den BMI. Diese Unterscheidung ist bedeutsam, weil sie die Möglichkeit der Ärzte hervorhebt, als Befürworter von Gesundheit und Gewichtsabnahme bei

adipösen Patienten zu fungieren, sowie die Aufklärung im Bezug auf Adipositas zu verbessern, das Operationsrisiko zu verringern und die auf die Möglichkeit z.B. einer bariatrischen Intervention aufmerksam zu machen. Zum anderen fehlen bisher Daten aus Deutschland in diesem Umfang.

## 5.2 BMI bei Patienten mit Gon- und Koxarthrose vor Implantation einer Totalendoprothese

In dieser retrospektiven Datenanalyse zeigte sich ein signifikanter Anstieg des Body Mass Indexes des orthopädischen Patientenklentels von Patienten, die 2010 bei Kox- und Gonarthrose zur Implantation einer Totalendoprothese des jeweiligen Gelenkes vorstellten gegenüber den Patienten, die 2011, 2013 oder 2015 vorstellig wurden. Der BMI der Patientengruppe stieg von Jahr zu Jahr an. Patienten, die sich im Jahr 2010 zur Implantation einer Hüft- oder Knie-TEP vorstellten, zeigten einen Body Mass Index von  $M = 28,14 (\pm 5,67) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ . Dahingegen lag der Body Mass Index vor Implantation der Hüft- oder Knie-TEP im Jahr 2015 bei  $M = 29,45 (\pm 5,69) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  ( $p = 0,028$ ).

Patienten mit einer Koxarthrose zeigten präoperativ einen deutlich geringeren BMI ( $27,7 (\pm 5,54) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) als die Patienten mit einer Gonarthrose ( $31,2 (\pm 5,87) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) ( $p < 0,001$ ). Diese BMI-Verteilung stimmt mit den Erkenntnissen anderer Studien überein. Ast et al. zeigten bei  $N = 3893$  Hüft-TEP und  $N = 3036$  Knie-TEP Patienten eine ähnliche BMI-Verteilung. Hier hatten Patienten vor Implantation einer Hüft-TEP einen BMI von  $27,9 (\pm 5,2) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  und die Patienten die eine Knie-TEP erhielten von  $30,2 (\pm 5,9) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  (50). Auch Teichthal et al. zeigten bei  $N = 64$  Patienten, dass Hüftpatienten präoperativ mit einem BMI von  $29,2 (\pm 5,7) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  schlanker als die Kniepatienten mit einem BMI von  $31,5 (\pm 6,3) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  waren. Eine Signifikanz wurde jedoch nicht erreicht ( $p = 0,16$ ) (14). Diese Verteilung stimmt mit der Erkenntnis überein, dass die Adipositas einen größeren Einfluss auf die Entwicklung einer Gonarthrose als auf die Entwicklung einer Koxarthrose hat (51).

In die hier vorgelegte Untersuchung gingen Daten von 648 Patienten < 75 Jahren und 164 Datensätze von  $\geq 75$ -jährigen Patienten ein. Die Patienten < 75 Jahre hatten im Durchschnitt einen höheren BMI ( $M = 29,45 (\pm 6,13) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ) im Vergleich zu den  $\geq 75$ -Jährigen ( $M = 28,07 (\pm 4,88) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ). Dieser Unterschied war signifikant ( $p = 0,018$ ). Dies könnte unter anderem am zunehmenden Abbau von Muskelmasse mit fortschreitendem Alter (Sarkopenie) und dem damit zusammenhängenden Gewichtsverlust liegen.

Die Patienten mit einer Gonarthrose waren zum OP-Zeitpunkt im Durchschnitt 68,3 Jahre alt. Normal- bis übergewichtige Gonarthrose-Patienten waren im Durchschnitt 69,7 Jahre alt und somit signifikant älter als die Patienten mit einer Adipositas. Patienten mit Adipositas waren im Durchschnitt 67,2 Jahre alt ( $p = 0,008^*$ ) zum OP-Zeitpunkt. Das durchschnittliche Alter lag bei den Koxarthrose-Patienten bei 63,8 Jahren. Adipöse Patienten waren im Durchschnitt 63,2 Jahre alt, wobei normal- bis übergewichtige Patienten im Durchschnitt 64 Jahre alt waren ( $p = 0,284$ ). Dieses Ergebnis stimmt mit den von der WHO ausgewiesenen Risikofaktoren zum Übergewicht überein, nach denen Adipositas nicht nur ursächlich für kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes, bestimmte Formen von Krebs usw. sein kann, sondern auch die Ursache einer (frühen) Osteoarthrose.

Gurunathan et al. zeigten in ihrer Studie mit  $N = 1665$  eingeschlossenen Knie-TEP Patienten eine ähnliche Altersverteilung wie in unserer Untersuchung. Im Durchschnitt waren Patienten zum Zeitpunkt der Operation 69 Jahre alt. Hier waren jedoch die Patienten mit einer Adipositas Grad 3 mit 63 Jahren signifikant jünger als die Patienten in den niedrigeren BMI-Klassen ( $p < 0,001$ ) (31). In der Studie von Jameson et al. betrug das Durchschnittsalter von  $N = 2656$  Hüftpatienten 73,3 Jahre. Hier waren Patienten ab einer Adipositas Grad 3 mit 70,7 Jahren signifikant jünger ( $p < 0,001$ ) (52).

Changulani et al. wiesen eine deutlichere Altersdifferenz zum Operationszeitpunkt zwischen  $N = 1025$  Kox- und  $N = 344$  Gonarthrosepatienten nach (65 Jahre vs. 72 Jahre). Sie zeigten, dass mit steigendem BMI sowohl Hüft- als auch Knie-TEP Implantationen in einem jüngeren Alter durchgeführt werden mussten. Eine statistische Relevanz wurde jedoch erst bei einem BMI von  $35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  erreicht ( $p < 0,05$ ). Diese Daten belegen, dass extreme Adipositas oft dazu führt, dass eine frühzeitige Gelenkersatzoperation notwendig wird (53). Hier ist allerdings zu ergänzen, dass die Anzahl der extrem adipösen Patienten in der oben genannten Studie deutlich geringer war als die Anzahl der Normal- bis Übergewichtigen.

Zudem berücksichtigt keine der Studien das Aktivitätenlevel der Patienten. Durch erhöhte Aktivität der Patienten kann es zu einer Arthrose des Hüft- oder Kniegelenkes auch schon in jüngeren Jahren kommen, ohne dass eine Adipositas ursächlich zugrunde liegt (54). Darüber hinaus wurde in unserer Studie nicht in BMI-Grade eingeteilt, sondern lediglich übergewichtig und nicht übergewichtig miteinander verglichen, was die Vergleichbarkeit mit den anderen Studien einschränkt.

60,8 % all unserer Patienten waren weiblich. In den meisten Vergleichs-Studien lag der Anteil der weiblichen Patienten ebenfalls zwischen 55 % und 70 % (55)(48)(24)(31). Dies erklärt sich zum einen durch eine erhöhte Prävalenz von Adipositas bei Frauen in Deutschland (20,2 % adipöse Frauen; 17,1 % adipöse Männer) (56), zum anderen durch den Zusammenhang zwischen Alter und Häufigkeit der Arthrose (57) bei höherer Lebenserwartung der weiblichen Bevölkerung. Andere Studien begründen die Geschlechterverteilung bezogen auf die Häufigkeit der Arthrose der Hüfte und des Knies mit den anatomischen Unterschieden bei Männern und Frauen, vermehrt stattgehabtem Trauma bei Männern, sowie mit genetischen und hormonellen Unterschieden bei Frauen (58).

### **5.3 BMI-Entwicklung drei Jahre nach Implantation einer Hüft-oder Knie-Totalendoprothese**

2015 lag der Durchschnitts-BMI bei  $29,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  mit einem signifikanten postoperativen Anstieg auf  $30,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  ( $p < 0,001$ ) im Jahr 2018. Heisel et al. untersuchten den Gewichtsverlauf von 100 Patienten ein Jahr nach Hüft- und Knie-TEP und kamen zu dem Ergebnis, dass sowohl Hüft- als auch Kniepatienten postoperativ eine Gewichtszunahme aufwiesen ( $p < 0,0001$ ). Die durchschnittliche postoperative Gewichtszunahme betrug bei dieser Studie 1,2 kg (59). Im Gegensatz zu unserer Studie wurden hier jedoch alle Patienten von nur einem Operateur operiert.

Schwartzmann et al. zeigten bei 100 Hüft-TEP Patienten, dass es insgesamt zu einem BMI-Anstieg von  $0,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  der Patienten kam, jedoch zeigte sich ab einem BMI von  $30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  eine minimale Gewichtsabnahme. Die Gewichtsveränderungen waren jedoch statistisch nicht signifikant (44) . Hier betrug das mittlere Follow-Up 24,6 Monate.

Es gibt jedoch auch Studien, die einen präoperativen Gewichtsverlust aufzeigten. Hier sei die Studie von Paans et. al genannt, der die postoperative Gewichtsentwicklung 1,0 und 4,5 Jahre nach Operation dokumentierte und eine signifikante Gewichtsreduktion feststellte (60).

Diese Studien wurden jedoch in unterschiedlichen Ländern mit verschiedenen Ehtnien, unterschiedlichen Essgewohnheiten und Aktivitäten durchgeführt, was einen Einfluss auf die Gewichtsentwicklung gehabt haben könnte.

Hüftpatienten zeigten in unserer Studie einen Anstieg des Body Mass Indexes von 28,43 ( $\pm 5,74$ )  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2015 auf 29,20 ( $\pm 7,43$ )  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2018. Auch die Patienten mit einer Gonarthrose zeigten einen minimalen Gewichtsanstieg von 31,02 ( $\pm 5,64$ )  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2015 auf 31,33 ( $\pm 5,50$ )  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2018. Die Patienten, die eine Knie-TEP erhielten, waren über den Untersuchungszeitraum signifikant schwerer als die Patienten, die eine Hüft-TEP erhielten ( $p = 0,001$ ). In Bezug auf die Gewichtszunahme über den Untersuchungszeitraum zwischen beiden Subkohorten konnte jedoch kein signifikanter Unterschied hergestellt werden ( $p = 0,251$ ). Heisel et al. konnte bei  $N = 100$  Probanden auch keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,6$ ) zwischen den beiden Gruppen beobachten (59). Ebenso konnte Naylor et al., der  $N = 1191$  Probanden einschloss, von denen 16,1 % der Knie-TEP Patienten  $\geq 5$  % zunahm und 19,6 % über 5 % abnahmen, sowie 15,8 % der Hüft-TEP Patienten  $\geq 5$  % zunahmen und 17,8 % über 5 % abnahmen, keinen Unterschied zwischen den Gruppen feststellen (61). Zeni et al. konnten bei 106 Knie-TEP Patienten zeigen, dass ca. 47 % der untersuchten Patienten mit einer Gonarthrose zwei Jahre postoperativ an Gewicht zunahmen ( $p < 0,001$ ). Die durchschnittliche Gewichtszunahme betrug 6,4 kg (63). Zeni et al. untersuchten zudem das Gewicht einer Kontrollgruppe (31 Probanden ohne Knieschmerzen) im gleichen Zeitraum, in der kein Gewichtsanstieg verzeichnet wurde und schlossen somit den normalen Alterungsprozess als Ursache der Gewichtszunahme aus.

In der hier vorgelegten Untersuchung betrug der BMI bei Patienten  $< 75$  Jahre 29,62 ( $\pm 5,87$ )  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2015 und 30,26 ( $\pm 6,94$ )  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2018. Patienten ab einem Alter von 75 Jahren hatten einen durchschnittlichen BMI von 29,26 ( $\pm 5,74$ )  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  in 2015 und 29,58 ( $\pm 5,88$ )  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2018. Die jüngeren Patienten ( $< 75$  Jahre) waren über den untersuchten Zeitraum nicht signifikant schwerer als die älteren Patienten ( $> 75$  Jahre) ( $p = 0,552$ ). Auch in Hinblick auf die Gewichtsentwicklung

im postoperativen Verlauf konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ( $p = 0,498$ ). Naylor et al. konnten bei 1191 Hüft- und Knie-TEP Patienten bei einem 3 Jahres Follow-Up nachweisen, dass ein jüngeres Alter und ein niedrigerer BMI vor der Operation signifikant mit einer Gewichtszunahme 3 Jahre nach OP zusammenhängen (61). Dahingegen zeigten Ast et al., dass ein höheres Alter mit einem geringeren Gewichtsanstieg (definiert als Gewichtsveränderung von mindestens 5 %) bei 3893 Hüft- ( $p = 0,0067$ ) und 3036 Knie-TEP ( $p = 0,0018$ ) Patienten 2 Jahre postoperativ einhergeht (50). Auch Inacio et al. zeigten bei 30.632 Patienten ein Jahr nach Hüft- und Knie-TEP Implantation, dass ältere Patienten weniger Gewicht zunehmen (definiert als Gewichtsanstieg von 5 %). Nach Hüft-TEP betrug der durchschnittliche Rückgang des Gewichts postoperativ 1,0 % pro Jahr Alterszunahme. Nach Knie-TEP ging jedes zusätzliche Lebensjahr mit einer Gewichtsabnahme um 2.0 % einher (41).

Ungewollter Gewichtsverlust (sprich 5 % Gewichtsverlust innerhalb eines Jahres) tritt bei 15 % bis 20 % der älteren Bevölkerung (Personen über 65 Jahre) auf (62). Dieser Fakt spricht dafür, dass bei einem Teil der älteren Patienten, unabhängig von der Operation, ein Gewichtsverlust durch andere Erkrankungen zu berücksichtigen ist.

Männliche Patienten zeigten in unserer Untersuchung einen Anstieg des BMIs von  $29,33 (\pm 4,82) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  auf  $30,07 (\pm 7,17) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2018. Weibliche Patienten zeigten einen ähnlichen signifikanten Anstieg des BMIs von  $29,69 (\pm 6,42) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2015 auf  $30,16 (\pm 6,45) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  im Jahr 2018. Die männlichen Patienten waren über den untersuchten Zeitpunkt nicht signifikant schwerer als die weiblichen Patienten ( $p = 0,752$ ). Auch in Hinblick auf die Gewichtsentwicklung im postoperativen Verlauf konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern nachgewiesen werden ( $p = 0,502$ ). Dies zeigte sich auch in der Studie von Schwartzmann et.al, in der die Gewichtsentwicklung von 91 Patienten 18 Monate nach Implantation einer Knie totalendoprothese aufgezeichnet wurde. Hier zeigte sich auch kein Unterschied zwischen den Geschlechtern (44).

Auch Dowsey et al. konnte in seinen Studien ein Jahr nach Hüft- oder Knie-TEP keinen Zusammenhang zwischen Geschlecht und postoperativer Gewichtsentwicklung herstellen (24) (25). Diese Studien inkludierten eine ähnliche Anzahl an Patienten (511 Hüft-TEP und 573 Knie-TEP).

Ast et al. zeigten, dass weibliche Patienten, sowohl nach Hüft-TEP (OR, 2.20 [95 % CI, 1.58 bis 3.07]) als auch nach Knie-TEP (OR, 1.62 [95 % CI, 1.31 bis 2.01];  $p < 0,0001$ ), eher Gewicht verloren als männliche Patienten (50).

In der Studie von Inacio et al. zeigte sich ein Jahr nach Implantation einer Knie-TEP, dass es für männliche Patienten unwahrscheinlicher war, Gewicht zu verlieren als für weibliche Patienten (OR = 0.62, 95% CI 0.57-0.68). Ein Jahr nach Implantation einer Hüft-TEP hatten weibliche Patienten eine größere Tendenz Gewicht zu verlieren (OR = 0.79, 95% CI = 0.69-0.92) oder zuzunehmen (OR = 0.86, 95% CI = 0.77- 0.96) (41).

Im Gegensatz zu den Ergebnissen unserer Studie sprechen verschiedene biomechanische und sozioökonomische Gründe sowie unterschiedliche Verhaltensmuster der Geschlechter eher dafür, dass weibliche Patienten eine höhere Prävalenz für Schwierigkeiten bei der Gewichtsabnahme aufweisen als männliche Patienten (64). Der Ernährungsansatz von Männern ist unkompliziert und genussorientiert, während Frauen eher ambivalent eingestellt sind. Zurückhaltende Ernährung, Diäten und Essstörungen sind bei Frauen deutlich häufiger. Männer hingegen kontrollieren ihr Gewicht durch Sport und Diäten nur aus gesundheitlichen Gründen. Frauen sind häufiger von Problemen mit ihrem Essverhalten, wie z. B. Heißhunger auf spezielle Lebensmittel, betroffen als Männer.

Die Gründe für das unterschiedliche Essverhalten und die unterschiedlichen Einstellungen zur Ernährung sind in psychologischen und soziokulturellen Faktoren zu finden. Typischerweise ist bei Männern das Körperfett viszeral verteilt, was mit einem höheren Risiko für Begleiterkrankungen einhergeht. Andererseits kann viszerales Körperfett leichter reduziert werden (65).

## 5.4 Zusammenhang des BMIs mit postoperativen Komplikationen

42 von 296 Patienten zeigten bei der Follow-Up-Untersuchung Beschwerden. Typische Beschwerden waren Bewegungseinschränkungen ( $n = 14$ ), Schmerzen ( $n = 13$ ), Schmerzen und Bewegungseinschränkungen ( $N = 8$ ). Sonstige Einschränkungen (Infektionen, Lungenarterienembolie, Instabilität, Revisionen) wurden bei 7 Patienten erfasst. Die Patienten ohne Komplikation zeigten einen BMI von  $29,54 (\pm 5,82) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ . Die Patienten, die peri- oder postoperative Komplikationen bis 2018 nach Hüft- oder Knie-TEP aufwiesen, zeigten mit  $29,77 (\pm 6,10) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  keinen signifikant höheren BMI ( $p = 0,690$ ). Es konnte somit kein signifikanter Zusammenhang zwischen BMI und der Häufigkeit der Komplikationen hergestellt werden, wobei die Komplikationshäufigkeit insgesamt gering war.

Friedman et al. konnten bei  $> 12.000$  eingeschlossenen hüft- und knieendoprothetisch versorgten Patienten keine erhöhte Rate an venösen Thromboembolieereignissen ( $p = 0,9475$ ) oder Blutungsraten ( $p = 0,6146$ ), hier bei Patienten mit einer Adipositas  $> 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ , herstellen (67).

Dahingegen zeigten Lübbecke et al. und Namba et al., dass adipöse Patienten mit einer Kox- und Gonarthrose ein erhöhtes Infektionsrisiko aufwiesen (68) (69).

Sadr et al. beschrieben ebenfalls ein um 58 % gesteigertes Risiko für kardiovaskuläre und thromboembolische Ereignisse bei Patienten mit Adipositas nach einer Hüft-TEP-Operation (70).

Yeung et al. konnten bei 2561 Hüft- und Knie-TEP Patienten nachweisen, dass adipöse Patienten sowohl nach Hüft-TEP, als auch nach Knie-TEP im Harris-Hip-Score und im Hospital for Special Surgery Knee Score (HSS-Score) (beide Scores erfassen Schmerzen, Laufstrecke, Beweglichkeit und Funktion des Gelenks), eine geringere Beweglichkeit als Normalgewichtige aufzeigten (Harris Hip Score:  $p < 0,001$  und HSS Score (Knie)  $p < 0,05$ ) (71). Die Studie kam zu dem Schluss, dass adipöse Patienten nicht mehr Schmerzen postoperativ haben als Normalgewichtige. Außerdem zeigte sich keine erhöhte Revisionsrate bei adipösen Patienten.

Boyce et al. berichtete dagegen von einer signifikant erhöhten Revisionsrate 7 Jahre nach Knie-TEP ab einem Adipositas Grad III (34). Auch Marks et al. konnten bei  $N = 1021$  primärendoprothetisch versorgten Patienten mit Koxarthrose ein erhöhtes Revisionsrisiko bei Patienten mit Adipositas belegen ( $P \leq 0,008$ ) (72). Cherian et al. konnten in einer Metaanalyse

von 21 Studien auch langfristig keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Adipositas und aseptischer Lockerung nach Hüft- ( $p = 0,96$ ) und Knie-TEP ( $p = 0,22$ ) herstellen (66).

Die Mehrheit der Studien zeigte somit im Gegensatz zu unserer durchgeführten Untersuchung einen Zusammenhang zwischen einem erhöhten Gewicht und Komplikationen. Die unterschiedlichen Ergebnisse hinsichtlich der Komplikationsraten lassen sich zum einen daraus herleiten, dass wir die Komplikationsrate nur bei der Befragung erfasst haben aber keine Untersuchungen durchgeführt wurden. Außerdem wurden Daten nach unterschiedlichen Zeiträumen erhoben (Auftreten von Komplikationen 10 Jahre nach Implantation (s. Yeung et al.) vs. sechs bis acht Wochen postoperativ (s. Friedmann et al.)). Darüber hinaus hatten die Studien eine sehr unterschiedliche Anzahl an Teilnehmern und der Anteil an übergewichtigen Teilnehmern variierte stark.

Eine Gewichtsabnahme könnte präoperativ sinnvoll sein, um frühe und späte postoperative Komplikationen zu minimieren (73). Ab welchem BMI eine Gewichtsabnahme zwingend erfolgen sollte, wird jedoch kontrovers diskutiert. Dem gegenüber steht eine Untersuchung von Foster et al., in der alle Patienten, unabhängig vom BMI, eine Verbesserung der Lebensqualität nach Implantation einer Hüft-TEP aufwiesen, sodass adipöse Patienten auch ein Anrecht auf eine Gelenkersatzoperation haben sollten (74). Notwendig ist selbstverständlich immer eine adäquate Risikoaufklärung.

## 5.5 Relevanz des BMIs in der Endoprothetik

Ein erhöhter BMI stellt ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Komplikationen bei Implantation einer Hüft- oder Knie-Totalendoprothese dar. Dies ist sowohl chirurgisch durch den Operateur als auch interdisziplinär abzuklären.

Lewentowski et al. zeigten, dass sich eine Gewichtsabnahme positiv auf die Entwicklung der Arthrose auswirkt und somit angestrebt werden sollte (75). March et al. ermittelten, dass das Risiko an Osteoarthrose zu erkranken um 36 % bei jeder Gewichtszunahme um 5 % steigt (76). Andere Studien kamen zu dem Schluss, dass eine Gewichtsreduktion um 10 % des ursprünglichen Körpergewichts zu einer signifikanten Schmerzreduktion führt (77).

Belegt ist in vielen Untersuchungen ein Zusammenhang zwischen Gewicht und der Schwere der Osteoarthrose. So hatten adipöse Patienten weit gravierendere Gelenksdegenerationen als Normalgewichtige (78). Dies wird vor allem auf die erhöhte Belastung der Gelenke durch die Adipositas zurückgeführt (79). Auch die Mobilität nahm mit steigendem Gewicht und dem Vorhandensein einer Arthrose ab. Dies führte zu einem Teufelskreis, in dem es durch weniger Bewegung zu einer Gewichtszunahme bei gleichzeitigem Verlust der Muskelmasse kam, was die Symptomatik dann weiter verschlechterte (80). Dementsprechend ist bei Patienten mit Osteoarthrose möglichst früh eine Gewichtsreduktion anzustreben, um die Lebensqualität und die Krankheitsentwicklung inklusive Symptomreduktion positiv zu beeinflussen und die Implantation der Totalendoprothese möglichst lange hinauszuzögern.

Außerdem zeigten Studien, dass sich das Outcome nach Implantation einer TEP verbesserte, wenn präoperativ eine Gewichtsreduktion stattgefunden hat. Severson et al. untersuchten adipöse Patienten, die sich vor Implantation der Totalendoprothese einer Magenverkleinerung mittels gastric bypass oder gastric banding unterzogen. Diese Methoden führen sehr effektiv zu einer Reduktion des BMIs. Die Studie ergab, dass Patienten nach dem adipositaschirurgischen Eingriff eine kürzere OP-Dauer und geringere Komplikationshäufigkeit 90 Tage postoperativ aufwiesen (39).

In einer anderen retrospektiven Kohorten Untersuchung mit insgesamt 14.784 eingeschlossenen primären, arthrosebedingten Hüft- und Knieendoprothesenoperationen hatte eine präoperative Gewichtsreduktion von 5 % des Körpergewichts keinen positiven Einfluss auf die Häufigkeit von Wundinfektionen oder die stationärer Wiederaufnahme (55).

Dagegen ergaben die Untersuchungen von Huang et al., dass ungewollte Konsequenzen der Gewichtsabnahme wie z. B. eine Mangelernährung mit einem schlechteren Ergebnis nach Knie-TEP Implantation sowie postoperativem metabolischem Stress (katabole Stoffwechsellage oder Hyperglykämie) assoziiert sind (81). Mangelernährung führte laut der Studie von Cross et al. zudem zu einem erhöhten Risiko für Infektionen (82). Auch die Studie von Huang et al. zeigte eine signifikant höhere Komplikationsrate nach Knie-TEP Implantation bei mangelernährten Patienten (83).

In die Studie von A. Lilijensoe et al. wurden 76 Patienten vor Implantation einer Knie-TEP eingeschlossen. Die Hälfte der Patienten machte vor der Implantation eine 8-wöchige Diät. Die Diät-Gruppe zeigte signifikante Verbesserungen des generellen Gesundheitszustandes im Vergleich zur Kontrollgruppe. Darüber hinaus konnten 33 % mehr Patienten der Diät-Gruppe am OP-Tag aus dem Bett aufstehen und mobilisiert werden. Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied in der Funktion (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score) oder der Mobilität (6 Minute Walk Test) des Knies ein Jahr nach OP festgestellt werden (84).

Neben den positiven Effekten der Gewichtsreduktion, gibt es eine Reihe negativer Effekte. Zum einen ist die Lithogenität der Gallenflüssigkeit bei übergewichtigen Patienten erhöht (85) und steigt bei einer Gewichtsreduktion weiter an (86), was zur vermehrten Bildung von Gallensteinen führen kann. Weiterhin führt eine Gewichtsreduktion nicht nur zum Verlust von Fettmasse, sondern auch zum Verlust von Wasser und Proteinen, der nicht immer ausgeglichen werden kann (87).

Darüber hinaus kann eine Gewichtsreduktion vor allem bei stark übergewichtigen Patienten zu einer starken Diurese führen und so zu einem Verlust von Natrium und Kalium (88), sodass diese Elektrolyte substituiert werden sollten.

Ein Großteil der übergewichtigen Patienten weist eine Erhöhung der Transaminasen auf, die sich durch eine Gewichtsabnahme verstärken kann (89).

Außerdem ist eine Erhöhung der Harnsäurewerte in den ersten ein bis zwei Wochen nach Beginn der Gewichtsreduktion häufig (90).

Die katabole Stoffwechsellage kann außerdem zu einer Schwächung des Immunsystems führen, sodass Diäten bei Patienten mit Infektionen angepasst werden sollten. Außerdem können die

Hypotension, der Haarausfall, die Kälteintoleranz und eine depressive Stimmung nachteilige Nebenwirkungen einer Gewichtsreduktion darstellen (91) (92).

Darüber hinaus ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient mit Arthrose und einem BMI von 40 kg/m<sup>2</sup> ausreichend Gewicht verliert, extrem gering. Die Studie von Tomiyama et al. zeigte, dass bei adipösen Patienten, zwei bis fünf Jahre nach Gewichtsreduktion, der durchschnittliche verbliebene Gewichtsverlust 1 kg betrug (93).

Ein bariatrischer Eingriff sollte daher vor Prothesenversorgung hinterfragt werden und nur dann erwogen werden, wenn eine nicht-operative Gewichtsreduktion nicht möglich ist. Die konservative Gewichtsreduktion ist allerdings durch die Bewegungseinschränkung aufgrund der Schmerzen bei Osteoarthritis häufig nicht umsetzbar. Eine Gewichtsreduktion vor Implantation könnte ggf. auch dem Trend der Gewichtszunahme nach operativem Gelenkersatz entgegenwirken, da die Patienten schon vor der OP z.B. eine Ernährungsumstellung durchlaufen haben und diese leichter weiter einhalten können. Die Studie von Kim et al. fand jedoch heraus, dass ein präoperativer Gewichtsverlust mit einer postoperativen Gewichtszunahme ( $p < 0,001$ ) assoziiert war.

Generell kann man sagen, dass es Sinn macht das Gewicht vor einer OP zu reduzieren, um peri- und postoperativen Komplikationen vorzubeugen oder um eventuell eine OP hinauszuzögern. Zudem können durch eine Gewichtsreduktion Schmerzen minimiert werden, sodass eine OP eventuell nicht mehr notwendig ist, und die Gesundheit verbessert werden.

Das Risiko für ein schlechteres Ergebnis nach Prothesenimplantation ist bei adipösen Patienten erhöht, genauso wie die Mortalität nach der OP bei Patienten mit einer Adipositas Grad III (23). Amin empfiehlt deshalb bei einem BMI von 40  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  eine Gewichtsreduktion vor endoprothetischer Versorgung (23). Jedoch zeigten einige Langzeitstudien keinen signifikanten Unterschied bezüglich des Outcomes nach Hüft- und Knie-TEP bei adipösen Patienten im Vergleich zu Normalgewichtigen (74).

Folglich ist zu sagen, dass keine klare Empfehlung bezüglich einer Gewichtsreduktion vor Implantation einer Prothese abzugeben ist, es jedoch bei einer beginnenden Arthrose des Hüft- oder Kniegelenks sinnvoll ist, die Gewichtsreduktion als Therapiemöglichkeit einzubeziehen.

## 5.6 Limitationen der Studie

Wichtigste Limitation ist zunächst die ungleiche Verteilung der Anzahl der Patienten in der orthopädischen Patientengruppe von 2010-2015. Diese Limitation ist durch die erst spätere Einführung der elektronischen Patientenakte und die anfänglich unvollständigen Einträge in den Papierakten geschuldet. So konnten bei den Knie-TEP Patienten 597 Personen und bei den Hüft-TEP Patienten 910 Personen aufgrund fehlender Daten nicht berücksichtigt werden (siehe Ausschlusskriterien). Somit kann eine Verzerrung des Durchschnitts der erhobenen und in dieser Studie relevanten Daten nicht abschließend ausgeschlossen werden.

Auch bei der Erhebung der Patientendaten drei Jahre nach der OP fehlten Daten (siehe Ausschlussfaktoren), die zu einer Ergebnisverzerrung geführt haben könnten. Außerdem gab es keine Kontrollgruppe von Patienten mit Osteoarthritis der Hüfte oder des Knies, die keine Totalendoprothese erhalten haben und deren Gewichtsverlauf aufgezeichnet wurde, um sie mit den Hüft- und Knie-TEP Patienten zu vergleichen.

Allgemein ist eine wichtige Limitation hinsichtlich der Patientendaten, dass alle Daten aus einer Institution stammen, was zu einem Auswahlbias geführt haben könnte. Gegebenenfalls werden in der Charité mehr multimorbide Patienten oder komplexere Patienten operiert als in anderen Kliniken.

Darüber hinaus wurden in unserer Studie keine Begleiterkrankungen erfasst, die durchaus einen großen Einfluss auf den Gewichtsverlauf der Patienten nehmen können.

Zudem ist anzumerken, dass die Wahrscheinlichkeit, ob es nach Implantation einer Totalendoprothese zu Komplikationen oder Revisionen kommt, neben vielen patientenbezogenen Faktoren, auch sehr stark abhängig von den Gegebenheiten im Operationssaal (z.B. der Sterilität), der Erfahrung des Operateurs und von der Operationstechnik bzw. des benutzten Implantats ist. All diese Faktoren wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Außerdem wurde nach aufgetretenen Komplikationen ausschließlich mündlich/schriftlich gefragt, jedoch kein Röntgenbild veranlasst oder eine körperliche Untersuchung durchgeführt, sodass lediglich eine subjektive Erfragung erfolgte.

Des Weiteren erfolgte die Gewichtsmessung drei Jahre nach der OP bei den Patienten zu Hause, dementsprechend muss auch von Ungenauigkeiten beim Wiegen ausgegangen werden. Außerdem wurden nur Patienten im Follow-Up eingeschlossen, die 2015 operiert wurden, dementsprechend

kann man anhand der Daten keine sichere Aussage zu eventuellen Gewichtsverläufen der Patienten aus den anderen Jahren treffen.

Beim Gewichtsverlauf der Patienten nach OP wurde nicht berücksichtigt, dass die Implantate je nach Größe von 175g bis zu 325g wiegen können, was das postoperative Gewicht beeinflussen kann.

Zu guter Letzt stellt ein Follow-Up von drei Jahren lediglich eine Momentaufnahme dar und kann keine Aussage für den gesamten Verlauf nach Implantation eines Gelenkersatzes machen.

## 6. Zusammenfassung und Fazit

Die orthopädische Patientengruppe, die für einen endoprothetischen Ersatz des Knie- bzw. Hüftgelenks im Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité-Universitätsmedizin Berlin vorstellig wurde, wies seit 2010 eine signifikante BMI-Zunahme auf. Diese Entwicklung zeigte sich entsprechend zur BMI-Entwicklung der deutschen Allgemeinbevölkerung. Jedoch war der Anteil adipöser Patienten bei der orthopädischen Patientengruppe größer als der in der Allgemeinbevölkerung.

Die Patientengruppe, die im Jahr 2010 zur Implantation vorstellig wurde war signifikant jünger als die im Jahr 2015.

Da der Anteil der adipösen Patienten in der orthopädischen Patientengruppe deutlich größer ist als in der Allgemeinbevölkerung, muss sich der behandelnde Orthopäde seiner Verantwortung bezogen auf die Entwicklung der Adipositas (z. B. je nach Grund der Adipositas mit Ernährungsplänen, Sportplänen oder psychologischer Unterstützung), somit die Gesundheit des Patienten, die Kosten für das Gesundheitssystem und die Anzahl der notwendigen Gelenkersatzoperationen bewusst sein (4)(94).

In unserer Studie konnte kein Zusammenhang zwischen erhöhtem BMI und dem Alter, in dem eine Hüft- oder Knie-TEP Implantation notwendig ist, aufgezeigt werden. Andere Studien jedoch zeigten, dass Patienten mit einem erhöhten BMI, die eine Gelenkersatzoperationen der unteren Extremität benötigten, zum Zeitpunkt der Erstimplantation immer jünger sind (53). Durch die Notwendigkeit der Implantation von Hüft- oder Knie-TEP bei jüngeren Patienten sind erhöhte Raten an Wechseloperationen zu prognostizieren. Auch dies kann in Zukunft die Anzahl der Gelenkersatzoperationen der unteren Extremität beeinflussen und sich auf die Kosten im Gesundheitssystem auswirken.

Auch wenn sich in dieser Studie kein signifikanter Zusammenhang zwischen BMI und Komplikationsrate zeigte, wurde dies in einer Vielzahl von Publikationen beschrieben.

Außerdem konnte eine signifikante Gewichtszunahme der Hüft- und Knie-TEP Patienten drei Jahre nach Implantation festgestellt werden. Eine Gewichtszunahme nach Prothesenimplantation wird zwar in der Literatur kontrovers diskutiert, die Mehrheit der Untersuchungen in anderen Ländern kam jedoch zu gleichen Ergebnissen, wie wir in dieser Studie. Dieses Erkenntnis sollte vor allem genutzt werden, um den Patienten präoperativ eine realistische Erwartung bezüglich der

Veränderung des Körpergewichts aufzuzeigen und bereits präoperativ zur Gewichtsabnahme zu ermutigen. Außerdem scheint es wichtig, die Patienten auch nach der OP bezüglich des Gewichtsverlaufs für längere Zeit mit z.B. Ernährungsberatung und anhaltender Physiotherapie zu betreuen.

Die Besonderheit dieser Studie ist zum einen, dass bisher deutsche Daten in diesem Umfang fehlen und zum anderen, dass, neben der Studie von Welton et. al (4), unsere die einzige Studie ist, die die präoperative Prävalenz von Adipositas vor Implantation einer Totalendoprothese des Hüft- oder Kniegelenks aufzeigt. Vorangegangene Studien untersuchten lediglich postoperatives Gewicht und BMI.

## Literaturverzeichnis

1. OECD/European Observatory on Health Systems and Policies. Obesity Update 2017.
2. WHO. Media centre Obesity and overweight. World Health. 2015;Fact Sheet N°311.
3. Mensink GBM, Schienkiewitz A, Haftenberger M, Lampert T, Ziese T, Scheidt-Nave C. Übergewicht und Adipositas in Deutschland. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz. 2013;56(5–6):786–94.
4. Welton KL, Gagnier JJ, Urquhart AG. Proportion of Obese Patients Presenting to Orthopedic Total Joint Arthroplasty Clinics. Orthopedics [Internet]. 2016;39(1):e127–33.
5. Popkin BM, Adair LiS, Ng SW. NOW AND THEN: The Global Nutrition Transition: The Pandemic of Obesity in Developing Countries. Nutrients. 2017;58(1).
6. Wright SM, Aronne LJ. Causes of obesity. Abdominal Imaging. 2012;37(5):730–2.
7. Berg A, Bischoff SC, Colombo-Benkmann M, Ellrott T, Hauner H, Heintze C, Kanthak U, Kunze D, Stefan N, Teufel M, Wabitsch M, Wirth A, Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur „Prävention und Therapie der Adipositas“. S3-Leitlinie. 2014;0(050):106.
8. Giuranna J, Aschöwer J, Hinney A. Genetische Ursachen der Adipositas. Gastroenterologie. 2017;12(1):60–5.
9. Lehnert T, Streltchenia P, Konnopka A, Riedel-Heller SG, König HH. Health burden and costs of obesity and overweight in Germany: an update. European Journal of Health Economics. 2015;16(9).
10. Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. Prevalence of obesity among adults: United States, 2011–2012. NCHS data brief. 2013;(131).
11. Felson DT, Zhang Y. An update on the epidemiology of knee and hip osteoarthritis with a view to prevention. Arthritis Rheum. 1998 Aug;41(8):1343–55.
12. Reijman M, Pols HAP, Bergink AP, Hazes JMW, Belo JN, Lieveense AM, Bierma-Zeinstra SMA. Body mass index associated with onset and progression of osteoarthritis of the knee but not of the hip: The Rotterdam Study. Annals of the Rheumatic Diseases. 2007;66(2):158–62.
13. Teichtahl AJ, Wang Y, Wluka AE, Cicuttini FM. Obesity and knee osteoarthritis: new insights provided by body composition studies. Obesity (Silver Spring). 2008 Feb;16(2):232–40.
14. Teichtahl AJ, Quirk E, Harding P, Holland AE, Delany C, Hinman RS, Wluka AE, Liew SM, Cicuttini FM. Weight change following knee and hip joint arthroplasty—a six-month prospective study of adults with osteoarthritis. BMC Musculoskelet Disord. 2015 Jun 7;16:137.
15. Teichtahl AJ, Wluka AE, Tanamas SK, Wang Y, Strauss BJ, Proietto J, Dixon JB, Jones G, Forbes A, Cicuttini FM. Weight change and change in tibial cartilage volume and symptoms in obese adults. Ann Rheum Dis. 2015 Jun;74(6):1024–9.
16. Taruc-Uy RL, Lynch SA. Diagnosis and treatment of osteoarthritis. Prim Care. 2013 Dec;40(4):821–36, vii.

17. Michael JWP, Schlüter-Brust KU, Eysel P. Epidemiologie, ätiologie, diagnostik und therapie der gonarthrose. *Deutsches Arzteblatt*. 2010;107(9):152–62.
18. Günther KP, Puhl W, Brenner H, Stürmer T. Klinische Epidemiologie von Hüft- und Kniegelenkarthrosen: Eine Übersicht über Ergebnisse der "Ulmer Osteoarthrose-Studie" [Clinical epidemiology of hip and knee joint arthroses: an overview of the results of the "Ulm Osteoarthrosis Study"]. *Z Rheumatol*. 2002 Jun;61(3):244-9. German.
19. Bretschneider H, Günther K-P. Hüftgelenk – Arthrose und Arthritis. *Radiologie up2date*. 2015;15(04).
20. OECD (2021), *Health at a Glance 2021: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris
21. Aigner: *Orthopädie und orthopädische Chirurgie*. Georg Thieme Verlag 2004, ISBN 978-3-131-26221-9.
22. Kurtz SM, Lau E, Ong K, Zhao K, Kelly M, Bozic KJ. Future young patient demand for primary and revision joint replacement: national projections from 2010 to 2030. *Clin Orthop Relat Res*. 2009 Oct;467(10):2606-12.
23. Amin AK, Clayton RAE, Patton JT, Gaston M, Cook RE, Brenkel IJ. Total knee replacement in morbidly obese patients: Results of a prospective, matched study. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*. 2006;88(10):1321–6.
24. Dowsey MM, Liew D, Stoney JD, Choong PF. The impact of pre-operative obesity on weight change and outcome in total knee replacement: A prospective study of 529 consecutive patients. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*. 2010;92(4):513–20.
25. Dowsey MM, Liew D, Stoney JD, Choong PF. The impact of obesity on weight change and outcomes at 12 months in patients undergoing total hip arthroplasty. *Med J Aust*. 2010 Jul 5;193(1):17-21. doi: 10.5694/j.1326-5377.2010.tb03734.x. PMID: 20618108..
26. Namba RS, Paxton L, Fithian DC, Stone M Lou. Obesity and perioperative morbidity in total hip and total knee arthroplasty patients. *Journal of Arthroplasty*. 2005;20(SUPPL. 3):46–50.
27. Samson AJ, Mercer GE, Campbell DG. Total knee replacement in the morbidly obese: A literature review. *ANZ Journal of Surgery*. 2010;80(9):595–9.
28. Foreman, C. W., Callaghan, J. J., Brown, T. S., Elkins, J. M., & Otero, J. E. (2020). Total Joint Arthroplasty in the Morbidly Obese: How Body Mass Index  $\geq 40$  Influences Patient Retention, Treatment Decisions, and Treatment Outcomes. *Journal of Arthroplasty*, 35(1), 39–44.
29. Odum SM, Springer BD, Dennon AC, Fehring TK. National obesity trends in total knee arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2013;28(8 SUPPL):148–51.
30. Bowditch MG, Villar RN. Do obese patients bleed more? A prospective study of blood loss at total hip replacement. *Ann R Coll Surg Engl*. 1999 May;81(3):198-200.
31. Gurunathan U, Pym A, Anderson C, Marshall A, Whitehouse SL, Crawford RW. Higher body mass index is not a risk factor for in-hospital adverse outcomes following total knee arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2018 May-Aug;26(3):2309499018802429.
32. Choong PFN, Dowsey MM, Liew D. Obesity in total hip replacement. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2009;91-B(12):1642–1642.

33. Harato K, Yagi M, Fujita N, Kobayashi S, Ohya A, Kaneda K, Iwama Y, Nakamura M, Matsumoto M. Effect of body mass index on surgical times of lumbar laminoplasty and lower limb arthroplasties. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Sep 6;20(1):416.
34. Sloan, M., Sheth, N., & Lee, G. C. (2019). Is obesity associated with increased risk of deep vein thrombosis or pulmonary embolism after hip and knee arthroplasty? a large database study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 477(3), 523–532.34.  
Boyce L, Prasad A, Barrett M, Dawson-Bowling S, Millington S, Hanna SA, Achan P. The outcomes of total knee arthroplasty in morbidly obese patients: a systematic review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019 Apr;139(4):553-560.
35. Wagner ER, Kamath AF, Fruth KM, Harmsen WS, Berry DJ. Effect of body mass index on complications and reoperations after total hip arthroplasty. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume [Internet]*. 2016;98(3):169–79.
36. Yeung E, Jackson M, Sexton S, Walter W, Zicat B, Walter W. The effect of obesity on the outcome of hip and knee arthroplasty. 2015;2008(2011):929–34.
37. Agarwala, S., Jadia, C., & Vijayvargiya, M. (2020). Is obesity A contra-indication for a successful total knee arthroplasty? *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 11(1), 136–139.
38. Cleveland Clinic OME Arthroplasty Group, Arnold N, Anis H, Barsoum WK, Bloomfield MR, Brooks PJ, Higuera CA, Kamath AF, Klika A, Krebs VE, Mesko NW, Molloy RM, Mont MA, Murray TG, Patel PD, Strnad G, Stearns KL, Warren J, Zajichek A, Piuzzi NS. Preoperative cut-off values for body mass index deny patients clinically significant improvements in patient-reported outcomes after total hip arthroplasty. *Bone Joint J*. 2020 Jun;102-B(6):683-692.
39. Severson EP, Singh JA, Browne JA, Trousdale RT, Sarr MG, Lewallen DG. Total knee arthroplasty in morbidly obese patients treated with bariatric surgery: a comparative study. *J Arthroplasty*. 2012 Oct;27(9):1696-700.
40. Godziuk K, Prado CM, Beaupre L, Jones CA, Werle JR, Forhan M. A critical review of weight loss recommendations before total knee arthroplasty. *Joint Bone Spine*. 2021 Mar;88(2):105114.
41. Inacio M, Silverstein DK, Raman R, Macera CA, Nichols JF, Shaffer RA, Fithian D. Weight Patterns Before and After Total Joint Arthroplasty and Characteristics Associated with Weight Change. *The Permanente Journal*. 2014;18(1):25–31.
42. Hurwit DJ, Trehan SK, Cross MB. New Joints, Same Old Weight: Weight Changes After Total Hip and Knee Arthroplasty. *HSS Journal*. 2016;12(2):193–5.
43. Schwartzmann CR, Ledur FR, Spinelli L de F, Germani BL, Boschini LC, Gonçalves RZYépez AK, Ferreira MT, Silva MF. Do patients lose weight after total hip arthroplasty? *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*. 2014;49(5):473–6.
44. Schwartzmann CR, Borges AM, Freitas GLS de, Migon EZ, Oliveira GK de, Rodrigues MW. Do patients lose weight after total knee replacement? *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*. 2017;52(2):159–63.
45. Ledford CK, Millikan PD, Nickel BT, Green CL, Attarian DE, Wellman SS, Bolognesi MP, Queen RM. Percent Body Fat Is More Predictive of Function After Total Joint Arthroplasty Than Body Mass Index. *J Bone Joint Surg Am*. 2016 May 18;98(10):849-57.

46. Finkelstein EA, Trogon JG, Cohen JW, Dietz W. Annual medical spending attributable to obesity: payer-and service-specific estimates. *Health Aff (Millwood)*. 2009 Sep-Oct;28(5):w822-31.
47. Westphal C, Doblhammer G. Projections of Trends in Overweight in the Elderly Population in Germany until 2030 and International Comparison. *Obes Facts* 2014;7:57–68
48. Apold H, Meyer HE, Nordsletten L, Furnes O, Baste V, Flugsrud GB. Risk factors for knee replacement due to primary osteoarthritis, a population based, prospective cohort study of 315,495 individuals. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2014;15(1):1–11.
49. Stürmer T, Günther KP, Brenner H. Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: the Ulm Osteoarthritis Study. *J Clin Epidemiol*. 2000 Mar 1;53(3):307-13.
50. Ast MP, Abdel MP, Lee YY, Lyman S, Ruel AV, Westrich GH. Weight changes after total hip or knee arthroplasty: prevalence, predictors, and effects on outcomes. *J Bone Joint Surg Am*. 2015 Jun 3;97(11):911-9
51. Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA, Hirsch R, Helmick CG, Jordan JM, Kington RS, Lane NE, Nevitt MC, Zhang Y, Sowers M, McAlindon T, Spector TD, Poole AR, Yanovski SZ, Ateshian G, Sharma L, Buckwalter JA, Brandt KD, Fries JF. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. *Ann Intern Med*. 2000 Oct 17;133(8):635-46. doi: 10.7326/0003-4819-133-8-200010170-00016. PMID: 11033593.
52. Jameson SS, Mason JM, Baker PN, Elson DW, Deehan DJ, Reed MR. The impact of body mass index on patient reported outcome measures (proms) and complications following primary hip arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2014;29(10):1889–98.
53. Changulani M, Kalairajah Y, Peel T, Field RE. The relationship between obesity and the age at which hip and knee replacement is undertaken. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2008;90-B(3):360–3.
54. Vignon E, Valat JP, Rossignol M, Avouac B, Rozenberg S, Thoumie P, Avouac J, Nordin M, Hilliquin P. Osteoarthritis of the knee and hip and activity: a systematic international review and synthesis (OASIS). *Joint Bone Spine*. 2006 Jul;73(4):442-55. doi: 10.1016/j.jbspin.2006.03.001. Epub 2006 May 6. PMID: 16777458.
55. Inacio MCS, Kritz-Silverstein D, Raman R, Macera CA, Nichols JF, Shaffer RA, Fithian DC. The impact of pre-operative weight loss on incidence of surgical site infection and readmission rates after total joint arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2014;29(3):458-464.e1.
56. Horstmann A, Busse FP, Mathar D, Müller K, Lepsien J, Schlögl H, Kabisch S, Kratzsch J, Neumann J, Stumvoll M, Villringer A, Pleger B. Obesity-Related Differences between Women and Men in Brain Structure and Goal-Directed Behavior. *Front Hum Neurosci*. 2011 Jun 10;5:58.
57. Flugsrud GB, Nordsletten L, Espehaug B, Havelin LI, Meyer HE. Risk factors for total hip replacement due to primary osteoarthritis: A cohort study in 50,034 persons. *Arthritis and Rheumatism*. 2002;46(3):675–82.

58. O'Connor MI. Sex differences in osteoarthritis of the hip and knee. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007;15 Suppl 1:S22-5.
59. Heisel C, Silva M, Dela Rosa MA, Schmalzried TP. The effects of lower-extremity total joint replacement for arthritis on obesity. *Orthopedics.* 2005;28(2):157–9.
60. Paans N, Stevens M, Wagenmakers R, van Beveren J, van der Meer K, Bulstra SK, van den Akker-Scheek I. Changes in body weight after total hip arthroplasty: short-term and long-term effects. *Phys Ther.* 2012 May;92(5):680-7. doi: 10.2522/ptj.20110176. Epub 2012 Jan 6. PMID: 22228604.
61. Naylor JM, Mills K, Pocovi N, Dennis S, Hackett D, Hassett L, Brady B, Lewin AM, Adie S, Xuan W. Patient factors associated with weight gain and weight loss after knee or hip arthroplasty. *Obesity Research and Clinical Practice.* 2019 Jul 1;13(4):371–7.
62. McMinn J, Steel C, Bowman A. Investigation and management of unintentional weight loss in older adults. *BMJ.* 2011;342:d1732
63. Zeni JA, Snyder-Mackler L. Most patients gain weight in the 2 years after total knee arthroplasty: Comparison to a healthy control group. *Osteoarthritis and Cartilage.* 2010;18(4):510–4.
64. Neumark-Sztainer D, Sherwood NE, French SA, Jeffery RW. Weight control behaviors among adult men and women: cause for concern? *Obes Res.* 1999 Mar;7(2):179-88. doi: 10.1002/j.1550-8528.1999.tb00700.x. PMID: 10102255.
65. Ingrid Kiefer, Theres Rathmanner, Michael Kunze. Eating and dieting differences in men and women, *The Journal of Men's Health & Gender*, Volume 2, Issue 2, 2005, Pages 194-201, ISSN 1571-8913
66. Cherian JJ, Jauregui JJ, Banerjee S, Pierce T, Mont MA. What Host Factors Affect Aseptic Loosening After THA and TKA? *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2015;473(8):2700–9.
67. Friedman RJ, Hess S, Berkowitz SD, Homering M. Complication rates after hip or knee arthroplasty in morbidly obese patients. *Clin Orthop Relat Res.* 2013 Oct;471(10):3358-66.
68. Lübbecke A, Stern R, Garavaglia G, Zurcher L, Hoffmeyer P. Differences in outcomes of obese women and men undergoing primary total hip arthroplasty. *Arthritis Care and Research.* 2007;57(2):327–34.
69. Khatod M, Cafri G, Namba RS, Inacio MCS, Paxton EW. Risk factors for total hip arthroplasty aseptic revision. *Journal of Arthroplasty.* 2014;29(7):1412–7.
70. Sadr Azodi O, Bellocco R, Eriksson K, Adami J. The impact of tobacco use and body mass index on the length of stay in hospital and the risk of post-operative complications among patients undergoing total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2006 Oct;88(10):1316-20.
71. Yeung E, Jackson M, Sexton S, Walter W, Zicat B. The effect of obesity on the outcome of hip and knee arthroplasty. *International Orthopaedics.* 2011;35(6):929–34.

72. Marks R, Allegrante JP. Body mass indices in patients with disabling hip osteoarthritis. *Arthritis Research*. 2002;4(2):112–6.
73. Kulkarni K, Karssiens T, Kumar V, Pandit H. Obesity and osteoarthritis. *Maturitas*. 2016;89:22–8.
74. Foster SA, Hambright DS, Antoci V, Greene ME, Malchau H, Kwon YM. Effects of Obesity on Health Related Quality of Life Following Total Hip Arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2015;30(9):1551–4.
75. Lementowski PW, Zelicof SB. Obesity and osteoarthritis. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2008 Mar;37(3):148-51.
76. March LM, Bagga H. Epidemiology of osteoarthritis in Australia. *Med J Aust*. 2004 Mar 1;180(S5):S6-10.
77. Riddle DL, Stratford PW. Body weight changes and corresponding changes in pain and function in persons with symptomatic knee osteoarthritis: A cohort study. *Arthritis Care and Research*. 2013;65(1):15–22.
78. Muehleman C, Margulis A, Bae WC, Masuda K. Relationship between knee and ankle degeneration in a population of organ donors. *BMC Med*. 2010 Jul 28;8:48.
79. Messier SP, Gutekunst DJ, Davis C, DeVita P. Weight loss reduces knee-joint loads in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis and Rheumatism*. 2005;52(7):2026–32.
80. Bliddal H, Leeds AR, Christensen R. Osteoarthritis, obesity and weight loss: evidence, hypotheses and horizons - a scoping review. *Obes Rev*. 2014 Jul;15(7):578-86.
81. Huang R, Greenky M, Kerr GJ, Austin MS, Parvizi J. The effect of malnutrition on patients undergoing elective joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2013;28(1):21–4. doi: 10.1016/j.arth.2013.05.038.
82. Cross MB, Yi PH, Thomas CF, Garcia J, Della Valle CJ. Evaluation of malnutrition in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014;22(3):193–9. doi: 10.5435/JAAOS-22-03-193.
83. Huang R, Greenky M, Kerr GJ, Austin MS, Parvizi J. The effect of malnutrition on patients undergoing elective joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2013;28(1):21–4. doi: 10.1016/j.arth.2013.05.038.
84. Liljensøe A, Laursen JO, Bliddal H, Søballe K, Mechlenburg I. Weight Loss Intervention Before Total Knee Replacement: A 12-Month Randomized Controlled Trial. *Scand J Surg*. 2021 Mar;110(1):3-12. doi: 10.1177/1457496919883812. Epub 2019 Nov 3. PMID: 31679465.
85. Stender S, Nordestgaard BG, Tybjaerg-Hansen A. Elevated body mass index as a causal risk factor for symptomatic gallstone disease: a Mendelian randomization study. *Hepatology*. 2013 Dec;58(6):2133-41. doi: 10.1002/hep.26563. Epub 2013 Oct 11. PMID: 23775818.
86. Stokes CS, Glud LL, Casper M, Lammert F. Ursodeoxycholic Acid and Diets Higher in

Fat Prevent Gallbladder Stones During Weight Loss: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Clinical Gastroenterology and Hepatology* 2014 Jul;p 1090-1100.e2

87. Gelfand RA, Hendler R. Effect of nutrient composition on the metabolic response to very low calorie diets: learning more and more about less and less. *Diabetes Metab Rev.* 1989;5:17-30
88. Krotkiewski M, Landin K, Mellström D, Tölli J. Loss of total body potassium during rapid weight loss does not depend on the decrease of potassium concentration in muscles. Different methods to evaluate body composition during a low energy diet. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000 Jan;24(1):101-7. doi: 10.1038/sj.ijo.0801092. PMID: 10702758.
89. Licata AA, Lantigua R, Amatruda J, Lockwood D. Adverse effects of liquid protein fast on the handling of magnesium, calcium and phosphorus. *Am J Med.* 1981;71:767-72
90. Friis R, Vaziri ND, Akbarpour F, Afrasiabi A. Effect of rapid weight loss with supplemented fasting on liver tests. *J Clin Gastroenterol.* 1987;9:204-7.
91. Yang MU, Barbosa-Saldivar JL, Pi-Sunyer FX, Van Itallie TB. Metabolic effects of substituting carbohydrate for protein in a lowcalorie diet: a prolonged study in obese patients. *Int J Obes.* 1981; 5:231-6.
92. Rubinshtein R, Ciubotaru M, Elad H, Bitterman H. Severe orthostatic hypotension following weight reduction surgery. *Arch Intern Med.* 2001 Sep 24;161(17):2145-7. doi: 10.1001/archinte.161.17.2145. PMID: 11570946.
93. Tomiyama AJ, Ahlstrom B, Mann T. Long-Term effects of dieting: is weight loss related to health? *Soc Personal Psychol Compass.* 2013;7(12):861–877.
94. Bronson WH, Fewer M, Godlewski K, Slover JD, Caplan A, Iorio R, Bosco J. The Ethics of Patient Risk Modification Prior to Elective Joint Replacement Surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2014 Jul 2;96(13):e113. doi: 10.2106/JBJS.15.00509. PMID: 27194495.

## **Studie: „Der Body Mass Index vom orthopädischen Patientenkollektiv an einer Universitätsklinik im Gegensatz zur Normalbevölkerung“**

### **Patienteninformation**

Sehr geehrte Patienten und Patientinnen,

Wir laden Sie ein, an der oben genannten klinischen Studie teilzunehmen.

Ihnen wurde in der Klinik für Orthopädie der Charité ein künstliches Knie-/Hüftgelenk implantiert. Bis heute gibt es keine Daten über die Entwicklung des Gewichts orthopädischer Patienten an unserer Klinik, insbesondere der Patienten, die bei uns eine Hüft- oder Knie- Totalendoprothese erhalten haben. Daher würden wir uns sehr freuen, wenn Sie sich bereit erklären an unserer Studie teilzunehmen, um neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu diesem Thema zu gewinnen. Die Aufklärung darüber erfolgt mittels dieses Informationsschreibens. Um an der Studie teilnehmen zu können bitten wir Sie, die vorliegende Einwilligungserklärung zu unterschreiben und an uns zurück zu senden. Des Weiteren bitten wir Sie, den beiliegenden Fragebogen zu beantworten. Ihre Teilnahme an dieser klinischen Dokumentation erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme hat keine nachteiligen Folgen für ihre medizinische Betreuung.

Klinische Studien sind notwendig, um verlässliche Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer klinischen Studie ist jedoch, dass Sie ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie schriftlich erklären. Bitte lesen sie den folgenden Text daher sorgfältig durch.

#### **1. Was ist der Zweck dieser klinischen Studie?**

Zweck dieser klinischen Studie ist es, eine Aussage bzgl. der Gewichtsentwicklung orthopädischer Patienten im Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Campus Mitte zu treffen. Dazu erfolgt eine Analyse der Body-Mass-Index (BMI) Daten. Des Weiteren erfolgt eine Auswertung des von Ihnen ausgefüllten Fragebogens.

Während ihres Krankenhausaufenthaltes an der Charité wurden bereits Ihre persönlichen BMI-Daten erfasst.

Im Rahmen der Einwilligung an dieser Studie bitten wir Sie zudem um die Erlaubnis, sie nach erfolgter Hüft- oder Knie- Gelenksimplantation telefonisch zu kontaktieren, um Ihren weiteren Gewichtsverlauf zu erfragen.

#### **2.) In welcher Weise werden die im Rahmen der klinischen Studie gesammelten Daten verwendet?**

Personenbezogene Daten dürfen nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Betroffenen verwendet werden. Allfällige Veröffentlichungen der Daten dieser klinischen Prüfung erfolgen in anonymisierter Form. Zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden, haben ausschließlich der Prüfer und dessen Mitarbeiter Zugang. Diese Personen unterliegen der

Schweigepflicht. Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden darin nicht namentlich erwähnt.

### **3.) Entstehen für die Teilnehmer Kosten?**

Durch die Teilnahme an dieser klinischen Studie entstehen für Sie keinerlei Kosten. Diese Einverständniserklärung wird Ihnen zusammen mit einem rückfrankierten Umschlag zugesendet.

### **4.) Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen:**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser klinischen Studie stehen wir Ihnen sehr gerne zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als Patient und Teilnehmer betreffen, werden Ihnen jederzeit beantwortet.

Name der Kontaktperson:

**Dr. med. Philipp von Roth** Tel.: 030-450-659103 eMail: [philipp.roth@charite.de](mailto:philipp.roth@charite.de)

## Fragebogen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf das Kniegelenk, in welches die Knie-total-endoprothese in der Charité eingesetzt wurde.

### **DIE ZEIT VOR DER KNIE-/HÜFTTOTALENDOPROTHESE**

*Die Fragen im Folgenden beziehen sich auf die Zeit vor der Implantation der Knie-/Hüfttotalendoprothese.*

1) Was war ihr Gewicht bevor sie den Hüft- oder Kniegelenksersatz erhalten haben?

-----  
-----

2) Welche **Diagnose** wurde Ihnen mitgeteilt? (z.B.: Arthrose, vorderer Kreuzbandriss, Unterschenkelbruch, Oberschenkelbruch...)

-----  
-----

3) Mussten Sie deswegen operiert werden?

Ja                       Nein

4) Wenn **ja**, wann und was wurde bei Ihnen operiert?

-----

### **DIE ZEIT NACH DER IMPLANTATION DER KNIE-/ HÜFTTOTALENDOPROTHESE BIS HEUTE**

*Alle weiteren Fragen betreffen die Zeit nach der Implantation der (ersten) KNIE-/ HÜFT-TEP in unserer Klinik:*

5) Hat sich ihr Gewicht nach Implantation des neuen Gelenks verändert? Wie viel wiegen sie heute?

-----

6) Traten nach der Implantation der KNIE-/HÜFT-TEP Komplikationen auf? (z.B.: Wundheilungsstörung, Infektionen, Thrombose, Nervenschädigungen, Bewegungseinschränkungen...)

Ja                       Nein

7) Wenn **ja**, welche Komplikation trat bei Ihnen auf?

-----  
-----

8) Musste bei Ihnen der Knie-/Hüftgelenksersatz zwischenzeitlich ausgetauscht/erneuert werden?

Ja                       Nein

9) Wenn **ja**, wann, in welchem Krankenhaus und warum (z.B. Lockerung der KNIE-TEP, Entzündung,...)?

-----  
-----

10) Wünschen Sie zum aktuellen Zeitpunkt eine klinische Verlaufskontrolle Ihres Knies?

Unter **030450515044** können Sie einen Termin hierfür vereinbaren.

## Einwilligungserklärung

Name der Studie: **„Der Body Mass Index vom orthopädischen Patientenkollektiv an einer Universitätsklinik im Gegensatz zur Normalbevölkerung“**

Inhalt, Vorgehensweise und Ziel des obengenannten Forschungsprojektes sowie die Befugnis zur Einsichtnahme in die erhobenen Daten hat wurden mir ausreichend erklärt.

Ich hatte Gelegenheit, Fragen zu stellen und habe hierauf Antworten erhalten. Ich hatte des Weiteren ausreichend Zeit, mich für oder gegen die Teilnahme am Projekt zu entscheiden.

Eine Kopie der Patienteninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

<p><b><u>INFORMATION UND EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG ZUM DATENSCHUTZ</u></b> Bei wissenschaftlichen Studien werden persönliche Daten und medizinische Befunde über Sie erhoben. Die Speicherung, Auswertung und Weitergabe dieser studienbezogenen Daten erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor Teilnahme an der Studie folgende freiwillige Einwilligung voraus: 1. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/ Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern aufgezeichnet und ohne Namensnennung verarbeitet werden 2) Außerdem erkläre ich mich damit einverstanden, dass eine autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Person (z.B.: des Auftraggebers, der Universität) in meine erhobenen personenbezogenen Daten Einsicht nimmt, soweit dies für die Überprüfung des Projektes notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinde ich den Arzt von der ärztlichen Schweigepflicht.</p>
--

Ich willige in die Teilnahme am Forschungsprojekt ein.

.....

(Name des Patienten)

.....

Ort, Datum

.....

(Unterschrift des Patienten)

## Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Lydia Katharina Schwenkert, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Entwicklung des Body Mass Index bei einer orthopädischen Patientengruppe vor und nach Implantation einer Totalendoprothese des Hüft- oder Kniegelenks, Development of the body mass index in an orthopedic patient group before and after implantation of a total hip or knee arthroplasty“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; [www.icmje.org](http://www.icmje.org)) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

## **Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.



## **Danksagung**

Zunächst geht mein Dank an meinem Doktorvater Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Carsten Perka für die Möglichkeit diese Dissertation unter seiner geschätzten Leitung an dem Centrum für muskuloskeletale Chirurgie der Charité Campus Mitte der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin, ausführen zu dürfen. Herzlicher Dank gilt auch meinen Betreuern Claude Léonie Weynandt und Dr. med. Clemens Gwinner für die freundliche Unterstützung bei Fragen jeglicher Art, ständiger Hilfe und sehr zeitintensivem Korrekturlesen. Ihr geduldiges Zuhören bei Fragestellungen sowie ihr persönlicher Einsatz haben entscheidend zur Fertigstellung der Dissertation beigetragen. Zudem danke ich Herrn Valentino Bannout für die Beratung und kompetente Hilfestellung in statistischen Analysen. Mein persönlicher Dank gilt weiterhin meinen lieben Eltern, Ulrich und Christiane Schwenkert, die in jeder Hinsicht die Grundsteine für meinen Weg gelegt haben und diesen stetig begleiten. Besonderer Dank gilt ebenso all meinen Freunden und weiteren Familienmitgliedern für ihre ständige seelische und moralische Unterstützung. Nicht zuletzt gilt mein Dank allen Teilnehmern dieser Studie, ohne die diese Arbeit nicht hätte zustande kommen können.

## Bescheinigung des akkreditierten Statistikers

### CharitéCentrum für Human- und Gesundheitswissenschaften

Charité | Campus Charité Mitte | 10117 Berlin

Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie (iBikE)

Direktor: Prof. Dr. Geraldine Rauch

Postanschrift:

Charitéplatz 1 | 10117 Berlin

Besucheranschrift:

**Name, Vorname: Schwenkert, Lydia**

**Emailadresse: lydia.schwenkert@gmail.com**

**Matrikelnummer: 2177556**

**PromotionsbetreuerIn: Prof. Dr. Carsten Perka**

**Promotionsinstitution / Klinik: Centrum für  
Muskuloskeletale Chirurgie**



**Name, Vorname:**

## Bescheinigung

Hiermit bescheinige ich, dass *Lydia Schwenkert* innerhalb der Service Unit Biometrie des Instituts für Biometrie und klinische Epidemiologie (iBikE) bei mir eine statistische Beratung zu einem Promotionsvorhaben wahrgenommen hat. Folgende Beratungstermine wurden wahrgenommen:

- *Termin 1: 18.05.2021*

Folgende wesentliche Ratschläge hinsichtlich einer sinnvollen Auswertung und Interpretation der Daten wurden während der Beratung erteilt:

- Die vorgelegte Monographie entspricht den formalen Anforderungen der Biometrie an eine medizinische Dissertation.
- Ein Vorschlag wäre, die Balkendiagramme noch mit Fehlerbalken darzustellen.

Diese Bescheinigung garantiert nicht die richtige Umsetzung der in der Beratung gemachten Vorschläge, die korrekte Durchführung der empfohlenen statistischen Verfahren und die richtige Darstellung und

Interpretation der Ergebnisse. Die Verantwortung hierfür obliegt allein dem Promovierenden. Das Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie übernimmt hierfür keine Haftung.

Datum: 13. Juni 2021

Name des Beraters/ der Beraterin: Jochen Kruppa

S4f0k

EGD



 CHARITÉ  
UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN  
Institut für Biometrie und Klinische Epidemiologie  
Dr. Jochen Kruppa  
Campus Charité Mitte  
Charitéplatz 1 | D-10117 Berlin  
Besucheranschrift: Rahel-Hirsch-Weg 5

---

Unterschrift BeraterIn, Institutsstempel