

Aus dem Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie (ZOU)
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die Anwendung von Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) als Konzept zur
Versorgung von Patienten bei simultanem beidseitigem endoprothetischem Ersatz
des Hüftgelenks

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Medizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Kyrillos Bekheit
aus Bad Hersfeld

Mainz, 2023

Wissenschaftlicher Vorstand: Univ.-Prof. Dr. U. Förstermann

Tag der Promotion: 26. August 2024

Widmung

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	III
Tabellen-, Formel- und Abbildungsverzeichnis	IV
1 Einleitung / Ziel der Dissertation	1
2 Literaturdiskussion	2
2.1 Das Hüftgelenk.....	2
2.1.1 Anatomischer Aufbau des Hüftgelenks.....	2
2.1.2 Funktion des Hüftgelenks	2
2.2 Arthrose	3
2.2.1 Behandlungsmöglichkeiten der Arthrose	6
2.2.1.1 Konservative Behandlung	6
2.2.1.2 Operative Behandlung	9
2.3 Enhanced Recovery After Surgery	14
3 Material und Methoden	17
3.1 Auswahl des Patientenkollektivs.....	17
3.2 Datenerhebung.....	19
3.3 Statistische Auswertung.....	20
4 Ergebnisse.....	22
4.1 Verteilung der Patienten nach Basisdaten	22
4.1.1 Geschlechterverteilung	22
4.1.2 Altersverteilung.....	23
4.1.3 BMI-Verteilung.....	23
4.1.4 ASA-Status	24
4.2 Operationsdaten.....	25
4.3 Rehabilitation.....	27
4.3.1 Aufenthaltsdauer	27
4.3.2 Physiotherapeutische Funktionsziele	28
4.3.2.1 10 Treppenstufen	28
4.3.2.2 150 m Gehstrecke	30
5 Diskussion	33

5.1	Diskussion der Methoden.....	33
5.1.1	Auswahl des Patientenkollektivs.....	33
5.1.2	Retrospektive Datenerhebung	34
5.1.3	Statistische Auswertung.....	35
5.2	Diskussion der Ergebnisse	36
5.2.1	Basisdaten.....	36
5.2.1.1	Geschlechterverteilung	36
5.2.1.2	Altersverteilung.....	37
5.2.1.3	BMI-Verteilung.....	37
5.2.1.4	ASA-Status	38
5.2.2	Operationsdaten.....	38
5.2.3	Rehabilitation.....	40
5.2.3.1	Aufenthaltsdauer	40
5.2.3.2	Physiotherapeutische Funktionsziele	42
5.2.3.3	Klinische Relevanz der Rehabilitationsergebnisse.....	46
5.2.3.4	Enhanced Recovery After Surgery	48
6	Zusammenfassung.....	52
7	Literaturverzeichnis	54
8	Anhang	V
9	Danksagung	VI
10	Tabellarischer Lebenslauf.....	VII

Abkürzungsverzeichnis

\$	Dollar
A.	Arteria
AOK	Allgemeine Ortskrankenkassen
ASA	American Society of Anesthesiology
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BARMER	Barmer Ersatzkasse
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
COX-2	Cyclooxygenase-2
d	Tage
ERAS	Enhanced Recovery After Surgery
EULAR	European League Against Rheumatism
GEK	Gmünder Ersatzkasse
IMBEI	Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik
kg	Kilogramm
KIS	Krankenhausinformationssystem
Lig.	Ligamentum
m	Meter
M.	Musculus
min	Minuten
Mm.	Musculi
n	Anzahl
N.	Nervus
NSAIDs	non-steroidal anti-inflammatory drugs
NSAR	nicht-steroidales Antirheumatikum
NZD\$	Neuseeland-Dollar
OARSI	Osteoarthritis Research Society International
OP	Operation
SD	Standardabweichung
TEP	Totalendoprothese
z.B.	zum Beispiel
ZOU	Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie

Tabellen-, Formel- und Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Anzahl bilateral operierter Patienten nach Jahr	17
Abbildung 2 Veranschaulichung des Ablaufs der Datenerhebung und Auswertung	20
Abbildung 3 Balkendiagramm zur Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs	22
Abbildung 4 Boxplot Altersverteilung der Kohorten.....	23
Abbildung 5 Boxplot BMI-Verteilung der Kohorten.....	24
Abbildung 6 Graph zur Anzahl der Patienten nach ASA-Status	25
Abbildung 7 Boxplot Dauer des operativen Eingriffs	26
Abbildung 8 Boxplot Dauer des stationären Aufenthaltes.....	27
Abbildung 9 Boxplot Zeit bis 10 Treppenstufen.....	29
Abbildung 10 Kaplan-Meier-Kurve zum Erreichen des Funktionsziels „10 Treppenstufen“ mit Konfidenzintervallen und p-Wert des Log-Rank-Tests.....	30
Abbildung 11 Boxplot Zeit bis 150 m Gehstrecke	31
Abbildung 12 Kaplan-Meier-Kurve zum Erreichen des Funktionsziels "150 m Gehstrecke“ mit Konfidenzintervallen und p-Wert des Log-Rank-Tests.....	32
Formel 1 Berechnung des Body Mass Index.....	18
Tabelle 1 ERAS-Kriterien, modifiziert nach (Kutzner et al., 2020)	15
Tabelle 2 ASA-Klassifikation nach (Doyle et al., 2020)	18
Tabelle 3 BMI-Klassifikation nach (Nuttall, 2015).....	18
Tabelle 4 Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs	22
Tabelle 5 Alter und BMI der Kohorten	24
Tabelle 6 Verteilung der Patienten nach ASA-Status und Kohorte	25
Tabelle 7 Dauer des operativen Eingriffs	27
Tabelle 8 Dauer des stationären Aufenthaltes	28
Tabelle 9 Meilenstein: 10 Treppenstufen	29
Tabelle 10 Meilenstein: 150 m Gehstrecke	31

1 Einleitung / Ziel der Dissertation

Arthrose ist heutzutage eine der häufigsten chronischen Erkrankungen (Pereira et al., 2015) und gewinnt demographisch betrachtet aufgrund der zunehmend alternden Bevölkerung immer mehr an Bedeutung (Martel-Pelletier et al., 2016). Die einzige kausale Therapieoption ist hierbei der operative Gelenkersatz (Sacitharan, 2019).

In dieser Arbeit wurde hauptsächlich die Anwendung des Versorgungskonzeptes „Enhanced Recovery After Surgery“ (eine andere Bezeichnung dafür ist auch „Fast-Track-Surgery“) auf Patienten untersucht, die während derselben Operation einen beidseitigen endoprothetischen Hüftgelenkersatz erhalten.

Dabei wurden retrospektiv Patientendaten wie beispielsweise die Operationsdauer, postoperative Schmerzen und Schmerzmedikation, das Auftreten postoperativer Komplikationen, die Notwendigkeit von Bluttransfusionen, das Bewegungsausmaß des betroffenen Gelenks und das Erreichen physiotherapeutischer Meilensteine oder auch die postoperative Verweildauer aus der krankenhausinternen Dokumentation der Universitätsmedizin Mainz gesammelt und mit Blick auf die Umsetzung des genannten Versorgungskonzeptes statistisch ausgewertet.

Das Konzept ERAS zielt auf eine Optimierung der Versorgung in der perioperativen Phase und folgend auf eine beschleunigte Genesung der Patienten ab. Es ist in vielen chirurgischen Fachdisziplinen wie der Allgemein- und Viszeralchirurgie, der Gynäkologie oder auch der Orthopädie bereits bekannt und findet dort zunehmend Anwendung.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Daten von Patienten mit simultanem beidseitigem endoprothetischen Ersatz des Hüftgelenks aus dem Zeitraum Januar 2015 bis einschließlich März 2020 zu sammeln und diesen im Anschluss eine nach Geschlecht, Alter, BMI und ASA-Status zugeordnete Patientengruppe mit einseitigem Gelenkersatz gegenüberzustellen. ERAS ist bei einseitigem endoprothetischen Hüftgelenkersatz bereits etabliert. Es stellte sich darauf basierend die Frage, ob die Anwendung des Konzeptes bei einem simultan bilateral operierten Patientenkollektiv möglich und erfolgreich wäre.

Die Hypothese war, dass die Anwendung von ERAS auf Patienten mit simultanem beidseitigem endoprothetischen Hüftgelenkersatz möglich wäre und zu vergleichbar guten Ergebnissen wie bei einseitigem endoprothetischen Gelenkersatz in der Patientenversorgung führen könnte. Dieses würde sich in erster Linie so manifestieren, dass Zielkriterien des ERAS-Konzeptes bei der untersuchten Patientengruppe in vergleichbarer Weise erreicht werden. Es würde darauf hinweisen, dass die Anwendung von ERAS auch bei simultanem beidseitigem endoprothetischem Hüftgelenkersatz eine mögliche Option wäre und zur Optimierung des Behandlungsverlaufes und der Patientenversorgung beitragen könnte.

2 Literaturdiskussion

2.1 Das Hüftgelenk

2.1.1 Anatomischer Aufbau des Hüftgelenks

Das Hüftgelenk ist ein Kugelgelenk, in welchem der Femurkopf mit dem Acetabulum der Hüfte artikuliert. Es stellt die Verbindung des Körperstamms mit der unteren Extremität dar und stützt das Körpergewicht. Das Labrum acetabuli besteht aus Faserknorpel und trägt zur Übertragung des Körpergewichtes vom Rumpf auf das Bein bei. Da das Acetabulum den Femurkopf zu einem Großteil umschließt, wird das Hüftgelenk auch als Nussgelenk oder Enarthrose bezeichnet. Weiterhin verleiht insbesondere die Gelenkkapsel dem Gelenk seine Stabilität. Verstärkt wird sie durch folgende Bänder: Lig. iliofemorale, Lig. ischiofemorale und Lig. pubofemorale, wobei ersteres das stärkste Ligament des menschlichen Körpers ist und vor Hyperextension im Gelenk schützt. Ein weiteres Band ist das Ligamentum capitis femoris, welches die A capitis femoris umschließt.

Die Innervation des Hüftgelenks wird durch den N. femoralis, den N. obturatorius und den N. gluteus superior gewährleistet.

Arteriell versorgt wird das Hüftgelenk durch die A. circumflexa media, welche der A. femoris profunda entspringt, die wiederum ihren Ursprung in der A. femoralis findet. Variationen in der Blutversorgung des Gelenks sind jedoch zahlreich. Zusätzlich speist die A. capitis femoris aus der A. obturatoria in das Gelenk ein; sie ist für die Durchblutung beim Erwachsenen nur nachrangig zuständig, kann jedoch bei avaskulärer Nekrose des Femurkopfes erheblich an Bedeutung gewinnen. Die anterioren Anteile des Hüftgelenks drainieren ihre Lymphe in die Nodi lymphatici inguinales profundi, die medialen und posterioren Anteile hingegen in die Nodi lymphatici iliaca interni (Gold and Varacallo, 2019).

2.1.2 Funktion des Hüftgelenks

Die Hauptfunktion des Hüftgelenks besteht darin, durch die folgend beschriebenen Achsen Fortbewegung möglich zu machen, indem es durch die Bewegung der Beine das Gehen ermöglicht. Die Form des Hüftgelenks ermöglicht dabei Bewegung in drei Freiheitsgraden: Flexion und Extension in der Transversalachse, Innen- und Außenrotation in der Longitudinalachse und Abduktion und Adduktion in der Sagittalachse. Anhand dieser Bewegungen lassen sich auch die am Gelenk beteiligten Muskeln zuordnen: Flexion wird durch den M. psoas major und den M. iliacus möglich, mit Beihilfe von M. sartorius und M. rectus femoris. Extension geschieht durch den M. gluteus maximus sowie die Mm. semimebranosus, semitendinosus und biceps femoris. Für die Innenrotation sind M. gluteus medius und minimus mit ihrem lateralen Anteil sowie M. tensor fasciae latae zuständig, während die Außenrotation durch die Mm. obturatorii, M. quadratus femoris, Mm. gemelli mit

Unterstützung durch M. gluteus maximus, M. sartorius und M. piriformis ermöglicht wird. Schließlich tragen zur Adduktion der M. adductor longus, brevis und magnus bei, wobei sie von M. gracilis und M. pectineus unterstützt werden. Für die Abduktion stehen M. gluteus medius und minimus zur Verfügung und werden hierbei wiederum von M. tensor fasciae latae und M. sartorius unterstützt.

Weiterhin dient das Hüftgelenk der Übertragung des Körpergewichtes vom Rumpf auf die untere Extremität sowie der Stütze des Rumpfes (Gold and Varacallo, 2019).

2.2 Arthrose

Arthrose ist eine degenerative Erkrankung des Gelenkknorpels, welche die Funktion des betroffenen Gelenks einschränkt und zu Schmerz und Steifigkeit führt (Shelton, 2013). Sie ist die am meisten verbreitete Erkrankung des Gelenks (Katz et al., 2021, Martel-Pelletier et al., 2016) und eine der häufigsten chronischen Erkrankungen (Pereira et al., 2015). Die Krankheit kann prinzipiell jedes Gelenk betreffen, häufig ist die Arthrose in Händen, Knien, Hüften oder Füßen lokalisiert (Katz et al., 2021). In den folgenden Ausführungen liegt der Fokus auf der Arthrose des Hüftgelenks, der Coxarthrose.

In der Pathogenese stellt das Alter einen starken Prädiktor dar (Ashford and Williard, 2014), in der Literatur wird hohes Lebensalter häufig als einer der Hauptrisikofaktoren der Krankheit beschrieben (Sacitharan, 2019, Shane Anderson and Loeser, 2010, Katz et al., 2021, Lespasio et al., 2018, Flugsrud et al., 2010). Aufgrund der alternden Bevölkerung und der größeren Lebensspanne fällt der Auseinandersetzung mit der Arthrose in den kommenden Jahren eine immer größere Bedeutung zu (Martel-Pelletier et al., 2016, Sacitharan, 2019). Die internationale Literatur spricht sich dafür aus, dass die Krankheit häufiger bei Frauen vorzufinden ist (Flugsrud et al., 2010, Hawker, 2019, Katz et al., 2021), von der Arthrose des Hüftgelenks sind hier Frauen fast doppelt so häufig betroffen wie Männer (Aresti et al., 2016). Hingegen ergab die Auswertung einer Studie mit Versicherten der AOK Baden-Württemberg, dass in der untersuchten Population in den meisten eingeschlossenen Altersgruppen (ab 40 Jahre) die Prävalenz der Patienten mit Coxarthrose bei Männern und Frauen annähernd gleich war, Frauen allerdings häufiger eine operative Therapie erhielten (Endres et al., 2018). Ein weiterer Risikofaktor in der heutigen Gesellschaft ist Adipositas (Flugsrud et al., 2010, Hawker, 2019, Katz et al., 2021, Lespasio et al., 2018, Martel-Pelletier et al., 2016). Mechanische Beanspruchung des Gelenks durch das Tragen schwerer Lasten oder durch vermehrtes Stehen sind zumindest Gefahren, die verringert werden sollten, um der Entwicklung einer Coxarthrose vorzubeugen, inwiefern jedoch solche Aktivitäten ursächlich für die Erkrankung sind bleibt ungewiss (Sulsky et al., 2012). Aber auch genetische Faktoren spielen eine Rolle in der Pathogenese, so ist beispielsweise die primäre Hüftarthrose bei Europäern deutlich

häufiger vorzufinden als bei anderen Ethnizitäten (Hoaglund, 2013). Ergänzend zu den aufgeführten Risikofaktoren, die den Patienten im Gesamten betreffen, sind Faktoren zu nennen, die sich auf das Gelenk als solches beziehen. Diese können als sekundäre Arthrosen zusammengefasst werden. Eine veränderte Morphologie des Gelenks durch Femoroacetabuläres Impingement oder durch eine gestörte Entwicklung des Gelenks zu Hüftdysplasien führt gerade in jüngeren Patientengruppen zur Ausbildung einer Arthrose. Aber auch Gelenkverletzungen oder eine Dysfunktion in den periartikulär stabilisierenden Muskelgruppen ergeben letztlich eine vermehrte Belastung des Gelenks. Scherkräfte im morphologisch veränderten Gelenk greifen dieses über die Zeit an und begünstigen Knorpelschäden und die Degeneration des betroffenen Gelenks. Risikofaktoren für die Entwicklung einer Coxarthrose auf Gelenkebene als auch auf der Ebene des Patienten als Ganzes (Faktoren wie Alter, Geschlecht, Körpergewicht, genetische Faktoren, Ethnizität, physische Belastung oder Ernährung) sind stets im Zusammenhang zu betrachten. Beide Kategorien beeinflussen sich gegenseitig: Eine Veränderung auf Gelenkebene stellt oftmals die ätiologische Basis der Coxarthrose dar, welche durch Risikofaktoren auf Patientenebene indirekt begünstigt wird, indem diese wiederum die Anfälligkeit für eine Gelenkschädigung erhöhen (Murphy et al., 2016).

Das wichtigste Symptom der Arthrose sind Schmerzen (Altman, 2010, Lespasio et al., 2018, Sacitharan, 2019), die sich über Monate bis Jahre entwickeln (Aresti et al., 2016) und gemeinsam mit dem Funktionsverlust des betroffenen Gelenks den Hauptausschlag für den Beginn einer Therapie der Erkrankung setzen (Bijlsma et al., 2011). Dabei ist der Schmerz zunächst bewegungsabhängig. Mit den Schmerzen geht eine Morgensteifigkeit des Gelenks einher, welche sich nach ungefähr 30 Minuten bessert (Lespasio et al., 2018). Bei der Arthrose des Hüftgelenks ist insbesondere die Innenrotation des betroffenen Gelenks schmerzhaft. Die Schmerzen führen bei den betroffenen Patienten dazu, dass sie in ihrer Bewegung eingeschränkt sind und folglich ihnen wichtige Aktivitäten wie beispielsweise Wandern oder Tanzen nicht mehr ausüben können (Katz et al., 2021). Somit sind neben den funktionellen Einschränkungen oft Schlafstörungen, Müdigkeit, depressive Stimmungen und der Verlust von Selbstständigkeit die Folge (Hawker, 2019). Die Erkrankten erfahren also eine Verminderung ihrer Lebensqualität, nicht nur aufgrund von physischem Funktionsverlust, sondern auch durch Aspekte der Erkrankung auf psychologischer Ebene. Die notwendige Lebensumstellung der Patienten und ihrer Familien im Alltag, der mit der Krankheit verbundene Produktivitätsausfall und nicht zuletzt die Therapie verursachen hohe direkte und indirekte Kosten, weshalb eine frühzeitige Diagnose und anschließende Behandlung erstrebenswert ist (Altman, 2010).

Die Arthrose geht auf Gelenkebene mit einer Entzündung einher und zeichnet sich im Gegensatz zum bloßen fokalen Knorpelschaden durch eine zusätzliche Schädigung weiterer Strukturen wie der Bänder und der Synovia aus (Hinz et al., 2021). Der Knorpel und der

darunter liegende Knochen des Gelenks sind also degenerativ verändert, wobei zwischen primärer und sekundärer Coxarthrose unterschieden wird. Erstere zeigt wie schon aufgeführt fortschreitendes Alter als Hauptrisikofaktor, letztere entwickelt sich in aus verschiedenen Gründen bereits vorgeschädigten Gelenken (Huang et al., 2019).

Generell bietet sich die Röntgenuntersuchung nach wie vor als Methode der Wahl in der bildgebenden Diagnostik der Erkrankung an, da sie leicht zugänglich, kostengünstig und leicht zu interpretieren ist (Huang et al., 2019, Weber et al., 2016).

Für die Beurteilung der Röntgendiagnostik der Arthrose haben Kellgren und Lawrence schon zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts eine Klassifikation erarbeitet, die im klinischen Alltag bis heute ihre Verwendung findet. Speziell für die Beurteilung des Hüftgelenks sehen sie eine Röntgenaufnahme in anterior-posteriorem Strahlengang vor. Arthrotisch veränderte Gelenke weisen im Röntgenbild demnach folgende Eigenschaften auf: Osteophyten, Gelenkspaltverschmälerung, subchondrale Sklerose, subchondrale Pseudozysten und eine veränderte Form der anliegenden Knochenenden, insbesondere des Femurkopfes. Die Ausprägung dieser Eigenschaften wird folgend in fünf Stufen eingeteilt (0-4), wobei Stufe 0 keine röntgenologischen Auffälligkeiten zeigt, ab Stufe 2 definitiv von einer wenn auch milden Arthrose gesprochen wird und Stufe 4 eine schwere Arthrose beschreibt (Kellgren and Lawrence, 1957).

Trotz dieser Hinweise in der Bildgebung auf das Vorliegen der Erkrankung müssen Patienten jedoch immer im klinischen Kontext betrachtet werden, da auch Patienten mit schwerwiegenden Befunden im Röntgenbild nicht zwingend klassische Hüftschmerzen angeben. Ebenso müssen auch bei Patienten mit Schmerzen in der Hüften- und Leistengegend, wie sie für Coxarthrose typisch sind, nicht zwingend in gleichem Ausmaß Anzeichen für Arthrose in der Röntgenuntersuchung vorliegen (Nieuwenhuijse and Nelissen, 2015, Kim et al., 2015). Bei röntgenologisch schwer zu beurteilenden Befunden und strukturellen Besonderheiten können ergänzend Computertomographie und Magnetresonanztomographie in der Bildgebung eingesetzt werden (Huang et al., 2019, Weber et al., 2016). Letztendlich ist es in der Diagnostik der Hüftarthrose wichtig, diese durch die Überprüfung des Bewegungsausmaßes des betroffenen Gelenks und damit verbundenen Schmerzen in Zusammenhang zu stellen und das klinische Bild mit der Bildgebung in Kombination zu betrachten. Solches wiederum kann dazu beitragen, Patienten mit schwerer Arthrose verlässlich zu identifizieren (Metcalf et al., 2019).

2.2.1 Behandlungsmöglichkeiten der Arthrose

Generell empfiehlt das American College of Rheumatology den Ansatz des shared decision-making in der Behandlung der Arthrose um diese bestmöglich auf die individuellen Prioritäten, Vorlieben und Komorbiditäten des Patienten abzustimmen (Kolasinski et al., 2020).

2.2.1.1 Konservative Behandlung

Die meisten Patienten mit Arthrose des Knie- oder Hüftgelenks sollten primär konservativ behandelt werden (Skou and Roos, 2019). Schon seit vielen Jahren beschreibt die Literatur, dass eine konservative und nicht medikamentöse Therapie essentiell für ein gutes Management der Erkrankung ist (Chard and Dieppe, 2001). Nicht medikamentöse Behandlungsansätze sind dabei genauso wichtig, wie medikamentöse Therapien. Medikamente sollten keineswegs allein ohne nicht medikamentöse Ansätze angewendet werden (Arokoski, 2005). Die Osteoarthritis Research Society International (OARSI) nennt hierbei zunächst Patientenschulung und Bewegungsübungen (Bannuru et al., 2019). Hinzu kommt bei adipösen Patienten eine Gewichtsreduktion (Bierma-Zeinstra et al., 2020, Gay et al., 2016, Kolasinski et al., 2020, Skou and Roos, 2019). Diese drei Strategien stellen die Grundpfeiler der nicht medikamentösen Behandlung dar (Aresti et al., 2016, Gay et al., 2016, Katz et al., 2021). Ebendiese haben sich als effektiv erwiesen, setzen dafür jedoch eine oft schwer zu erreichende Änderung des Verhaltens der Erkrankten voraus. Bewegung und Gewichtsreduktion führen zu einer Funktionsverbesserung und reduzieren Schmerzen (Gay et al., 2016), Bewegungsübungen sind in der Schmerzreduktion mindestens genauso effektiv wie eine medikamentöse Behandlung und dieses ohne ernsthafte Nebenwirkungen. Solche Übungen müssen regelmäßig durchgeführt werden und individuell auf den Patienten abgestimmt sein (Skou and Roos, 2019). Eine Schulung der Betroffenen ergänzt die körperlichen Übungen in der Therapie und fördert durch die Motivation der Patienten die Langzeitwirkung der Behandlung (Gay et al., 2016, Skou and Roos, 2019). Die Patientenschulung sollte dazu dienen, zu Ätiologie, Progression, Prognose und Behandlungsoptionen der Arthrose zu informieren und stellt dadurch einen wesentlichen und andauernden Teil in der Therapie der Arthrose dar (Bierma-Zeinstra et al., 2020).

Kommen in der konservativen nicht medikamentösen Behandlung der Arthrose Bewegungsübungen zum Einsatz, so ist die korrekte Verordnung solcher Übungen von großer Wichtigkeit, um deren Behandlungseffekt zu maximieren (Wellsandt and Golightly, 2018). Leider werden konservative nicht medikamentöse Therapien in der Arthrosebehandlung nicht ausreichend angewandt, was an fehlender Expertise der Fachkräfte, Fehlen von evidenzbasierten Strategien und suboptimaler Organisation der Behandlung liegt (Selten et al., 2017). Daher sind ausgebildete Fachkräfte, die Fertigkeiten besitzen, diese Grundbehandlung anbieten zu können, essenziell (Bierma-Zeinstra et al., 2020).

Die pharmakologischen Therapieoptionen umfassen topische, orale und intraartikuläre Verfahren (Murphy et al., 2016). Zur medikamentösen Therapie der Hüftarthrose hat die European League Against Rheumatism (EULAR) 2005 eine Empfehlung veröffentlicht, welcher die folgenden Punkte entnommen sind: Paracetamol ist in der Medikation das Mittel der Wahl bei leichten bis moderaten Schmerzen und ist das bevorzugte orale Schmerzmittel in der Langzeitbehandlung. Sollte damit eine ausreichende Schmerzreduktion nicht erreicht werden können, sind NSAIDs in der geringsten wirksamen Dosis zusätzlich oder anstelle von Paracetamol empfohlen. Bei Patienten, die ein erhöhtes Risiko für gastrointestinale Nebenwirkungen haben, können nicht-selektive NSAIDs in Kombination mit einem medikamentösen Magenschutz oder aber Coxibe angewendet werden. Sollten diese nicht den gewünschten Effekt erzielen oder kontraindiziert sein, können alternativ Opioide eingesetzt werden. Der Einsatz von Substanzen wie Glucosaminsulfat, Chondrotinsulfat oder Hyaluronsäure zeigte zwar damals schon einen positiven, allerdings nur geringen Effekt, deren Anwendung sollte durch weitere Studien noch genauer untersucht werden (Zhang et al., 2005). Neuere Studienergebnisse sprechen sich aufgrund fraglicher Wirksamkeit bei inhomogener Studienlage gegen die Anwendung von Hyaluronsäure, Glucosaminsulfat oder Chondrotinsulfat aus (Lespasio et al., 2018, Murphy et al., 2016). Schließlich gab die EULAR an, dass Röntgen- oder Sonographie-gesteuerte intraartikuläre Applikationen von Steroiden bei Entzündungen, die durch Analgesie und NSAIDs nicht erfolgreich behandelt werden können, hilfreich sein können (Zhang et al., 2005).

Auch einige Jahre später sind Paracetamol und NSAIDs noch die am häufigsten verwendeten Schmerzmittel in der Behandlung der Coxarthrose (Aresti et al., 2016). Allerdings zeigen neuere Metaanalysen, dass die kurzfristige Schmerzreduktion bei Knie- und Hüftarthrose durch Paracetamol klinisch unwichtig scheint (Murphy et al., 2016), die OARSI spricht sich sogar explizit gegen die Anwendung von Paracetamol aus (Bannuru et al., 2019). Die beste Wirkung unter den NSAIDs erzielen Diclofenac und Etoricoxib (Murphy et al., 2016, Lespasio et al., 2018). Bei Patienten mit gastrointestinalen Komorbiditäten können COX-2-Inhibitoren und NSAIDs in Kombination mit Protonenpumpeninhibitoren eingesetzt werden. NSAIDs sind bei kardiovaskulär vorbelasteten Patienten nicht empfohlen (Bannuru et al., 2019) oder sollen zumindest in der Dosis und Anwendungsdauer größtmöglich reduziert werden (Murphy et al., 2016). Die topische Anwendung von NSAIDs ist bei Hüftarthrose aufgrund der anatomischen tiefen Lage des Gelenks nicht empfohlen (Lespasio et al., 2018, Murphy et al., 2016). Opioide sollen wenn möglich vermieden werden (Bannuru et al., 2019, Katz et al., 2021), Tramadol kann ergänzend noch in Erwägung gezogen werden, bei anderen Opioiden überwiegen die Risiken der Nebenwirkungen jedoch den Effekt der Schmerzreduktion (Murphy et al., 2016) und ihr Abhängigkeitspotential spricht gegen eine routinemäßige Anwendung (Lespasio et al., 2018). Intraartikuläre Injektionen von Steroiden können die Therapie ergänzen und weisen kurzfristig oft eine gute Schmerzreduktion vor, die Wirkung lässt jedoch nach einigen Monaten

nach. Außerdem bringen intraartikuläre Injektionen das Risiko eines Gelenkinfektes mit sich und sollten deshalb mit Vorsicht bewertet werden (Lespasio et al., 2018, Murphy et al., 2016). Die Anwendung von Glucosamin, Chondritin und Hyaluronsäure in der Behandlung der Coxarthrose wird zur Zeit nicht empfohlen (Kolasinski et al., 2020). Die Injektion von Platelet-rich plasma als neue ergänzende Therapieoption scheint gerade bei jüngeren Patienten mit leichter Arthrose kurzfristig eine Symptomlinderung zu erzielen (Bennell et al., 2017), die Anwendung stellt sich teilweise besser dar als andere intraartikuläre Injektionen (Dong et al., 2021). Dennoch sind auch hier aufgrund der inhomogenen Datenlage zukünftig weitere Untersuchungen notwendig (Lespasio et al., 2018, Murphy et al., 2016).

Auch die aktuelle deutsche Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) zur Coxarthrose stimmt größtenteils mit den bereits aufgeführten Behandlungsoptionen überein. Hier werden ebenfalls physikalische und physiotherapeutische Maßnahmen in der nicht medikamentösen Behandlung empfohlen. Weiterhin spricht sich die AWMF für die Therapie mit nicht-steroidalen Antirheumatika und Coxiben aus, sollten andere Therapiemaßnahmen nicht zu adäquater Schmerzreduktion führen. Hierbei sollen die Medikamente hinsichtlich Dosis und Anwendungsdauer auch so stark wie möglich reduziert werden. Die Substanzen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Nebenwirkungen, in ihrer therapeutisch erwünschten Wirkung hingegen gleichen sie sich. Sollte die Gabe von NSAR und Coxiben kontraindiziert sein oder zu Unverträglichkeit führen, so kann auch Metamizol kurzzeitig zur Anwendung kommen. Bei inoperablen Patienten oder bei Patienten kurzfristig bis zur Operation ist der kurzzeitige Einsatz von schwachen Opioiden möglich. Auch hier gilt der Grundsatz die Medikamente so niedrig dosiert wie möglich zu verabreichen. Bezüglich der Substanzen Chondrotinsulfat und Glucosamin beschreibt die AWMF, dass eine widersprüchliche Datenlage zu deren Wirkung existiert, sie jedoch bei Unverträglichkeit von NSAR eine gegebene Therapieoption in der Behandlung der Hüftarthrose darstellen. Schließlich sind zu intraartikulären Injektionen von Steroiden, Hyaluronsäure oder Platelet-rich plasma nur wenige Studien mit geringen Patientenzahlen und unterschiedlichen Studiendesigns vorhanden. Deshalb müssen hierzu weitere Erkenntnisse abgewartet werden und man kann sich lediglich indirekt an der Behandlung der Gonarthrose orientieren (Matziolis, 2019).

2.2.1.2 Operative Behandlung

Operative Therapien sollten Patienten vorbehalten sein, die nicht ausreichend auf eine weniger invasive Therapie ansprechen (Hunter and Bierma-Zeinstra, 2019).

Osteotomien und gelenkerhaltende Verfahren wurden vor einigen Jahren gerade bei jüngeren Patienten mit symptomatischer Hüftarthrose angewendet, insbesondere wenn zusätzlich eine Dysplasie oder eine Varus-/Valgusfehlstellung vorlag. (Zhang et al., 2005).

Arthroskopien der Hüfte werden in frühen Stadien der Krankheit in der Behandlung eingesetzt, jedoch ist die Qualität der Studien zu diesem Sachverhalt niedrig. Es zeigt sich, dass die Umstellungsrate von Arthroskopie auf Endoprothese bis zu 50 % beträgt und sich die Prothesenimplantation in diesen Fällen ungefähr ein Jahr nach dem arthroskopischen Eingriff anschließt (Piuze et al., 2016).

Resurfacing ist eine operative Veränderung der Gelenkfläche ohne den totalen prothetischen Ersatz des Hüftgelenks. Diese Behandlungsmethode wurde als Alternative zum prothetischen Gelenkersatz gerade für jüngere, aktivere Patienten entwickelt. Davon versprach man sich, eventuell nötige Revisionen einfacher zu machen und das Auftreten von Dislokationen des Gelenks nach der Operation zu vermindern (Murphy et al., 2016). Im Vergleich zur Endoprothetik waren beim Resurfacing Revisionen und Reoperationen früher und häufiger notwendig, Dislokationen traten bei Implantation einer TEP häufiger auf (Marshall et al., 2014). Allerdings spielt bei diesem Verfahren die Patientenselektion im Voraus eine wichtige Rolle, so profitieren besonders jüngere, meist männliche Patienten von einem solchen Eingriff, außerdem vorausgesetzt, der behandelnde Arzt verfügt über eine ausreichende Expertise (Matharu et al., 2015, Sehatzadeh et al., 2012).

Die Implantation einer totalen Hüftendoprothese umfasst die Entfernung der Gelenkflächen, der Gelenkkapsel, des Femurkopfes und des Schenkelhalses sowie die Präparation des Acetabulums und des Femurschaftes. Anschließend werden die entfernten Gelenkteile durch eine Prothese ersetzt (Aresti et al., 2016). Mehr als eine Millionen TEP werden weltweit jährlich implantiert, die Tendenz ist steigend und in über 90 % der Fälle ist eine symptomatische Arthrose die Indikation (Pivec et al., 2012). Der Eingriff ist eine der häufigsten und erfolgreich durchgeführten Operationen weltweit. Er wurde in der Literatur aufgrund der exzellenten Ergebnisse bereits als Operation des Jahrhunderts bezeichnet (Learmonth et al., 2007). Es liegt keine genaue Evidenz für den exakten Zeitpunkt der Operation vor, oft wird dieser im Expertenkonsensus und individuell nach jedem Patienten bestimmt (Aresti et al., 2016). Die Ziele des Eingriffs sind Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung (Pivec et al., 2012). Ist die konservative Therapie fehlgeschlagen, ist der Patient schwer funktionell eingeschränkt oder sind dessen Schmerzen nicht konservativ zu bessern, so ist die Endoprothetik heutzutage die Behandlung der Wahl (Lespasio et al., 2018, Murphy et al., 2016). In diesen Fällen

empfiehlt sich eine frühzeitige operative Versorgung. Patienten, die zu einem späteren Zeitpunkt der Erkrankung operiert wurden, zeigten schwächere Ergebnisse postoperativ hinsichtlich ihrer Funktionalität (Vergara et al., 2011). Der prothetische Gelenkersatz ist eine kosteneffektive Behandlungsmethode (Daigle et al., 2012) und die Literatur beschreibt exzellente Ergebnisse, dennoch ist auch hier eine Selektion der geeigneten Patienten für diese Therapie notwendig. Zwar sind fortgeschrittenes Alter, Adipositas und Komorbiditäten keine absoluten Kontraindikationen. Trotzdem kann ein erhöhtes Risiko für Komplikationen bei Patienten über 65 Jahren beobachtet werden. Aber auch Implantationen bei Patienten jünger als 50 Jahren stellen die Medizin vor Herausforderungen, da diese Patientengruppen häufig durch höhere Aktivität und höhere Lebenserwartung die Langlebigkeit des Implantates auf die Probe stellen. Hier spielt wiederum die Patientenschulung hinsichtlich der Vorteile und Risiken eines solchen Verfahrens eine wichtige Rolle (Pivec et al., 2012).

Postoperative Komplikationen eines prothetischen Gelenkersatzes der Hüfte finden sich gehäuft bei Patienten mit Nikotinabusus und Adipositas. Mögliche akute Komplikationen sind Phlebothrombosen, intraoperative Frakturen und Nervenläsionen (Aresti et al., 2016). In Deutschland ist trotz eines Anstiegs der Implantationen künstlicher Hüftgelenke in den letzten Jahren ein Rückgang der Rate von venösen Thrombosen in Verbindung mit dem Eingriff zu beobachten. Allerdings steigt die Krankenhaussterblichkeit bei perioperativer Thrombose um den Faktor 15 an. Krebserkrankungen, kardiovaskuläre Erkrankungen und Infektionen sind dabei mit einem erhöhten Auftreten von Thrombosen assoziiert (Keller et al., 2020). Insbesondere sind periprothetische Infektionen Komplikationen, welche die Morbidität und Mortalität in Verbindung mit dem Eingriff erhöhen. Aufgrund der steigenden Zahl von implantierten Hüftprothesen ist eine Zunahme der absoluten Infektionszahlen zu erwarten (Pivec et al., 2012). Schließlich zählen auch Blutungen zu den postoperativen Komplikationen in Verbindung mit der Implantation einer Hüftendoprothese (Healy et al., 2016). Instabilität oder Lockerung des Implantates sowie Dislokationen können im Verlauf erneute operative Eingriffe notwendig machen. Laut Jahresbericht des Endoprothesenregisters Deutschland für das Jahr 2019 stellten folgende Komplikationen die häufigsten Gründe dar, die einen Folgeeingriff am Hüftgelenk erforderten: Lockerungen (27 %), Infektionen (15,5 %), periprothetische Frakturen (12,1 %) und Luxationen (11,9 %) (Grimberg et al., 2020). Betrachtet man die Rate an Revisionsoperationen, so ist für Deutschland bis zum Jahr 2060 ein Anstieg von ungefähr 40 % zu erwarten (Klug et al., 2021).

Für eine gute postoperative Funktionalität der implantierten Prothese ist eine angemessene Physiotherapie essenziell (Stastny et al.). Ohne eine strukturierte Rehabilitation bleibt die Funktion des Gelenks limitiert. Wird diese Phase täglich von Physiotherapeuten in der Ausführung der Bewegungsübungen begleitet, sind die Ergebnisse hinsichtlich Funktion, Schmerzreduktion, Mobilität, Lebensqualität und Gangbild besser, als wenn die Patienten

lediglich dazu informiert und eingewiesen werden (Umpierres et al., 2014). Dabei können sich intensiviertere, früh beginnende Physiotherapieprogramme positiv auf Gang, Kraft, stationäre Verweildauer und Entlassung auswirken (Marchisio et al., 2020). Auch die Gesamtkosten können durch solche Ansätze verringert werden (Masaracchio et al., 2017). Die Durchführung der physiotherapeutischen Rehabilitationsübungen, unabhängig ob in der Klinik oder im häuslichen Umfeld durchgeführt, und der Fortschritt in der Wiederherstellung der physischen Funktion sollten in jedem Fall überwacht und im Verlauf kontrolliert werden, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Komorbiditäten lassen hierbei schon im Vorfeld eine Vorhersage über mögliche Resultate der Rehabilitation zu. Allerdings bleibt die Evidenz in der Literatur zur genauen Strukturierung und Anwendung der Physiotherapieprogramme ungewiss (D et al., 2018). Generell sollten die Patienten sowohl prä- als auch postoperativ auf den Prozess des Eingriffs und der anschließenden Rehabilitation vorbereitet und adäquat darüber informiert werden (Jansen et al., 2015).

Die Endoprothetik hat sich als eine sehr langlebige Therapieoption in der Behandlung der Coxarthrose erwiesen. So sind auch 25 Jahre nach dem Eingriff über 80 % der implantierten Gelenke noch funktionstüchtig, 10 Jahre postoperativ liegt dieser Anteil sogar noch bei über 95 % (Lespasio et al., 2018, Murphy et al., 2016).

2.2.1.2.1 Häufigkeit der Versorgung durch totalen endoprothetischen Gelenkersatz in Deutschland

Nach Angaben des statistischen Bundesamtes wurden im Jahr 2019 insgesamt 243.477 künstliche Hüftgelenke in ganz Deutschland implantiert. 2005 waren dieses noch 194.453 Prothesen, seit 2017 (238.072 Prothesen) ist diese Zahl demnach annähernd gleich geblieben. (gbe-bund.de, 2020). Ungefähr 40 % aller Erstimplantationen von Prothesen des Hüft- oder Kniegelenks finden sich in der Altersgruppe von 70 bis 79 Jahren, Frauen sind öfter betroffen als Männer (2:1) (Rothbauer et al., 2018). Eine Hochrechnung des BARMER GEK Report Krankenhaus ergab für das Jahr 2010 eine Gesamtzahl von 130.000 implantierten TEP bei Frauen und 80.000 bei Männern (Bitzer et al., 2010). Das Endoprothesenregister Deutschland gibt für das Jahr 2019 157.681 Erstimplantationen einer Hüftprothese an, die Geschlechterverteilung lag hier bei 40,1 % Männern und 59,9 % Frauen. Mittleres Alter der Patienten zeigte sich mit 71 Jahren, der durchschnittliche BMI betrug 27,0 kg/m² (Grimberg et al., 2020).

Eine Projektion für das Jahr 2040 zeigt eine geschätzte Inzidenzrate von 360 Hüftendoprothesen auf 100.000 Einwohner. Dabei soll die Gesamtzahl der TEP ansteigen, die Inzidenz jedoch annähernd gleich bleiben, was durch den demographischen Wandel hin zu

einer zunehmend alternden Bevölkerung sowie die steigende Lebenserwartung zu erklären ist (Pilz et al., 2018).

2.2.1.2.2 Operative Versorgung beidseitiger Arthrose durch Endoprothetik

Der beidseitige Ersatz des Hüftgelenks simultan ist eine gegebene Therapieoption bei Patienten mit bilateraler Hüftarthrose (Houdek et al., 2017, Nizam and Batra, 2018, Saito et al., 2010, Taheriazam et al., 2019), wenn bei beidseitiger symptomatischer (Berend et al., 2005) fortgeschrittener arthrotischer Erkrankung (Taheriazam and Saeidinia, 2018) ein Gelenkersatz beidseitig indiziert ist (Laurson et al., 2000). Diese Behandlungsmethode ist hinsichtlich des Ergebnisses in Bezug auf Bewegung nach der Intervention und funktionelle Wiederherstellung des Patienten effektiver bei beidseitiger Arthrose, als eine zeitlich versetzte Behandlung beider Seiten (Yoshii et al., 2009). Vergleicht man die Kinematik des Beckens nach dem Eingriff, so ist diese bei simultan bilateral operierten Patienten physiologischer als bei Vergleichspatienten mit einer unilateralen Prothese (Loppini et al., 2020). In einer Studie von Vanbiervliet wurden Patienten nach simultan beidseitiger Operation im Durchschnitt nach 4,7 Tagen aus der stationären Behandlung entlassen, bei unilateral operierten Patienten war dieses nach durchschnittlich 3,0 Tagen der Fall (Vanbiervliet et al., 2020). Besonders stark spricht sich die Literatur dafür aus, dass ein einzeitiges Vorgehen die Zeit des Krankenhausaufenthaltes im Vergleich zu einem versetzten Vorgehen an beiden Hüftgelenken verringert (Tsiridis et al., 2008, Saito et al., 2010, Alfaro-Adrian et al., 1999, Bhan et al., 2006, Agarwal et al., 2016, Taheriazam et al., 2019). Ein solches simultanes Vorgehen bringt die Vorteile einer einmaligen Narkose, eines einmaligen stationären Aufenthaltes und einer einmaligen Rehabilitation mit sich (Micicoi et al., 2020). Beachtet werden muss jedoch die genaue Selektion der Patienten (Welters et al., 2002, Hooper et al., 2009), die von einem solchen Verfahren profitieren und dafür geeignet sind (Nizam and Batra, 2018, Houdek et al., 2017). So spielt hierbei das Alter eine führende Rolle (Berend et al., 2005, Parvizi et al., 2006, Garland et al., 2015, Muskus et al., 2018). Auch der ASA-Status der Patienten, der präoperativ bestimmt wird, soll bei der Patientenselektion als Faktor beachtet werden (Trojani et al., 2012, Koli et al., 2015, Garland et al., 2015, Muskus et al., 2018). Außerdem ist der präoperative Hämoglobinwert ein weiterer Punkt, der in die Auswahl der Patienten mit einbezogen werden sollte (Trojani et al., 2012). Schließlich müssen in der Planung des Verfahrens auch die bestehenden Komorbiditäten der Betroffenen Beachtung finden (Muskus et al., 2018, Parvizi et al., 2006, Garland et al., 2015). Dieses alles spielt eine Rolle in Bezug auf das Behandlungsergebnis. So zeigen sich bei jungen und gesunden simultan operierten Patienten keine Unterschiede im Behandlungsergebnis mit Hinblick auf Mortalitätsrisiko oder systemische Komplikationen im Vergleich mit versetzt implantierten Hüftprothesen (Muskus et al., 2018). Hohes Alter, Patienten mit rheumatoider Arthritis, ein hoher ASA-Status und

männliches Geschlecht sind hingegen mit erhöhtem Mortalitätsrisiko während der ersten 90 Tage postoperativ assoziiert (Garland et al., 2015).

Betrachtet man die Rückkehr zu sportlicher Aktivität nach der Operation, so findet sich in der Literatur exemplarisch die folgende Studie, welche sowohl simultan bilateral als auch unilateral operierte Patienten einschloss. Alle Patienten wurden über einen direkten anterioren Operationszugang operiert. 87 % der Studienteilnehmer (Durchschnittsalter $60,7 \pm 9,6$ Jahre) kehrten nach dem Eingriff zum Sport zurück, dieses durchschnittlich 4 Monate postoperativ. Bilaterale und unilaterale Eingriffe lieferten hierbei ähnlich gute Ergebnisse hinsichtlich der sportlichen Aktivität nach der Operation (Batailler et al., 2019). Mittelfristig ist die Rückkehr zu sportlicher Aktivität nach simultan beidseitiger Hüftendoprothese zufriedenstellend, zu Beginn üben dabei viele Patienten Sportarten mit geringer Belastung aus, wenige wenden sich stärker belastenden Aktivitäten zu und insgesamt sind die Ergebnisse denen von unilateral operierten Patienten ähnlich (Donner et al., 2019). Hinsichtlich der Komplikationen zeigt die Literatur, dass verschiedene Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt haben. So zeigt sich der simultane Gelenkersatz gegenüber versetzten Verfahren in einigen Studien überlegen. Jedoch muss beachtet werden, dass simultan operierte Patienten oftmals jünger waren und weniger Vorerkrankungen aufwiesen, als versetzt operierte Patienten (Shao et al., 2017). Houdek beschreibt auch bei nach Alter und Geschlecht gematchten Vergleichsgruppen kein erhöhtes Risiko für Revision, Re-Operation und postoperative Komplikationen. Doch auch in dieser Studie wurden simultan operierte mit versetzt operierten Patienten verglichen, welche auch hier mit einem Durchschnittsalter von 52,2 Jahren ein relativ junges Patientenkollektiv aufwiesen (Houdek et al., 2017). Unterschiede bezüglich kardiopulmonaler Komplikationen, thromboembolischer Ereignisse, Schlaganfällen, Infektionen der Operationsstelle und Transfusionsrate sind auch in der Studie von Koli statistisch nicht signifikant gewesen. Hier wurden erneut simultan operierte Patienten mit versetzt operierten Patienten verglichen. Ergänzend kann die gezielte Auswahl von geeigneten Patienten (ASA 1 und 2) das Risiko bei simultanen Eingriffen minimieren (Koli et al., 2015). In einer Publikation aus dem Jahr 2020, bei der simultan beidseitige Prothesen mit unilateralen Verfahren verglichen wurden, zeigte sich eine statistisch signifikant niedrigere Inzidenz von Infektionen der Gelenkprothese in der bilateralen Kohorte. Auch hier wird betont, dass simultane Verfahren sicher und effektiv sein können für Patienten mit geringem Risikoprofil und für diesen Eingriff noch akzeptablen Vorerkrankungen (Flick et al., 2020). Teilweise werden bilaterale Eingriffe mit einer höheren Rate von systemischen Komplikationen angegeben als einseitige Eingriffe und simultane Operationen erscheinen sicherer als versetzte (Rasouli et al., 2014). Einige Studien zeigen auch erhöhten Transfusionsbedarf (Tsiridis et al., 2008, Pfeil et al., 2011, Parvizi et al., 2006, Bhan et al., 2006, Morton et al., 2020). Das Risiko für Lungenembolien (Bracy and Wroblewski, 1981), tiefe Venenthrombosen (Trojani et al., 2012) und pulmonale Komplikationen (Berend et al., 2005) erscheint in diesen Studien erhöht. Außerdem können durch ein einzeitiges

Vorgehen die Behandlungskosten reduziert werden (Saito et al., 2010, Pfeil et al., 2011, Alfaro-Adrian et al., 1999, Parvizi et al., 2006, Agarwal et al., 2016, Houdek et al., 2017, Reuben et al., 1998).

2.3 Enhanced Recovery After Surgery

Das Behandlungskonzept „Enhanced Recovery After Surgery“ (ERAS), oft auch bezeichnet als „Fast-Track“, liegt seit 1997 vor und beschreibt evidenzbasierte Interventionen mit dem Ziel, die Komplikationen nach der Operation zu verringern sowie kürzere Liegezeiten zu erreichen, die Genesung zu beschleunigen und die Patientenzufriedenheit zu steigern. (Kaye et al., 2019). Aus einem anderen Blickwinkel betrachtet bedeutet dieses die physiologische Stressreaktion des Körpers auf die Operation zu verringern und seine natürliche Funktion nach der Operation aufrecht zu erhalten (Liu and Wick, 2018). Während der Durchsicht der Literatur fiel auf, dass in jeder Klinik gewisse Modifikationen dieses Konzepts stattfinden, sodass ERAS demzufolge als Grundidee beschrieben werden kann, die in unterschiedlicher Ausprägung Anwendung findet. Im Jahr 2010 wurde eine Fachgesellschaft für ERAS ausgehend von schwedischen Ärzten gegründet (Kutzner et al., 2020). In der perioperativen Phase angewendet ist ERAS ein multimodales Konzept, welches durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von verschiedenen Fachkräften, seien es Ärzte, chirurgisches Personal, Pflegekräfte, physiotherapeutische Fachkräfte, Mitarbeiter in der Ernährungsberatung oder auch Sozialarbeiter, aufgebaut und durchgeführt wird (Smith et al., 2020). Ein markanter Punkt von ERAS ist die präoperative Patientenschulung, um die Betroffenen ausreichend über ihre Erkrankung und den Prozess der Behandlung zu informieren und die postoperative Phase vorzubereiten und zu planen (Kutzner et al., 2020). Folgend ist beispielhaft ein ERAS-Konzept der Hüftendoprothetik mit dessen einzelnen Kriterien aufgeführt.

Patientenselektion	gezielte Erhebung insbesondere von Bewegungsausmaß, Nebenerkrankungen, relevanten Voroperationen, häuslicher Versorgung Anämieabklärung und gegebenenfalls -therapie
Organisation	prästationäre Patientenaufnahme mit terminlicher Planung der Operation Organisation der Rehabilitationsmaßnahmen während des stationären Aufenthaltes durch den Sozialdienst der Klinik

Patientenvorbereitung	Patientenschulung Patientenhandbuch mit Mobilitätserfassung, Schmerztagebuch und Patientenevaluation
Operation	möglichst minimalinvasiver Eingriff Verzicht auf Drainagen Injektion der Wunde mit Lokalanästhetikum
angestrebte Entlassungskriterien	physiotherapeutische Mobilisation <ul style="list-style-type: none"> • Beginn bereits am OP-Tag • sicherer Stand vor dem Bett • 150 m Gehstrecke • 10 Treppenstufen trockene Wundverhältnisse

Tabella 1 ERAS-Kriterien, modifiziert nach (Kutzner et al., 2020)

Besonders deutlich zeigt die Literatur in verschiedenen chirurgischen Fachgebieten die Verringerung des Krankenhausaufenthaltes (Berend et al., 2004, Kaye et al., 2019, Yanik et al., 2018, Zhu et al., 2017, Lee and Hodin, 2019, Paton et al., 2014, Soffin et al., 2019, Stowers et al., 2016, Villatte et al., 2019) Für die Endoprothetik wird dieses an den folgenden exemplarisch aufgeführten Studienergebnissen veranschaulicht. So konnte eine Reduktion der Verweildauer von 4-12 Tagen auf 1-3 Tage (Kaye et al., 2019), bzw. von 3,2 Tagen auf 1,7 Tage (Yanik et al., 2018) erreicht werden. Anschließend an den stationären Aufenthalt zeigte sich durch ERAS zudem keine erhöhte Wiedervorstellungsrate (Paton et al., 2014, Stambough et al., 2015, Yanik et al., 2018, Villatte et al., 2019) bzw. fand sich kein statistisch signifikanter Einfluss auf die Wiedervorstellungsrate (Hu et al., 2019, Zhu et al., 2017). Ein weiterer wichtiger Faktor, der durch ERAS erreicht werden konnte, ist die Kostenreduktion (Soffin et al., 2019, Villatte et al., 2019). Beispielsweise beschreibt eine Studie aus Neuseeland Kosten für den stationären Aufenthalt und mögliche Wiedervorstellungen in Höhe von 13.216,89 NZD\$ ohne die Anwendung von ERAS im Vergleich zu 10.638,66 NZD\$ bei Patienten, die nach ERAS versorgt wurden (Stowers et al., 2016). Eine weitere in den Vereinigten Staaten durchgeführte Studie bestätigt den Sachverhalt der Kostenreduktion: Während des stationären Aufenthaltes lagen die Kosten bei 19.015 \$ (ERAS) und 21.719 \$ (nicht ERAS). Auch 30 Tage postoperativ waren die Kosten mit 21.083 \$ bei ERAS im Vergleich zu 23.420 \$ ohne ERAS geringer. Schließlich ergab auch 90 Tage postoperativ die Anwendung von ERAS einen Kostenvorteil (ERAS: 24.189 \$, nicht ERAS: 26.514 \$). (Yanik et al., 2018) Es muss jedoch beachtet werden, dass durch die Einführung solcher Behandlungskonzepte ebenfalls Kosten anfallen (Roulin et al., 2017).

In der Orthopädie ist ERAS besonders im Bereich der Endoprothetik von großem Interesse. Die Anwendung erbrachte bei TEP des Knie- und Hüftgelenks die Vorteile von frühen Entlassungen aus der stationären Behandlung und erlaubte den Patienten eine rasche Rückkehr zu Unabhängigkeit in Alltagsaktivitäten (Frassanito et al., 2020). Eine deutsche Studie zeigt als Ergebnis, dass die stationäre Verweildauer durch die Anwendung von ERAS gesenkt werden kann. Das untersuchte Kollektiv ergab eine durchschnittliche stationäre Verweildauer von 4,9 Tagen, wobei diese im Jahr vor Anwendung des ERAS-Konzeptes noch bei durchschnittlich 9,6 Tagen lag. Dieses war nicht mit einem erhöhten Risiko für den Patienten verbunden (Kutzner et al., 2020). Niedrige Schmerzwerte sind ein weiterer Aspekt, der durch die Anwendung von Fast-Track bei Hüft-TEP-Patienten erreicht werden konnte (Gotz et al., 2021). Auch verbesserte Lebensqualität durch ERAS nach Hüft-TEP ist in der Literatur beschrieben (Leiss et al., 2021). Wichtig ist bei solchen Behandlungsprogrammen ein patientenorientierter Ansatz, um den gesamten Therapieprozess zu optimieren (Berg et al., 2019). Die Durchführung von Fast-Track-Konzepten erwirkte bei den betroffenen Patienten hohe Zufriedenheit (Jansson et al., 2020).

3 Material und Methoden

3.1 Auswahl des Patientenkollektivs

Am Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie der Universitätsmedizin Mainz (ZOU) wurden im ausgewählten Zeitraum (Januar 2015 bis März 2020) insgesamt 742 Patienten mit einem endoprothetischen Gelenkersatz des Hüftgelenkes (Hüft-TEP) versorgt. Aufgrund fehlender Daten bei vier Patienten reduzierte sich die Gesamtzahl auf 738. Das primäre Patientenkollektiv bestand aus Patienten, bei denen ein endoprothetischer Ersatz beider Hüftgelenke indiziert war und welche daraufhin mit einer TEP auf beiden Seiten einzeitig im ZOU versorgt wurden. Die Versorgung beider Hüftgelenke musste hierbei simultan während einer einzigen Operation erfolgt sein. Im festgelegten Zeitraum traf dieses auf 28 Patienten (10 männlich, 18 weiblich) zu, wie der Dokumentation des ZOU zu entnehmen war.

Die folgende Grafik stellt die Häufigkeitsverteilung dieser Patienten im untersuchten Zeitraum nach Jahren aufgeteilt dar.

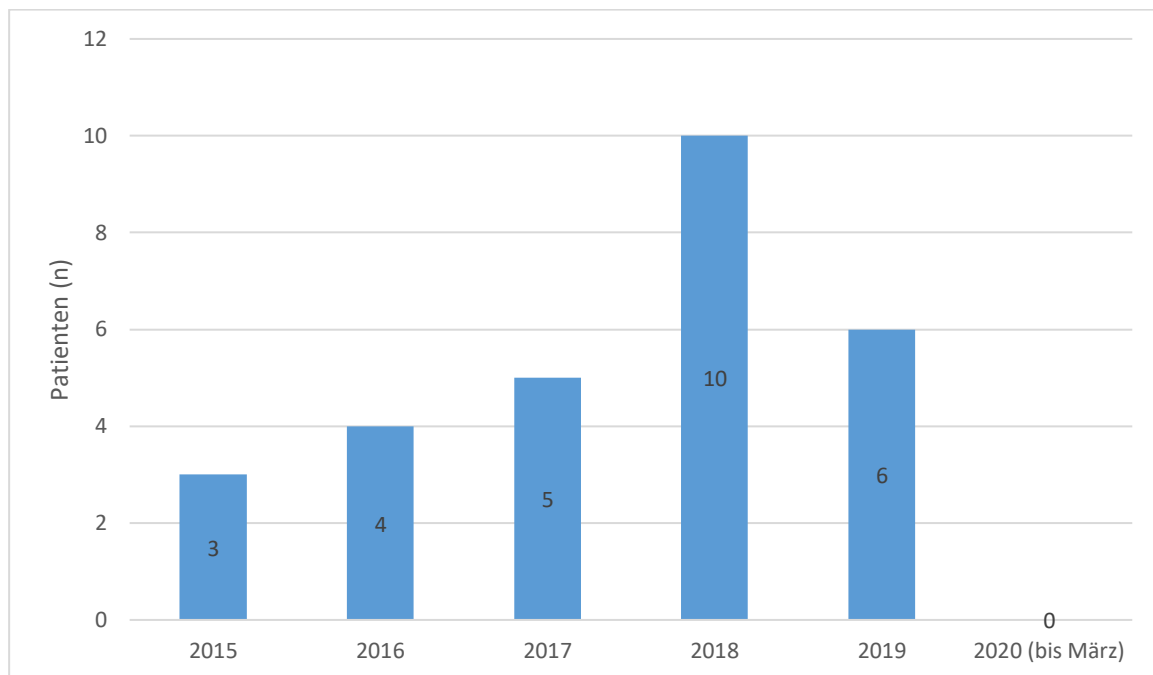


Abbildung 1 Anzahl bilateral operierter Patienten nach Jahr

Aus dem Krankenhausinformationssystem (KIS) der Universitätsmedizin Mainz wurden zu diesen Patienten Informationen zu deren Geschlecht und Alter (zum Zeitpunkt der Operation) aus den jeweiligen Entlassungsbriefen sowie ASA-Status und BMI aus den Anästhesieprotokollen zum jeweiligen operativen Eingriff gesammelt. Nachfolgend sind zwei Tabellen zur Einteilung des ASA-Status und des BMI aufgeführt.

<i>ASA-Status</i>	<i>Beschreibung</i>
<i>I</i>	gesunder Patient
<i>II</i>	Patient mit leichter Systemerkrankung (z.B. behandelte Arterielle Hypertonie)
<i>III</i>	Patient mit schwerer Systemerkrankung, die nicht lebensbedrohlich ist (z.B. chronische Niereninsuffizienz)
<i>IV</i>	Patient mit schwerer Systemerkrankung, die konstant lebensbedrohlich ist (z.B. instabile Angina Pectoris)
<i>V</i>	Moribunder Patient, der ohne operativen Eingriff voraussichtlich nicht überlebt (z.B. rupturiertes Aortenaneurysma)
<i>VI</i>	Hirntoter Patient, als Organspender geplant

Tabelle 2 ASA-Klassifikation nach (Doyle et al., 2020)

<i>BMI-Klasse</i>	<i>BMI-Wert (kg/m²)</i>
<i>Untergewicht</i>	< 18,5
<i>Normalgewicht</i>	18,5-24,9
<i>Übergewicht</i>	25,0-29,9
<i>Adipositas Grad I</i>	30,0-34,9
<i>Adipositas Grad II</i>	35,0-39,9
<i>Adipositas Grad III</i>	> 40

Tabelle 3 BMI-Klassifikation nach (Nuttall, 2015)

Zur Berechnung des BMI wurden Körpergewicht in kg und Körpergröße in m der Patienten in die folgende Formel eingesetzt:

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

Formel 1 Berechnung des Body Mass Index

Anhand dieser Angaben wurde anonymisiert eine Vergleichsgruppe von Patienten generiert, die im ausgewählten Studienzeitraum eine TEP nur auf einer Körperseite erhalten hatten,

wobei jeweils zwei Patienten der Vergleichsgruppe einem Patienten der Gruppe mit bilateralen TEP zugeordnet wurde. Die gegenübergestellten Patienten waren sich jeweils in Geschlecht, Alter, BMI und ASA-Status möglichst ähnlich. Somit ergab sich eine Auswahl von 56 aus 710 operierten Patienten (22 männlich, 34 weiblich).

3.2 Datenerhebung

Zu den insgesamt 84 Patienten wurden retrospektiv die Angaben, die für die spätere Analyse von Bedeutung waren, erfasst. Sie konnten den Datenbanken des KIS der Universitätsmedizin Mainz entnommen werden. Die Datensammlung enthielt als Basisdaten Alter des Patienten, Geschlecht, Herkunft (Wohnsitz innerhalb oder außerhalb Deutschlands) und operierte Körperseite (rechts, links, beidseitig). Aus den jeweiligen Entlassungsbriefen der stationären Aufenthalte wurden die genaue Diagnose, eventuelle relevante Voroperationen, das Datum des operativen Eingriffes, die stationäre Verweildauer sowie etwaig aufgetretene Komplikationen, Transfusionen und ungeplante Folgeoperationen erfasst. Des Weiteren fanden sich Daten zu Größe, Gewicht und ASA-Status in den Anästhesieprotokollen. Die jeweiligen Operationsberichte gaben Auskunft zum angewendeten Anästhesieverfahren (Intubationsnarkose oder Spinalanästhesie), dem Operationsverfahren und der Operationsdauer (Schnitt-Naht-Zeit). Von großer Bedeutung waren schließlich auch die physiotherapeutischen Verlaufsberichte, denen Angaben zu den folgenden Meilensteinen der Mobilisation entnommen wurden: Die Anzahl der Tage nach Operation bis zum selbstständigen Stand vor dem Bett, dem Erreichen von 150 m Gehstrecke sowie dem Treppensteigen von 10 Treppenstufen.

Die folgende Abbildung stellt den Verlauf der beschriebenen Schritte graphisch dar.

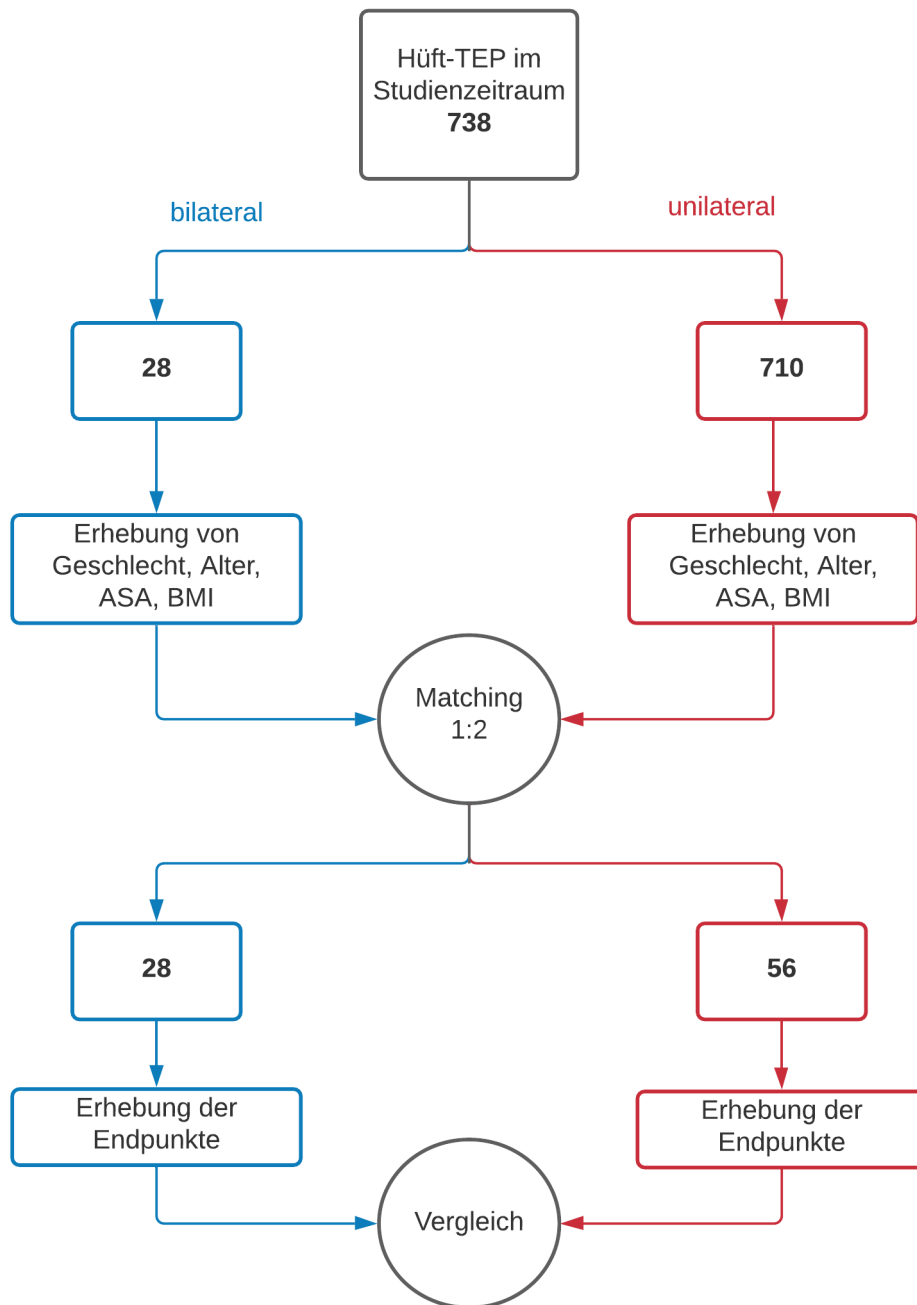


Abbildung 2 Veranschaulichung des Ablaufs der Datenerhebung und Auswertung

3.3 Statistische Auswertung

Das Matching der Patienten sowie die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Instituts für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) durchgeführt. Dabei kam das Statistikprogramm „R“ zur Anwendung. Im Einzelnen bestand die Auswertung aus den drei folgenden Schritten:

Zunächst wurde überprüft, ob das Matching erfolgreich war. Dann schloss sich eine deskriptive Analyse weiterer Variablen an, beispielsweise die Altersverteilung der Kohorten, die Dauer des stationären Aufenthaltes oder die Dauer des operativen Eingriffs. Für die gesamte Auswertung wurde das Signifikanzniveau bei $\alpha = 0,05$ festgelegt. Im letzten Schritt wurden die beiden Funktionsziele „Zeit bis 10 Treppenstufen“ und „Zeit bis 150 m Gehstrecke“ analysiert und hierbei jeweils t-Tests und Boxplots angewendet. Hier erfolgte keine Adjustierung für den ASA-Status. Für die beiden Funktionsziele wurde außerdem ein lineares Regressionsmodell mit t-Tests für Interventionskoeffizienten eingesetzt, welche nun jedoch für den ASA-Status adjustiert waren. Schließlich kam auch die Berechnung von Kaplan-Meier-Kurven mit Log-Rank-Test zum Einsatz, um die Zeit bis zum Erreichen der beiden Funktionsziele darzustellen. Jedoch wurden die Daten hier wiederum nicht nach dem ASA-Status adjustiert.

4 Ergebnisse

4.1 Verteilung der Patienten nach Basisdaten

4.1.1 Geschlechterverteilung

Bezüglich der Geschlechter in beiden Kohorten (bilateral, unilateral) zeigte sich jeweils eine Mehrheit der weiblichen Patienten zu ungefähr 2:3. Dem Matching gemäß standen die Kohorten im Verhältnis 1:2 (bilateral : unilateral) zueinander. Die beiden Gruppen unterschieden sich bezüglich der Geschlechterverteilung nicht. Die genaue Verteilung ist in folgender Tabelle und anschließendem Balkendiagramm dargestellt.

<i>Kohorte</i>	<i>bilateral</i>		<i>unilateral</i>	
	Anzahl (n)	Anteil (%)	Anzahl (n)	Anteil (%)
<i>Geschlecht</i>				
<i>männlich</i>	10	35,7	22	39,3
<i>weiblich</i>	18	64,3	34	60,7
<i>Summe</i>	28	100,0	56	100,0

Tabelle 4 Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs

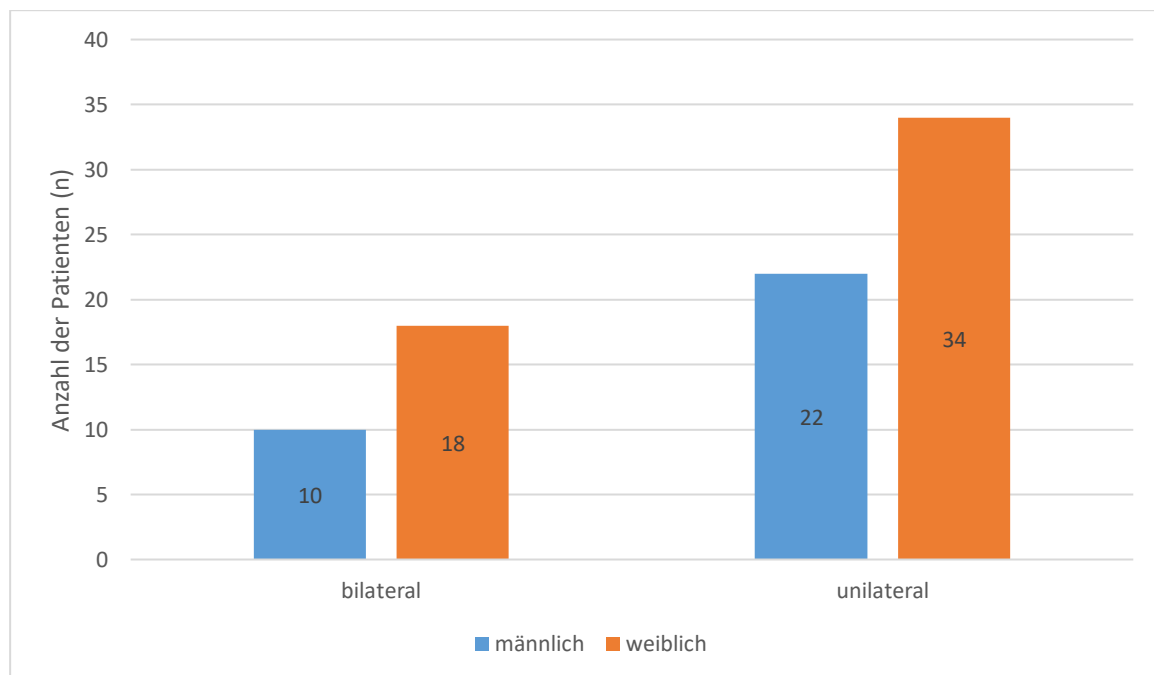


Abbildung 3 Balkendiagramm zur Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs

4.1.2 Altersverteilung

Die Spanne der Altersverteilung umfasste Patienten im Alter von 21 bis 89 Jahren in der bilateralen und von 25 bis 85 Jahren in der unilateralen Kohorte. Das Alter der Gruppen unterschied sich dem Matching gemäß nicht. Bei annähernd gleichem Median in beiden Gruppen (bilateral: 66,5; unilateral: 66,0) zeigte sich eine größere Streuung der Werte von Patienten mit einseitigem Gelenkersatz. Mittelwert und Standardabweichung der beiden Kohorten sind im folgenden Boxplot und in Tabelle 5 aufgeführt.

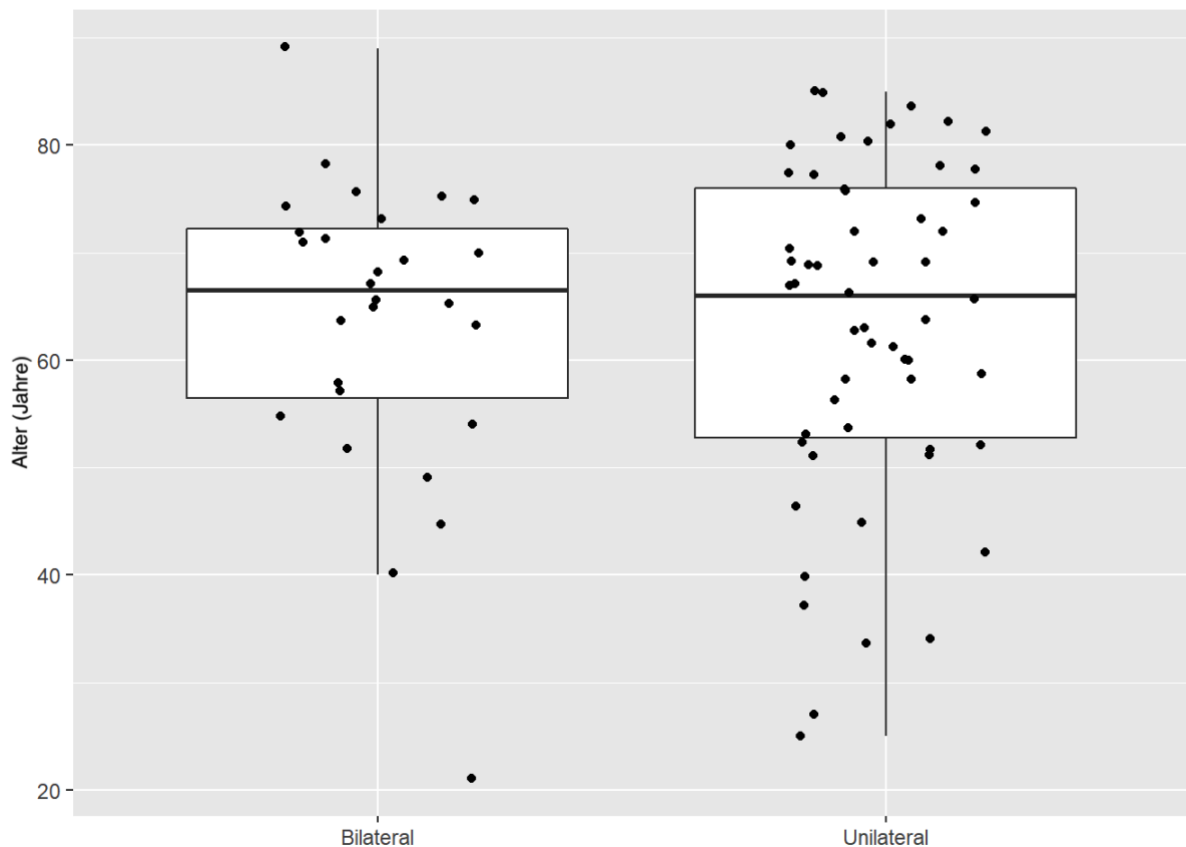


Abbildung 4 Boxplot Altersverteilung der Kohorten

4.1.3 BMI-Verteilung

In der bilateralen Kohorte lagen die ermittelten BMI-Werte im Bereich von 18,1 kg/m² bis 47,8 kg/m². Die zugeordneten unilateralen Patienten wiesen BMI-Werte von 15,1 kg/m² bis 47,1 kg/m² auf. Hinsichtlich des BMI-Wertes gab es keinen Unterschied zwischen den Gruppen. Auch hier glichen sich die Werte für den Median nahezu (bilateral: 26,8 kg/m²; unilateral: 27,1 kg/m²), außerdem zeigte sich eine annähernd gleiche Streuung der einzelnen Werte zwischen

beiden Kohorten. Mittelwert und Standardabweichung sind hierbei ebenfalls im folgenden Boxplot und anschließender Tabelle abgebildet.

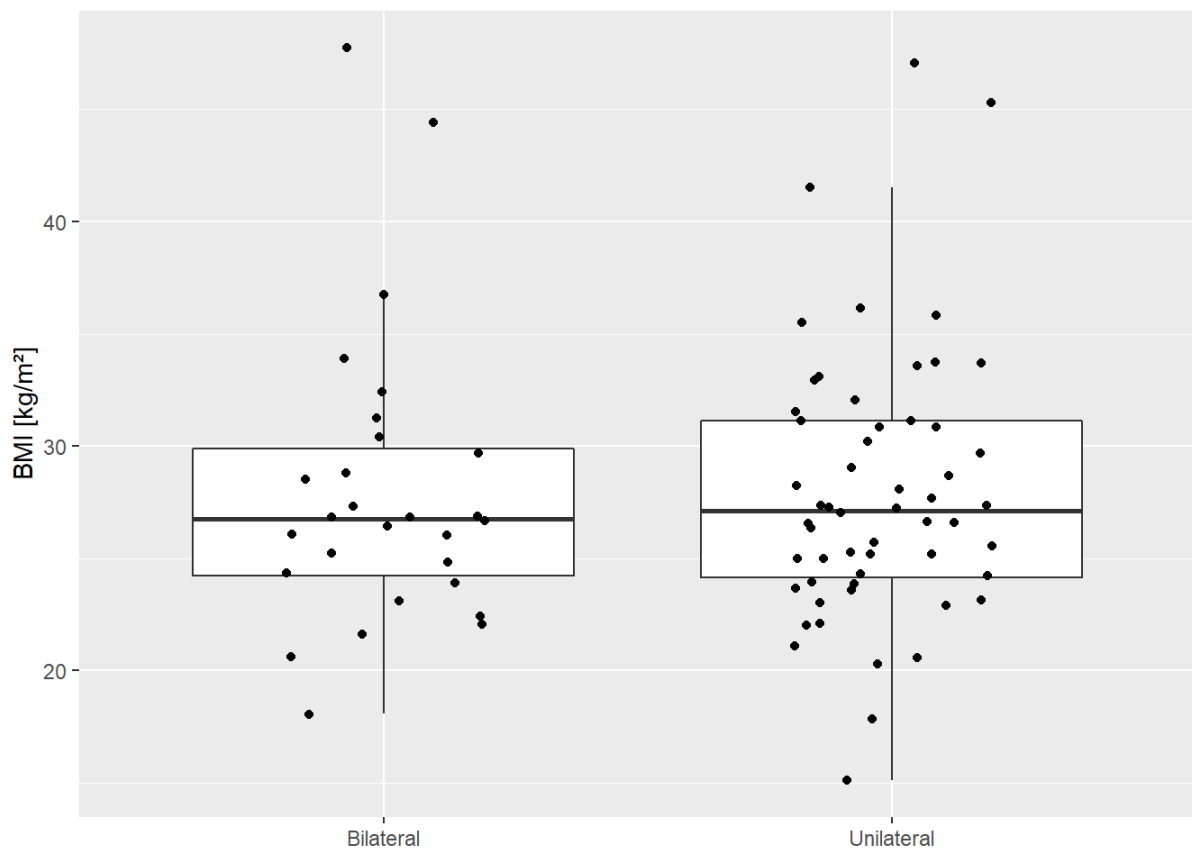


Abbildung 5 Boxplot BMI-Verteilung der Kohorten

Kohorte	Alter Mittelwert (Jahre)	Alter (Jahre)	SD (kg/m ²)	BMI Mittelwert (kg/m ²)	BMI (kg/m ²)	SD
Bilateral	63,6	13,7	28,0	6,6		
Unilateral	63,1	15,3	28,0	6,0		

Tabelle 5 Alter und BMI der Kohorten

4.1.4 ASA-Status

Die ermittelten Informationen zur ASA-Klassifikation zeigten einen Anstieg der Anzahl der Patienten mit zunehmendem ASA-Status in beiden Kohorten. Das gesamte Patientenkollektiv

enthielt keine Patienten mit ASA-Status IV-VI. Auch beim ASA-Status zeigte sich zwischen beiden Kohorten kein Unterschied.

<i>Kohorte</i>	<i>bilateral</i>		<i>unilateral</i>	
	Anzahl (n)	Anteil (%)	Anzahl (n)	Anteil (%)
<i>ASA-Status</i>				
<i>ASA I</i>	1	3,6	2	3,6
<i>ASA II</i>	11	39,3	25	44,6
<i>ASA III</i>	16	57,1	29	51,8
<i>Summe</i>	28	100,0	56	100,0

Tabelle 6 Verteilung der Patienten nach ASA-Status und Kohorte

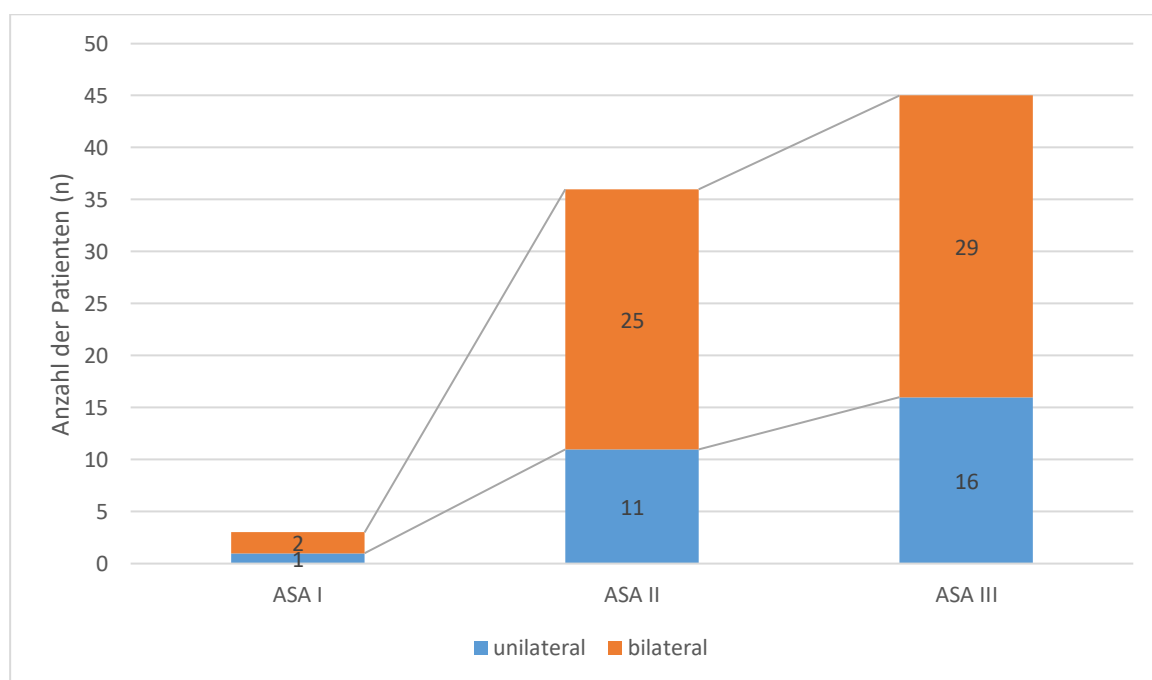


Abbildung 6 Graph zur Anzahl der Patienten nach ASA-Status

4.2 Operationsdaten

In der bilateralen Kohorte wurden alle Patienten mit einer konventionellen TEP versorgt, in der unilateralen Kohorte hingegen erhielten 52 Patienten eine konventionelle TEP und 4 Patienten eine TEP mit tripolarer Pfanne.

Die Dauer der Operation variierte beim simultan bilateralen Gelenkersatz von 103 Minuten bis 480 Minuten, in der unilateralen Patientengruppe dagegen von 48 Minuten bis 217 Minuten. Der Unterschied in der Operationsdauer zwischen beiden Kohorten stellte sich als statistisch signifikant dar ($p < 0,01$).

Das folgende Boxplot stellt die Operationsdauer in beiden Kohorten dar, Tabelle 7 führt ergänzend Mittelwert und Standardabweichung auf. Ersichtlich waren hierbei deutlich höhere Werte in der bilateralen Gruppe, auch die Streuung variierte in dieser Gruppe stärker als in der unilateralen Vergleichskohorte. Einzelne Patienten der Gruppe mit beidseitigen Prothesen wiesen zudem eine sehr lange Operationszeit im Vergleich zum Mittelwert ihrer Kohorte auf, in der unilateralen Gruppe hingegen waren solch hohe Abweichungen vom Mittelwert kaum zu finden.

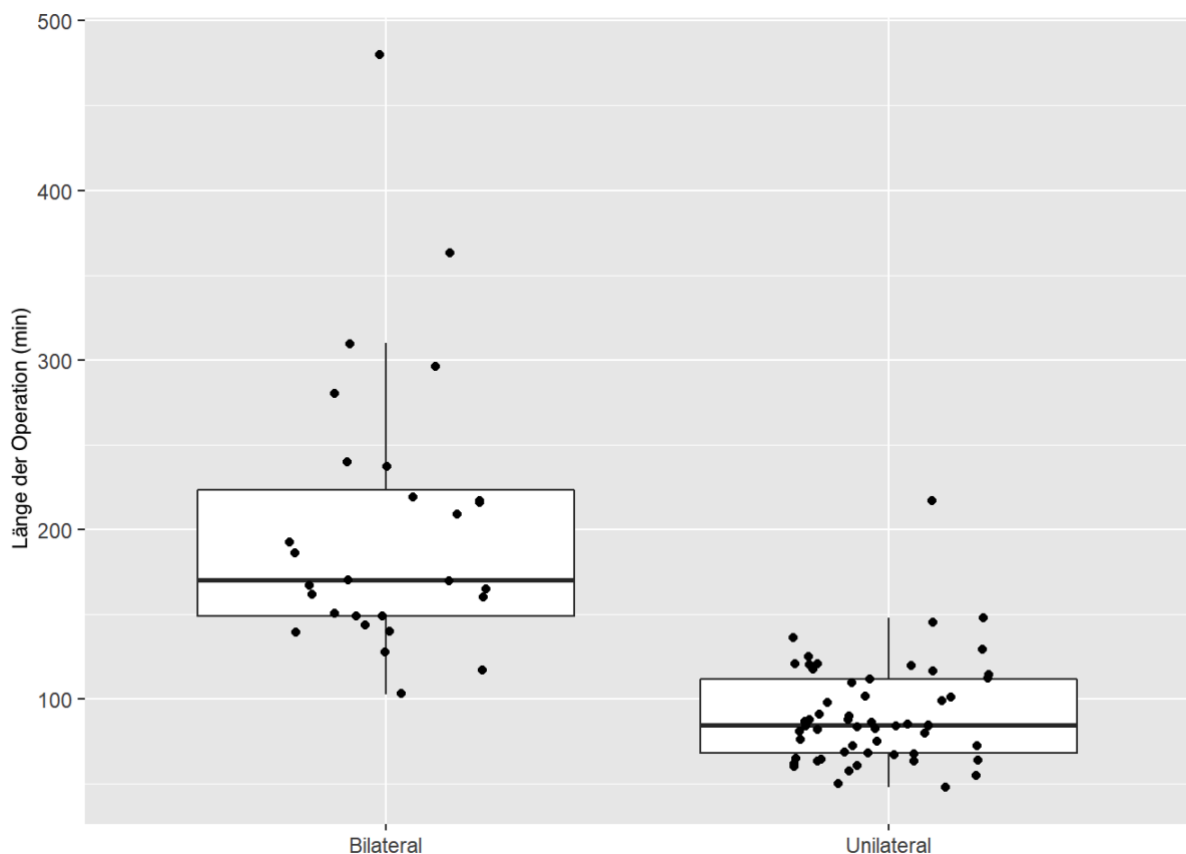


Abbildung 7 Boxplot Dauer des operativen Eingriffs

Kohorte	OP-Dauer Mittelwert (min)	OP-Dauer SD (min)
<i>bilateral</i>	202	82
<i>unilateral</i>	91	30

Tabelle 7 Dauer des operativen Eingriffs

4.3 Rehabilitation

4.3.1 Aufenthaltsdauer

Die stationäre Verweildauer reichte in der bilateralen Patientengruppe von 5 bis 36 Tage, in der unilateralen Kohorte von 3 bis 17 Tage. Die Unterschiede im Vergleich der beiden Kohorten stellten sich als statistisch signifikant heraus ($p = 0,03$). Im Durchschnitt wurden die bilateralen Patienten 3 Tage später als die unilateralen entlassen. Auch bei der Verweildauer ließen sich vereinzelt Patienten mit deutlich längerem Aufenthalt als dem Gruppendurchschnitt in der zweiseitigen Gruppe erkennen. Zum anschaulicheren Verständnis sind auch hier die Ergebnisse in folgendem Boxplot gegenübergestellt, ergänzt durch die Auflistung von Mittelwert und Standardabweichung der beiden Kohorten.

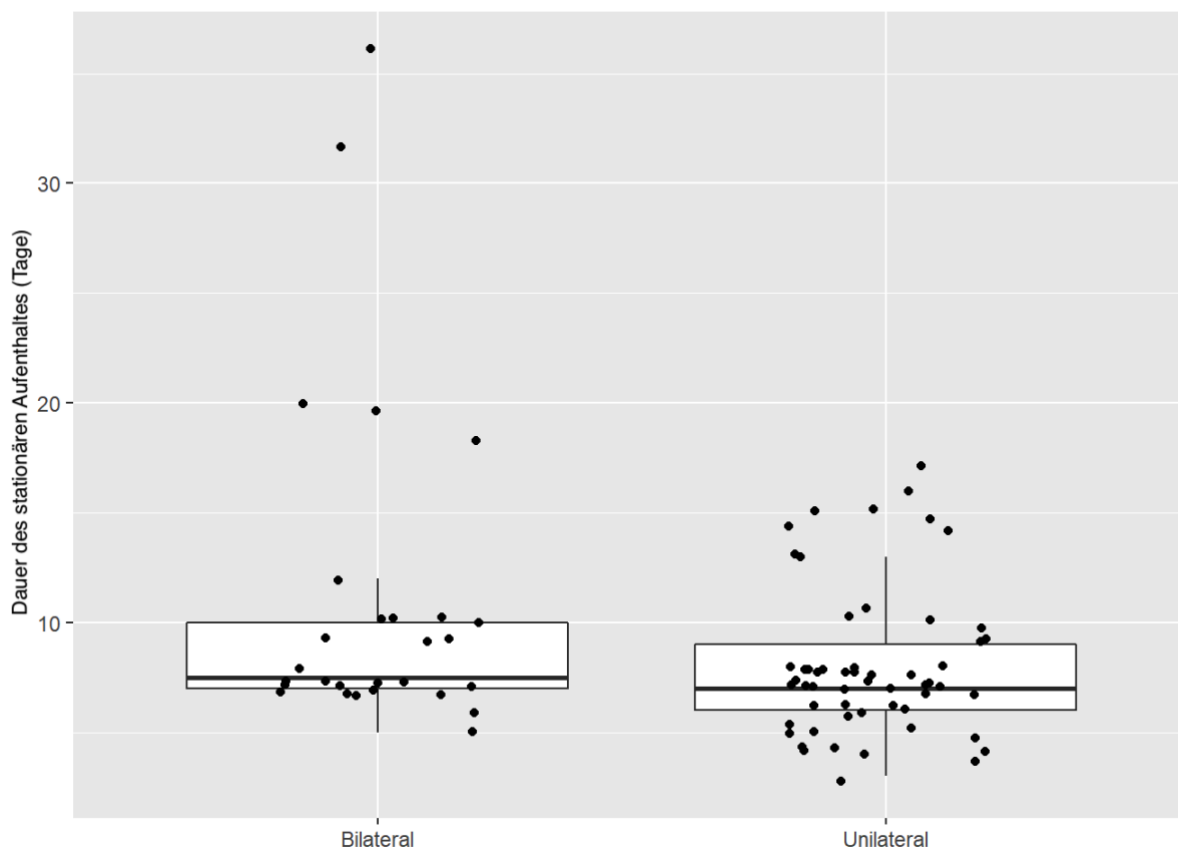


Abbildung 8 Boxplot Dauer des stationären Aufenthaltes

<i>Kohorte</i>	<i>Aufenthalt Mittelwert (Tage)</i>	<i>Aufenthalt SD (Tage)</i>
<i>bilateral</i>	11,0	7,6
<i>unilateral</i>	8,1	3,4

Tabelle 8 Dauer des stationären Aufenthaltes

4.3.2 Physiotherapeutische Funktionsziele

Bei den Endpunkten der physiotherapeutischen Meilensteine fiel auf, dass einige Daten aufgrund fehlender Dokumentation nicht erhoben werden konnten. In der Auswertung zur deskriptiven Statistik wurden fehlende Daten und nicht erreichte Meilensteine beide als fehlend behandelt und aus der weiteren Analyse ausgeschlossen, da hierbei die Zeit bis zum Erreichen des Funktionsziels im Vordergrund der Auswertung stand. Dieser Wert lag folglich sowohl bei fehlenden Daten als auch bei nicht erreichten Meilensteinen nicht vor. Bei der Berechnung der Überlebenszeit zu den Funktionszielen jedoch wurden lediglich die Patienten mit fehlenden Daten eliminiert, nicht erreichte Endpunkte flossen als zensiert in die Analyse ein.

4.3.2.1 10 Treppenstufen

In der bilateralen Kohorte erreichten die Patienten das Mobilisationsziel „10 Treppenstufen“ in der Zeitspanne vom 2. bis zum 18. postoperativen Tag und in der unilateralen Vergleichsgruppe vom 1. bis zum 14. postoperativen Tag. Insgesamt war der Anteil der Patienten, die bei Entlassung nicht über zehn Treppenstufen mobilisiert werden konnten, in der bilateralen Gruppe höher als in der unilateralen Vergleichskohorte. Bei Patienten, die diesen physiotherapeutischen Meilenstein jedoch erreichen konnten, war dieses bei der Kohorte mit beidseitigem Gelenkersatz durchschnittlich am 6. Tag der Fall (Mittelwert: 5,8 d) und somit im Durchschnitt etwa 1,3 Tage später als in der einseitigen Vergleichsgruppe (Mittelwert: 4,5 d). Der Unterschied zwischen den beiden Kohorten war statistisch nicht signifikant ($p = 0,14$). Das im Anschluss angewendete lineare Regressionsmodell, welches eine adjustierte Berechnung nach ASA-Status enthielt, erwies für diese Adjustierung ebenso keinen statistisch signifikanten Unterschied ($p = 0,15$).

Es folgt die Auflistung der Patientenzahlen zum Erreichen bzw. nicht Erreichen des Funktionszieles nach Interventionsgruppe. Bei zwei Patienten in der bilateralen Gruppe und einem Patienten in der unilateralen fanden sich bezüglich des Erreichens des Funktionszieles in der Dokumentation keine Angaben. Zusätzlich ist wiederum ein Boxplot abgebildet, in welchem die beiden Kohorten nach Zeit bis zum Erreichen des Mobilisationszieles verglichen werden.

Kohorte	nicht erreicht		erreicht	
	Anzahl (n)	Anteil (%)	Anzahl (n)	Anteil (%)
<i>bilateral</i>	6	23,1	20	76,9
<i>unilateral</i>	5	9,1	50	90,1

Tabelle 9 Meilenstein: 10 Treppenstufen

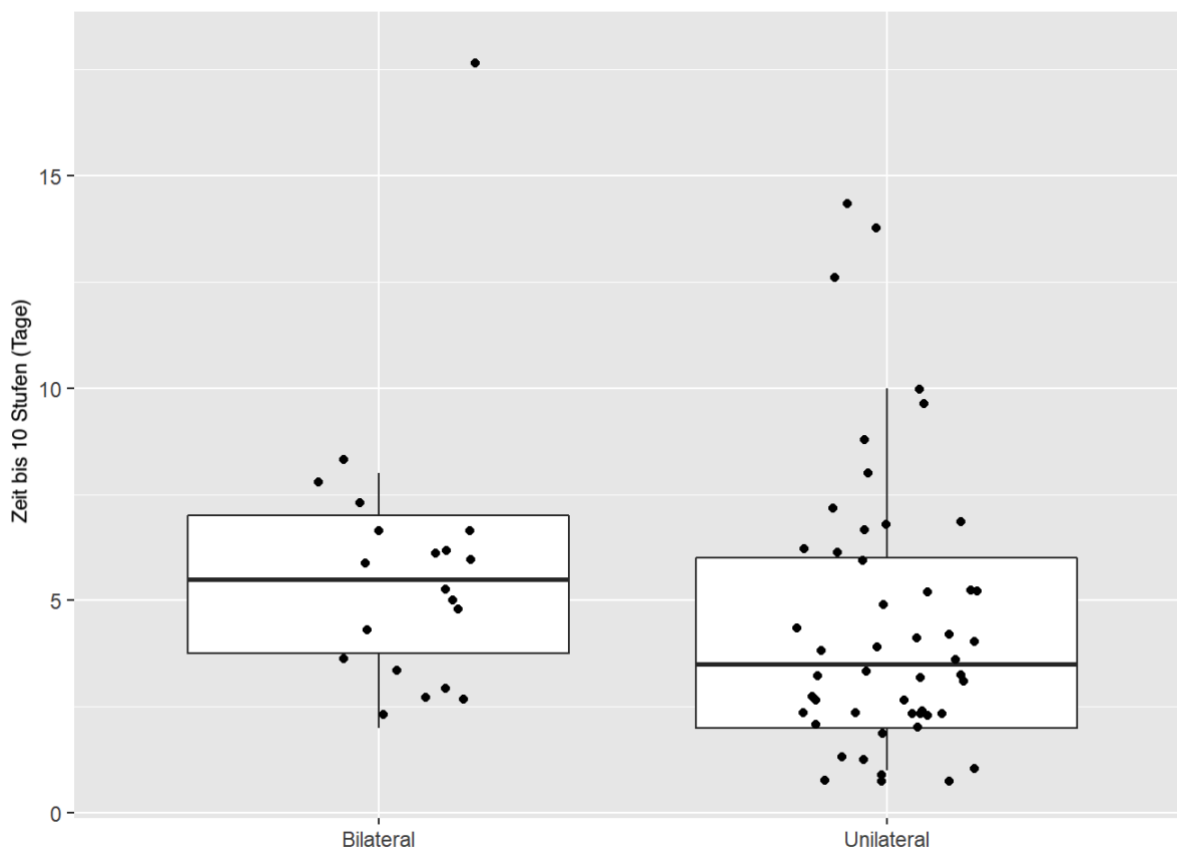


Abbildung 9 Boxplot Zeit bis 10 Treppenstufen

Die in Abbildung 10 gezeigten Kaplan-Meier-Kurven der beiden Interventionsgruppen stellen jeweils die Zeit in Tagen dar, bis ein Patient bei der physiotherapeutischen Rehabilitation nach Operation mindestens zehn Treppenstufen steigen konnte. Um die Kurven sind die jeweiligen Konfidenzintervalle abgebildet. Die Kurve der bilateralen Kohorte befindet sich stets über der Kurve der unilateralen Vergleichskohorte. Ebenso findet sich der Median – in diesem Zusammenhang der Zeitpunkt, an dem 50 % der Patienten der jeweiligen Kohorte das Funktionsziel erreicht haben – der bilateralen Gruppe bei 6 Tagen und dieses später als der Median der Gruppe mit einseitiger Prothese (Median: 4 Tage). Ergänzend zu Tabelle 9 sind die zensierten Ereignisse durch senkrechte Striche im Graphen aufgezeigt, hier Patienten, die

das Funktionsziel bei Entlassung nicht erreicht hatten. Der Anteil der Patienten lag in der beidseitigen Gruppe bei 23 % und in der einseitigen Gruppe bei 9 %. Der Log-Rank-Test für den Unterschied der Zeit bis zum Eintreffen des Ereignisses zwischen beiden Kurven stellte sich als statistisch signifikant heraus ($p = 0,02$).

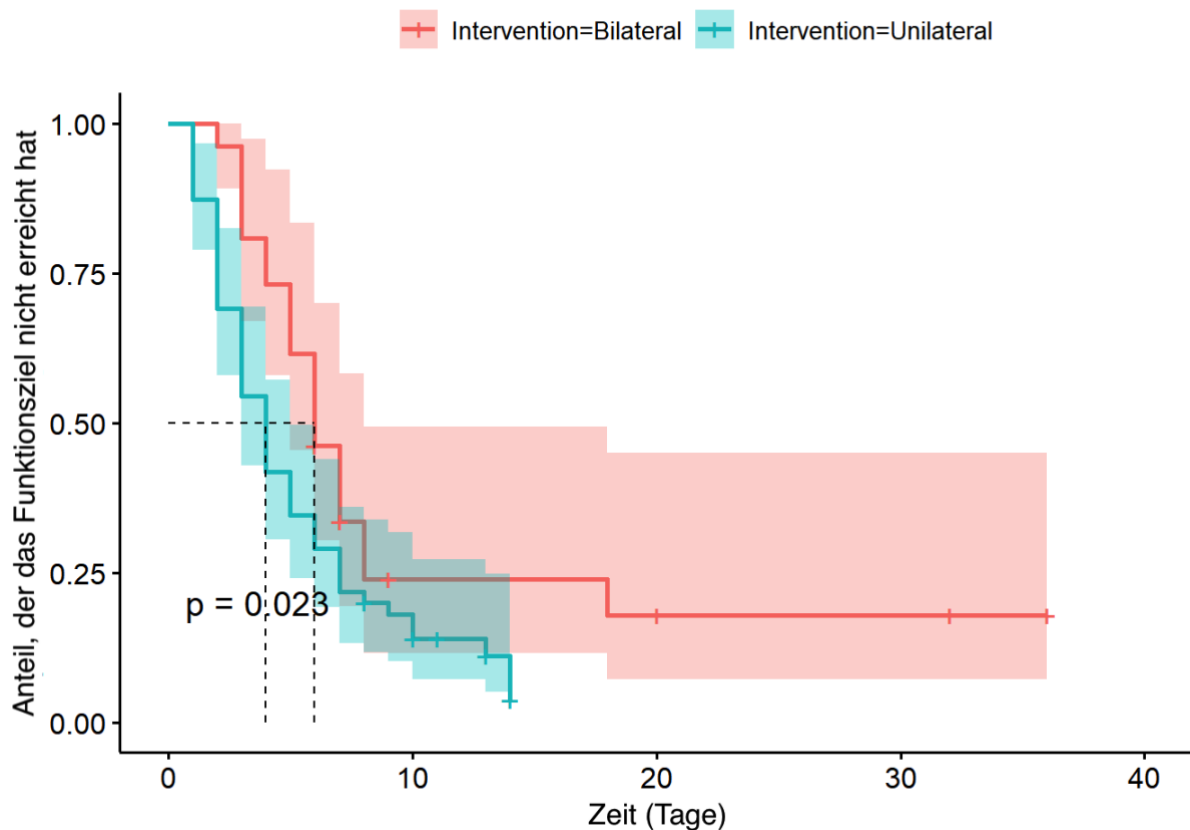


Abbildung 10 Kaplan-Meier-Kurve zum Erreichen des Funktionsziels „10 Treppenstufen“ mit Konfidenzintervallen und p-Wert des Log-Rank-Tests

4.3.2.2 150 m Gehstrecke

Auch bezüglich des Funktionsziels „150 m Gehstrecke“ war der Anteil der Patienten, die dieses Ziel bei Entlassung nicht erreicht hatten, in der bilateralen Kohorte im Vergleich zur unilateralen Gruppe deutlich erhöht (Tabelle 10). Bezüglich des Erreichens dieses Funktionszieles fanden sich in der Dokumentation zu jeweils einem Patienten in beiden Gruppen keine Angaben. Bei Patienten mit beidseitiger Prothese wurde dieses Mobilisationsziel im Zeitraum vom 1. bis zum 18. Tag, bei der Vergleichsgruppe vom 1. bis zum 14. Tag erreicht. Der Mittelwert in der bilateralen Gruppe lag bei 5,0 Tagen und somit geringfügig höher als in der unilateralen Gruppe mit 4,3 Tagen. Auch hier erwies sich der Unterschied als statistisch nicht signifikant ($p = 0,51$). Die hier ebenfalls durchgeführte

Adjustierung nach ASA-Status im anschließend verwendeten linearen Regressionsmodell ergab einen statistisch nicht signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($p = 0,76$).

Zur Vervollständigung ist ein Boxplot zum Vergleich der beiden Gruppen aufgeführt, welches eine größere Streuung der Werte in der unilateralen Kohorte aufweist.

<i>Kohorte</i>	<i>nicht erreicht</i>		<i>erreicht</i>	
	Anzahl (n)	Anteil (%)	Anzahl (n)	Anteil (%)
<i>bilateral</i>	9	33,3	18	66,7
<i>unilateral</i>	3	5,5	52	94,5

Tabelle 10 Meilenstein: 150 m Gehstrecke

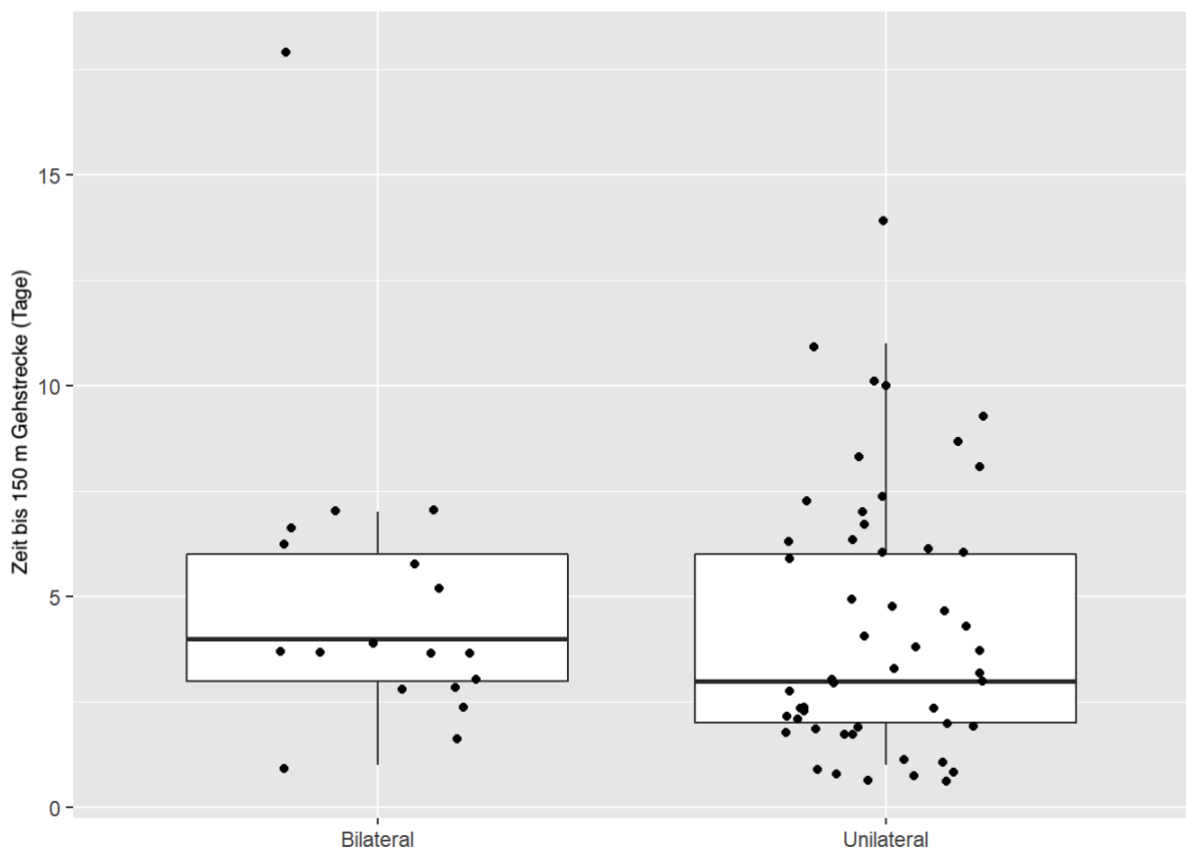


Abbildung 11 Boxplot Zeit bis 150 m Gehstrecke

Analog zu Abbildung 10 zeigt die folgende Abbildung die Kaplan-Meier-Kurven zur Zeit (in Tagen) bis zum Erreichen des physiotherapeutischen Mobilisationszieles „150 m Gehstrecke“ in den jeweiligen Kohorten inklusive der Konfidenzintervalle und der zensierten Ereignisse bei nicht Erreichen des Funktionsziels bei Entlassung (vgl. Tabelle 9). Auch hier liegt die Kurve der bilateralen Gruppe stets über der Kurve der Vergleichsgruppe. Der Median für Patienten mit beidseitigem Gelenkersatz fiel auf 6 Tage und somit ebenfalls auf einen späteren Zeitpunkt als in der einseitigen Vergleichsgruppe mit 4 Tagen. In der bilateralen Interventionsgruppe konnten 33 % das Funktionsziel bei Entlassung nicht erreichen, in der unilateralen Interventionsgruppe lag dieser Anteil hingegen bei 5 %. Der Log-Rank-Test für die Kurven zur Überlebenszeitanalyse bei diesem Mobilisationsziel erwies einen statistisch signifikanten Unterschied ($p < 0,01$).

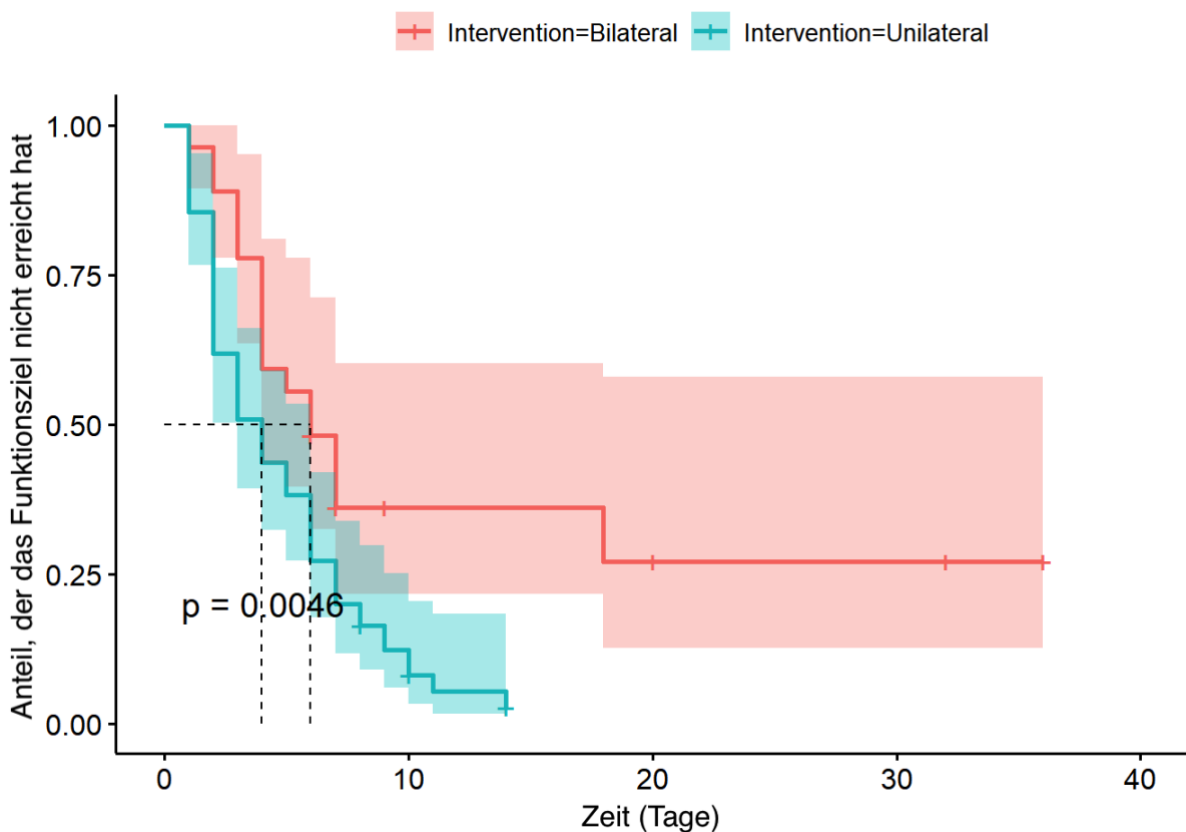


Abbildung 12 Kaplan-Meier-Kurve zum Erreichen des Funktionsziels "150 m Gehstrecke" mit Konfidenzintervallen und p-Wert des Log-Rank-Tests

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Methoden

5.1.1 Auswahl des Patientenkollektivs

Die Implantation eines künstlichen Hüftgelenks stellt in Deutschland mit knapp einer Viertelmillion Implantationen jährlich laut den Angaben des statistischen Bundesamtes einen sehr häufigen orthopädischen Eingriff dar (gbe-bund.de, 2020). Sie ist eine medizinische Behandlung, deren Wichtigkeit aufgrund des demographischen Wandels zu steigender Lebenserwartung und alternder Bevölkerung auch in Zukunft bestehen bleibt (Pilz et al., 2018).

Die Untersuchungen wurden ausschließlich am ZOU der Universitätsmedizin Mainz durchgeführt und sind somit monozentrisch.

Der zeitliche Rahmen der zu erhebenden Daten für die Analyse wurde auf 5 Jahre und 3 Monate (Januar 2015 bis März 2020) festgelegt. Es ergab sich eine Gesamtzahl von 742 möglichen Patienten. Von diesen mussten aufgrund fehlender Datenlage der zugehörigen Basisdaten lediglich 4 Patienten aus dem Kollektiv ausgeschlossen werden. Dieses entspricht einem Anteil von 0,5 % und ist dadurch entsprechend gering und ohne größeren Verlust für die Aussagekräftigkeit der Studie.

Der Fokus der durchgeführten Analysen lag auf Patienten, die während einer Operation eine TEP des Hüftgelenks sowohl auf der rechten als auch auf der linken Seite erhalten hatten. Die Anzahl der damit eingeschlossenen Patienten betrug insgesamt 28, was zunächst gering erscheint. Zu Beginn der Planung der Datenerhebung wurde primär zunächst ein noch kürzerer Zeitraum (2015 bis 2018) ausgewählt, dieser wurde jedoch im Verlauf ausgeweitet, um die Patientenanzahl zu erhöhen. Es erschien hilfreich, da wie in Abbildung 1 zu erkennen ein Anstieg der simultan bilateral operierten Patienten innerhalb des primär gewählten Zeitraums zu ermitteln war. Im Jahr 2019 wurden mit 6 Patienten zwar weniger als im vorherigen Jahr (10 Patienten) operiert, im Vergleich zu den Jahren seit Beginn des Erhebungszeitraums ist die Anzahl jedoch auch 2019 angestiegen. 2020 wurden bis zum März und damit dem Ende des zu analysierenden Zeitraums keine Prothesen simultan bilateral implantiert, bewusst wurde jedoch auch dieser Teil des Jahres mit einbezogen, da sich hierdurch die Gesamtzahl der unilateral operierten Patienten noch einmal erhöhte und sich für das im Anschluss geplante Matching somit eine größere Datenmenge darbot.

Die Basisdaten Geschlecht, Alter, BMI und ASA-Status wurden dem KIS des ZOU entnommen. Es sind Daten, die präoperativ routinemäßig bei allen Patienten erhoben werden. Der ASA-Status beschreibt den körperlichen Zustand des Erkrankten und soll dazu dienen, Risiken eines operativen Eingriffs vorherzusagen (Doyle et al., 2020). Alter (Sacitharan, 2019), Geschlecht und Adipositas (Katz et al., 2021) sind in der Literatur als Hauptrisikofaktoren der Arthrose beschrieben und deshalb wurde die Entscheidung getroffen, diese als grundlegende

Basisdaten festzulegen. Auch genetische Faktoren spielen in der Ätiologie der Erkrankung eine Rolle (Hoaglund, 2013), solche wären jedoch nur durch gezielte und aufwendige Erfragung derselben zu ermitteln, was den Rahmen und die Möglichkeiten des retrospektiven Designs gesprengt hätte.

Im Gegensatz zu einer reinen Falldarstellung von gleichzeitig bilateral operierten Patienten wurde für die durchgeführte Studie eine Vergleichsgruppe benötigt. Die folgenden Kriterien wurden zur Auswahl der Vergleichskohorte bestimmt:

- Patient mit Erhalt einer unilateralen Hüftendoprothese am ZOU im Zeitraum Januar 2015 bis März 2020
- Zuordnung von jeweils 2 Vergleichspatienten zu einem bilateralen Fall
- möglichst ähnliches Geschlecht, Alter, BMI und ASA-Status zwischen bilateralem Fall und unilateralen Vergleichspatienten

Die Auswahl von unilateral operierten Patienten als Vergleichskohorte war in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll. Bei dieser Patientengruppe ist die Anwendung von ERAS bereits etabliert und führt zu guten Ergebnissen im Behandlungsprozess der betroffenen Patienten. Dieses stellte somit die Grundlage für die Übertragung auf ein bilaterales Patientenkollektiv dar. Weiterhin ist die Implantation einer Totalendoprothese des Hüftgelenks in Deutschland eine gängige und häufige Operationsmethode, die in den vergangenen Jahren mehr als 200.000 Mal jährlich durchgeführt wurde (gbe-bund.de, 2020). Somit war auch die Zahl der einseitig behandelten Patienten im ZOU während des Untersuchungszeitraums mit 710 entsprechend hoch und bot ein großes Grundkollektiv zur Auswahl. Die Zuordnung im Verhältnis 1:2 führte zu einer Erhöhung der Gesamtzahl der untersuchten Patienten um 56 auf insgesamt 84 und steigerte so die Aussagekraft der Analysen. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass die genannten Basisdaten mit dem Ergebnis der Intervention in Verbindung stehen könnten und deshalb wurde beschlossen, genau diese Daten für das Matching zu berücksichtigen und somit die Vergleichsgruppe in diesen Aspekten der bilateralen Gruppe möglichst ähnlich werden zu lassen.

5.1.2 Retrospektive Datenerhebung

Für die Untersuchung wurde ein retrospektives Studiendesign gewählt. Dadurch waren die zu erhebenden Daten im Klinikalltag bereits erfasst und dokumentiert und standen somit zur Sammlung und Auswertung zur Verfügung. Allerdings sind die Daten dadurch nicht spezifisch für die Fragestellung erhoben worden und letztlich bot diese Studienart wenig Möglichkeit, die Datenerhebung gezielt auf die Fragestellung auszurichten. Die Dokumentation solch relevanter Informationen könnte aufgrund der vielen verschiedenen Personengruppen, die an der Patientenversorgung mitwirken, beispielsweise nicht einheitlich sein, was eine spätere

Analyse beeinträchtigen kann. Dennoch wirkte sich die Verwendung des KIS und dessen spezifischen Datenbanken durch deren Strukturiertheit positiv auf die Datenerhebung aus.

Bei der Auswahl der für die Analysen bedeutsamen Informationen wurde versucht, sich an Punkten zu orientieren, die die stationäre Behandlung und postoperative Rehabilitation möglichst anschaulich und objektiv abbildeten. Somit flossen nach den Basisdaten hauptsächlich Informationen zur Länge des stationären Aufenthaltes, zur Dauer des operativen Eingriffs und zur physiotherapeutischen Mobilisation nach der Operation als Endpunkte in die Auswertung ein. Letztere waren den Verlaufsberichten der stationären postoperativen Physiotherapie zu entnehmen und stellten den Hauptfokus des Interesses in Bezug auf die Fragestellung der Arbeit dar. Weitere Daten flossen zwar zunächst in die Datensammlung ein, wurden aber im Prozess der statistischen Auswertung anschließend nicht mehr berücksichtigt.

Die Datenerhebung endete für die Patienten jeweils am Entlassungstag. Somit sind mittel- und langfristige Ergebnisse nach Entlassung nicht berücksichtigt und müssen in zukünftigen Studien erfasst werden.

5.1.3 Statistische Auswertung

Durch die Unterstützung bei der statistischen Auswertung durch das IMBEI ergab sich eine professionelle und qualitativ hochwertige Behandlung der Daten. Die Arbeit griff hierbei auf eine Zusammenarbeit des ZOU mit dem IMBEI zurück, welche schon etliche andere Projekte betreut und gefördert hat.

Bis auf Geschlecht, ASA-Status und Operationsvariante, welche allesamt kategoriale Merkmale darstellen, waren die analysierten Daten metrisch-stetige Merkmale. Es bot sich also an, für die kategorialen Variablen lediglich die Häufigkeiten in beiden untersuchten Kohorten auszuwerten und darzustellen. Bei den übrigen metrischen Merkmalen wie beispielsweise der Operationsdauer kamen t-Tests mit Errechnung der p-Werte zur Signifikanzprüfung zur Anwendung, um die beiden Patientengruppen anschaulich miteinander vergleichen zu können. Graphisch ergänzt wurden diese Merkmale durch die Erstellung von Boxplots, um eine schnelle und einfache Beurteilung der Werte möglich zu machen.

Den physiotherapeutischen Endpunkten fiel in der Auswertung besondere Wichtigkeit zu, so wurde die Statistik hier im Anschluss durch ein lineares Regressionsmodell, welches für den ASA-Status adjustiert wurde, erweitert. Die Hypothese dabei war ein möglicher Zusammenhang zwischen ASA-Status als Störgröße und dem Ergebnis der postoperativen Mobilisation, welches eventuell durch die Art der Intervention (unilateral oder bilateral) beeinflusst wird. Die Notwendigkeit der Berechnung eines Interventionskoeffizienten für ein

Merkmal wie die Art des Eingriffs mit binärer Ausprägung (unilateral oder bilateral) muss jedoch kritisch betrachtet werden. Schließlich war die Erstellung von Kaplan-Meier-Kurven zur anschaulichen Darstellung der Zeit bis zum Erreichen der physiotherapeutischen Meilensteine ein geeignetes Werkzeug, um beide Interventionsgruppen bezüglich dieses Endpunktes auch über die Zeit hinweg gegenüberzustellen, um im Anschluss daran die jeweiligen Zeiten bis zum Eintritt des Ereignisses durch den Log-Rank-Test unmittelbar miteinander vergleichen zu können.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

5.2.1 Basisdaten

5.2.1.1 Geschlechterverteilung

Der Anteil der weiblichen Patienten betrug in der bilateralen Gruppe 64,3 %, in der unilateralen Gruppe 60,7 % und stellte somit in beiden Kollektiven die Mehrheit dar. Auch die Literatur spricht sich dafür aus, dass in Deutschland die Implantation einer Hüft-TEP bei Frauen häufiger vorkommt als bei Männern (Bitzer et al., 2010, Endres et al., 2018, Rothbauer et al., 2018). Das Deutsche Endoprothesenregister gibt für das Jahr 2019 eine Geschlechterverteilung von 40,1 % Männern und 59,9 % Frauen bei der registrierten Erstimplantation am Hüftgelenk an (Grimberg et al., 2020). Somit steht das Kollektiv der am ZOU operierten Patienten bezüglich der Geschlechterverteilung im Einklang mit den Daten auf Bundesebene.

Betrachtet man die absoluten Häufigkeiten der Geschlechter in den untersuchten Kohorten, so fällt auf, dass sie annähernd, jedoch nicht exakt im Verhältnis 1:2 stehen (10:22 Männer, 18:34 Frauen). Das Matching sah zwar ein Verhältnis von 1:2 vor, jedoch muss berücksichtigt werden, dass auch die übrigen Basisdaten Alter, BMI und ASA-Status in den Prozess des Matchings eingeschlossen wurden mit dem Ziel, jedem bilateralen Patienten zwei ihm in allen diesen Basisdaten möglichst ähnliche unilateral operierte Partner zuzuordnen. Der Algorithmus des Matchings musste daher teilweise Kompromisse eingehen, sollten sich beispielweise unilaterale Partner gefunden haben, die dem bilateralen Patienten in den übrigen Basisdaten nahezu entsprechen, sich jedoch im Geschlecht von ihm unterscheiden. Diese Feststellung ist in den folgenden Analysen zu Altersverteilung, BMI und ASA-Status analog zum behandelten Punkt der Geschlechterverteilung anzunehmen.

Die beiden Kohorten zeigten keinen statistisch signifikanten Unterschied hinsichtlich der Geschlechterverteilung ($p = 0,75$). Es bekräftigt den Erfolg des durchgeführten Matchings und bestätigt dessen Ziel, die Gruppen auch im Ganzen einander möglichst ähnlich zu gestalten um folgend in der Analyse den Vergleich der Gruppen angemessen zu machen.

5.2.1.2 Altersverteilung

Die deskriptive Statistik der Werte bezüglich des Patientenalters zum Operationszeitpunkt zeigte ähnliche Ergebnisse zwischen den beiden untersuchten Gruppen. Sowohl Altersspanne als auch Median glichen sich zwischen den Kohorten. Das durchschnittliche Patientenalter lag zum Zeitpunkt des Eingriffs bei 63,6 Jahren in der simultan bilateral operierten Gruppe und somit kaum höher als in der unilateralen Gruppe mit 63,1 Jahre. Der Gesamtunterschied zwischen beiden Kohorten war mit einem p-Wert von 0,87 wiederum statistisch nicht signifikant. Dieses alles spricht für ein erfolgreiches Matching im Punkt der Altersverteilung. Die Streuung der Werte und die Interquartilsspannen waren in der unilateralen Gruppe höher, was in der höheren Gesamtzahl der Patienten, aus der die Vergleichsgruppe generiert wurde, begründet liegen könnte. Das durchschnittliche Alter von Patienten bei Erstimplantation einer Hüft-TEP lag 2019 laut den Daten des Deutschen Endoprothesenregisters bei 71 Jahren (Grimberg et al., 2020). Somit waren die untersuchten Patienten des ZOU in beiden Gruppen knapp 7 Jahre jünger als Patienten auf Bundesebene. Die Grundlage für die Patientenauswahl in der hier durchgeführten Studie wurde durch die bilateral operierten Patienten geschaffen. Durch das Matching mit einer Vergleichsgruppe der unilateralen Patienten kam in diesem Fall der erhöhte Altersunterschied im Vergleich zum Bundesdurchschnitt in beiden Gruppen zustande. Die Ergebnisse der hier durchgeführten Studie repräsentieren somit lediglich Patienten im aufgeführten Altersdurchschnitt und dürfen deshalb nicht generalisiert werden.

5.2.1.3 BMI-Verteilung

Die Spanne, innerhalb welcher die errechneten BMI-Werte der jeweiligen Gruppen lagen, lässt darauf schließen, dass sowohl bilateral als auch unilateral Patienten aller BMI-Klassen operiert wurden und ein endoprothetischer Hüftgelenksersatz bei den Betroffenen von untergewichtigen Personen bis hin zu Patienten mit Adipositas Grad III eingesetzt wurde. Im Durchschnitt hatten die Patienten der beidseitigen Kohorte einen BMI-Wert von 28,0 kg/m², in der unilateralen Gruppe lag der Durchschnittswert ebenfalls bei 28,0 kg/m². Das ähnelt den Daten auf Bundesebene mit einem durchschnittlichen BMI von 27,0 kg/m² (Grimberg et al., 2020). Die Werte beider untersuchter Gruppen zeigen, dass der durchschnittliche Patient für dieses Verfahren zur Gruppe der übergewichtigen Personen gehört, sei es bilateral oder unilateral angewendet worden. Dieses könnte den in der Literatur beschriebenen Aspekt der Adipositas als Risikofaktor für die Entwicklung der Arthrose des Hüftgelenks indirekt widerspiegeln (Katz et al., 2021). Weiterhin waren sich in der BMI-Verteilung die Werte für Median sowie die Streuung zwischen den beiden Kohorten ähnlich, auch der Gesamtunterschied hinsichtlich des BMI war statistisch nicht signifikant ($p = 0,98$), was erneut zeigt, dass das Ziel des Matchings, zwei annähernd gleiche Gruppen zu erzeugen, erfolgreich erreicht wurde.

5.2.1.4 ASA-Status

Die Implantation einer Endoprothese ist abgesehen von der Prothesenimplantation bei Schenkelhalsfrakturen ein elektiver Eingriff und kann im Voraus terminiert werden. Ein hoher ASA-Status birgt ein erhöhtes perioperatives Risiko und kann somit für die Entscheidung gegen die Durchführung eines solchen elektiven Eingriffs sprechen.

Der Großteil der Patienten beider Gruppen war dem ASA-Status III zugeordnet, etwas weniger Patienten waren ASA-Status II und kaum Patienten fanden sich mit ASA-Status I. Eine mögliche Erklärung dazu könnte sich in der ASA-Klassifikation selbst finden. Während Patienten mit ASA I als gesund klassifiziert sind, steigt die schwere der Erkrankungslast mit steigendem ASA-Status über einen lebensbedrohlichen Zustand bis hin zum Hirntod. Hierüber wird versucht, das präoperative Risikoprofil des Patienten zu beschreiben und einzuschätzen (Doyle et al., 2020). Steigt die Krankheitslast, so steigt damit möglicherweise auch der generelle Behandlungsbedarf des Patienten, allerdings nur bis zu einem bestimmten Punkt. Im analysierten Kollektiv fanden sich keine Patienten mit ASA-Status IV bis VI. Diese Stadien beschreiben in der Tat mindestens lebensbedrohliche Zustände. Es könnte anzunehmen sein, dass die Coxarthrose allein nicht zu solchen Zuständen gehört und ihre operative Therapie diese auch nicht behebt. Vielmehr würde das operative Risiko aufgrund dieser Zustände gesteigert werden, weshalb man sich vermutlich gegen die Durchführung der Implantation einer TEP entscheidet, sollte das Risiko durch einen hohen ASA-Status als kritisch eingestuft worden sein. Schließlich war der Unterschied zwischen der bilateralen und unilateralen Gruppe bezüglich des ASA-Status statistisch nicht signifikant ($p = 0,69$), was einmal mehr den Erfolg des Matchings untermauert.

Somit waren sich die Gruppen in allen vier Basisdaten statistisch nicht signifikant unterschiedlich und es war anzunehmen, dass die Zuordnung zwischen den Patienten wie gewünscht durchgeführt werden konnte.

5.2.2 Operationsdaten

Das angewendete Operationsverfahren war in der bilateralen Gruppe ausschließlich die Implantation einer konventionellen Hüftendoprothese. In der unilateralen Gruppe fanden sich vier Patienten, denen eine TEP mit tripolarer Pfanne eingesetzt wurde. Der Unterschied zwischen den beiden Kohorten war in Bezug auf die Fragestellung allerdings nicht relevant, da die Art der Prothese nicht zu den Basisdaten zählte und sich diese somit zwischen den Kohorten nicht gleichen musste.

Der Eingriff dauerte in der bilateralen Gruppe statistisch signifikant länger ($p < 0,01$) und wies eine durchschnittliche Dauer von 202 Minuten auf. Er war damit im Durchschnitt mehr als doppelt so lang wie die einseitigen Prothesenimplantationen mit durchschnittlich 91 Minuten.

Möglicherweise erklärt werden könnte dieses durch die praktische Durchführung des Eingriffs. Aus den Operationsberichten der bilateral operierten Patienten war zu erkennen, dass der chirurgische Ablauf der Operation grundsätzlich der Implantation von einseitigen Prothesen entsprach, wobei zunächst eine Körperseite im Ganzen operiert wurde. War dieses beendet, so folgte im Anschluss die Implantation auf der Gegenseite. Prinzipiell würde dieses also zwei unilateralen Operationen einschließlich jeweiliger Lagerung, Desinfektion und Ausführung gleichen, natürlich jedoch mit dem Vorteil einer einzigen Narkose (Vanbiervliet et al., 2020). Da als Operationszeitraum die Schnitt-Naht-Zeit gewählt wurde und diese bei bilateralen Verfahren durch die praktisch zweifache Ausführung von Schnitt und Naht Anwendung fand, erscheint also ein Unterschied in diesem Maß plausibel. Nur sehr vereinzelt kamen bilaterale Operationen mit dem gleichzeitigen Einsatz von zwei chirurgischen Teams zur direkten simultanen Implantation einer Prothese auf beiden Körperseiten zum Einsatz. Solche Verfahren sind mit einem hohen personellen und arbeitstechnischen Aufwand verbunden. Da der Eingriff zeitweise eine Adduktion und Außenrotation der operierten Extremität erfordert (Petis et al., 2015), ist von einer gegenseitigen Behinderung der simultan operierenden Teams auszugehen, welche ein solches Vorgehen somit maßgeblich erschwert. Diese Aspekte könnten sich gegebenenfalls als nachteilig erweisen. Zu solchen Vorgehensweisen sind in Zukunft weitere Studien notwendig.

Die Streuung der Werte in der bilateralen Gruppe war größer als die in der unilateralen. Vereinzelt kamen in der beidseitigen Kohorte außerdem Fälle mit einer deutlich erhöhten Operationszeit (> 300 Minuten) im Vergleich zum Gruppendurchschnitt vor. Genauer betrachtet betraf dieses jedoch nur 3 Patienten des Kollektivs, welche somit als Einzelfälle angesehen werden können. Aus den jeweiligen Operationsberichten war teilweise zu ersehen, dass es Fälle mit schwierigen anatomischen Bedingungen gewesen waren und während der Operation mehrere frustrane Implantationsversuche unternommen wurden. In einem der erwähnten Fälle lag eine Hüftkopfnekrose, in einem anderen eine Dysplasie als Grunderkrankung vor. In letzterem wurde zudem eine intraoperative Fraktur des Femurschaftes dokumentiert. Im ersten genannten Fall wurde der ASA-Status des Patienten mit ASA III eingestuft. Ein weiterer Patient wurde aufgrund eines BMI-Wertes von 47,5 kg/m² mit Adipositas Grad III klassifiziert. In allen 3 Fällen waren intraoperativ Drainagen eingelegt worden und auch Transfusionen waren erforderlich. Außerdem waren dieses Patienten, die schon zu Beginn des beobachteten Zeitraums operiert wurden. Möglicherweise kann auch die zu diesem Zeitpunkt noch geringe Fallzahl die noch wachsende Erfahrung bezüglich einer beidseitigen Implantation abbilden und somit die Operationszeit beeinflusst haben, während das unilaterale operative Prozedere bereits etabliert ist und routinemäßig Anwendung findet.

5.2.3 Rehabilitation

5.2.3.1 Aufenthaltsdauer

In der stationären Verweildauer fand sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden untersuchten Gruppen ($p = 0,03$) dahingehend, dass sich die bilateral behandelten Patienten durchschnittlich etwa 3Tage länger in der stationären Behandlung befanden als die unilateralen. Ein Grund wäre beispielsweise die höhere Invasivität des bilateralen Verfahrens wegen der beidseitigen Operationsdurchführung. Dadurch entstehen Faktoren, die möglicherweise die Aufenthaltsdauer beeinflussen könnten, an zwei Operationsstellen: Auftreten von Wundinfektionen, Blutungen und Nachblutungen, eines postoperativen Hämatoms, einer Embolie ausgehend von der Implantation, postoperativer Schmerzen, einer periprothetischen Fraktur oder Problemen bei der Mobilisation. Möglicherweise wäre der Patient nach dem postoperativen Ergebnis einer der beiden operierten Hüften bereits entlassungsfähig, die zweite verzögert jedoch den Entlassungstermin. In dieser Studie wurden die oben genannten Faktoren nicht untersucht, sie könnten jedoch auch Einfluss auf die längere Verweildauer der bilateralen Patienten genommen haben.

Denkbar wäre zudem, dass ärztliches Personal, Pflegepersonal und Mitarbeiter der Physiotherapie mit einseitig operierten Patienten routiniert umgehen, wohingegen simultan beidseits Operierte eine Herausforderung für alle Beteiligten darstellen. Von ärztlicher Seite ist eine umfassende Operationsplanung, Vorbereitung, Durchführung der Operation und Nachbehandlung aufgrund der zweiseitigen Ausführung notwendig (beispielsweise Bereitstellung einer ausreichenden Menge von Erythrozytenkonzentraten, Kalkulation längerer Operationszeiten, Planung des postoperativen Verlaufs und der Rehabilitation). In der pflegerischen Versorgung können Fragen bezüglich spezifischer Lagerung und Wundversorgung zu klären sein. Ergänzend zum physiotherapeutischen Behandlungskonzept bei unilateral operierten Patienten muss ein auf beidseitig operierte Patienten abgestimmter Mobilisierungsplan erstellt und durchgeführt werden. Eine angemessene Lernkurve für die interdisziplinäre Betreuung des Patienten erfordert eine ausreichende Zahl von zu behandelnden Patienten. Ausgehend von der Gesamtzahl der implantierten Hüft-TEP im ZOU im ausgewählten Studienzeitraum stellen die 28 simultan bilateral operierten Patienten mit 3,8 % lediglich einen Bruchteil dar und sind eine deutlich kleinere Gruppe als die übrigen 710 unilateral versorgten Patienten. Ein ähnlicher Anteil wird auch in einer Publikation von Pfeil angegeben (Pfeil et al., 2011).

Im Gesamtdurchschnitt mit 11,0 Tagen für die bilaterale Kohorte ist die Aufenthaltsdauer jedoch weiterhin deutlich höher als beispielsweise in einer Studie mit vergleichbarem Konzept zur schnellen Wiederherstellung, die eine durchschnittliche Verweildauer von 4 Tagen angibt (Otte et al., 2011). Im BARMER Krankenhausreport 2020 wurde für 2019 für die Diagnose Koxarthrose eine durchschnittliche Verweildauer von 9,4 Tagen beschrieben (Augurzký et al.,

2020). Im Vergleich dazu gab der BARMER GEK Report Krankenhaus 2013 mit Daten aus 2012 eine durchschnittliche Verweildauer von 12,9 Tagen an (Bitzer et al., 2013), im Report von 2016 mit Daten zu 2015 lag die durchschnittliche Verweildauer bei 11,1 Tagen (Augurzky et al., 2016). Es zeigt eine stetige Verringerung der Aufenthaltsdauer. Beachtet werden muss jedoch die Komplexität des Sachverhaltes: Die Verweildauer hängt von zahlreichen Faktoren ab, darunter Alter, Geschlecht, Familienstand, Komorbiditäten, die Nutzung von Gehhilfen präoperativ, perioperative Hämoglobinwerte, Bedarf an Bluttransfusionen, ASA-Status und Zeit zwischen Operation und Mobilisation (Husted et al., 2008).

Die Dauer des stationären Aufenthaltes ist ein Schlüsselindikator für die Leistung der jeweiligen Klinik und ihre Effizienz. Deshalb ist eine Verringerung desselben erstrebenswert und zeigt gewissermaßen den Erfolg der angewendeten Behandlung (Buttigieg et al., 2018). Bei simultan bilateral operierten Patienten war zwar in der durgeführten Analyse die Verweildauer statistisch signifikant länger, was zunächst darauf schließen lässt, das Verfahren könne nachteilig sein. Beachtet werden muss jedoch auch, dass bei Patienten, die bilateral einen Gelenkersatz benötigen sich sonst ein weiterer Aufenthalt anschließt, um die Gegenseite zu versorgen. Mit solchen Kohorten verglichen hatten simultan beidseitig operierte Patienten nun doch den Vorteil eines insgesamt verringerten Krankenhausaufenthaltes (Saito et al., 2010, Taheriazam et al., 2019), was für dieses Verfahren spricht.

In der Auswertung der Aufenthaltsdauer zeigten sich wiederum einzelne Patienten der bilateralen Kohorte, die deutlich längere Verweilzeiten (> 30 Tage) als ihr Gruppendurchschnitt (11,0 Tage) aufwiesen, wohingegen solche Ausreißer in der unilateralen Kohorte nicht vorkamen. Es betraf jedoch mit einer Zahl von 2 Patienten auch hier nur Einzelfälle. Beide Patienten hatten ihren Hauptwohnsitz im Ausland, es waren hierbei die einzigen Patienten in der bilateralen Kohorte, auf welche diese Eigenschaft zutraf. Es ist denkbar, dass eine Sprachbarriere den perioperativen Verlauf, die Vorbereitung auf die Operation und die Information des Patienten über den Gesamtprozess negativ beeinflusst haben könnte. Zusätzlich gestaltet sich die logistische Organisation von Aufenthalten solcher Patienten aus Erfahrung oftmals kompliziert. Patienten reisen teilweise lediglich für den Eingriff nach Deutschland ein und sind durch Umstände wie ein Visum oder eine eventuell fehlende Unterkunft bis zum Rückreisetermin zeitlich gebunden. Auch Vor- und Nachbehandlung sind durch diese Umstände beeinflusst und eingeschränkt. Diese Aspekte lassen sich durchaus als Gründe für solche hohen Verweilzeiten annehmen.

5.2.3.2 Physiotherapeutische Funktionsziele

Mit den Endpunkten „Tage bis zum Erreichen von 10 Treppenstufen“ und „Tage bis zum Erreichen von 150 m Gehstrecke“ wurden Meilensteine gewählt, die in der postoperativen Physiotherapie nach Implantation einer Hüftgelenksendoprothese zu den routinemäßig angewendeten Übungen gehören, um die Funktionalität des Patienten nach dem Eingriff wieder herzustellen. Sie sind Kernpunkte, die zu den angestrebten Entlassungskriterien des ERAS-Programmes am ZOU zählen und somit eine tragende Rolle in Bezug auf die Fragestellung der Arbeit spielen. Solche Daten werden in den physiotherapeutischen Verlaufsberichten der Klinik standardmäßig erhoben und standen somit größtenteils gut dokumentiert zur Verfügung. Mit deren Hilfe konnte die postoperative Rehabilitation relativ objektiv eingeschätzt werden. Dennoch unterschied sich die Dokumentation in den einzelnen Berichten, möglicherweise aufgrund der verschiedenen Arbeitsweisen und deren Festhaltung im Bericht durch die verschiedenen an der Rehabilitation beteiligten Mitarbeiter. Denkbar wären auch strukturelle Hindernisse wie beispielsweise gesetzliche Feiertage, die gegebenenfalls die Regelmäßigkeit der Anwendung der Übungen beeinflusst haben könnten.

Weiterhin muss bezüglich der Datenerhebung zwischen fehlenden Werten und bei der Entlassung nicht erreichten Funktionszielen unterschieden werden. Beide wurden in der deskriptiven Analyse als fehlend behandelt und dadurch aus der weiteren Berechnung ausgeschlossen. Begründet lag dieses darin, dass der Fokus der Auswertung auf der Zeit bis zum Erreichen des Funktionsziels lag, ein Wert, der sowohl bei fehlenden Daten als auch bei nicht erreichten Meilensteinen bei Entlassung folglich nicht vorlag. Da jedoch die jeweilige physiotherapeutische Dokumentation am Entlassungstag endet und dieser nicht bei allen Patienten identisch ist, muss der Vergleich der Patienten kritisch betrachtet werden. Ein Patient, der beispielsweise am 9. postoperativen Tag entlassen wird, ohne den Meilenstein erreicht zu haben, steht zunächst scheinbar schlechter da als ein anderer Patient, dessen Aufenthalt einige Tage länger dauert, während denen er den Meilenstein erreicht. Es scheint allerdings denkbar, dass der im Beispiel zuerst genannte Patient den Meilenstein bereits kurz nach der Entlassung selbstständig erreicht, möglicherweise noch vor dem anderen Patienten, welcher sich noch im Krankenhaus befindet und dessen Werte im Gegensatz zum bereits entlassenen Patienten weiterhin dokumentiert werden. Hierbei stieß die Datenerhebung an ihre Grenzen. Gewissermaßen fand dieser Aspekt jedoch in der später durchgeführten Überlebenszeitanalyse der Funktionsziele durch entsprechende Zensierung der Werte Berücksichtigung. Veranschaulicht wird dieses dadurch, dass die Kurven der bilateralen Gruppe jeweils einen deutlich längeren Zeitraum (> 30 Tage) abbilden, in welchem Patienten die Funktionsziele teilweise noch erreicht hatten, während die Kurven der unilateralen Kohorte solche aufgrund der kürzeren Spanne hinsichtlich der Aufenthaltsdauer (und somit der kürzeren Beobachtungsphase) nicht aufzeigen.

5.2.3.2.1 10 Treppenstufen

Vergleicht man die absoluten Zahlen der Patienten, die bei Entlassung nicht über 10 Stufen mobilisiert werden konnten, so gleichen sich diese annähernd (bilateral 6 Patienten, unilateral 5 Patienten). Der jeweilige Anteil ist jedoch in der bilateralen Gruppe mit 23,1 % höher als in der unilateralen Vergleichskohorte mit 9,1 %. Auch bei den Patienten, die diesen Meilenstein erreichen konnten, war die Zeit bis zum Erreichen zwischen den Gruppen unterschiedlich. Die bilaterale Kohorte war nach durchschnittlich 5,8 Tagen über 10 Stufen mobilisiert und somit über einen Tag später als die unilaterale Gruppe mit durchschnittlich 4,5 Tagen. Allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ($p = 0,14$). Beide Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die Rehabilitation bezüglich des Funktionsziels in beiden Gruppen in ähnlichem Maß zu erreichen ist, sofern sich dieses bis zum Entlassungstag realisieren ließ. Lediglich anteilmäßig an der Gesamtanzahl ihrer Gruppe zeigten die bilateralen Patienten schlechtere Ergebnisse im Hinblick auf diesen Meilenstein, es wurde hier also ein höherer Anteil von Patienten entlassen, ohne 10 Treppenstufen steigen zu können. Ursachen hierfür könnten in Faktoren, die den Patienten betreffen (beispielsweise physische Konstitution, Compliance, Komplikationen), liegen. Ein weiterer Grund wäre auch die noch nicht ausreichende Erfahrung mit der Behandlungsmethode im Vergleich zur konventionell einseitigen TEP. Ob möglicherweise auch wirtschaftliche Faktoren zu einer Entlassung vor Erreichen des Funktionsziels führen, oder ob die Planung teilweise vorsieht, die physiotherapeutische Rehabilitation erst nach Entlassung zu komplettieren, muss zukünftig noch näher untersucht werden (Noth et al., 2020).

Die Durchführung einer Regression für die physiotherapeutischen Endpunkte nach Intervention (bilateral oder unilateral) mit Adjustierung nach ASA-Status lag nahe, da die Hypothese aufgestellt wurde, dieser könne das Ergebnis wirkungsvoll beeinflussen. Wie aufgezeigt war dieses jedoch bei einem statistisch nicht signifikanten Unterschied ($p = 0,15$) nicht der Fall. Die Adjustierung nach ASA-Status zeigte also, dass er bei den Interventionen im Hinblick auf die postoperative Mobilisation keine Störgröße darstellte und die Ergebnisse dadurch weder positiv noch negativ beeinflusst wurden. Es lässt sich somit annehmen, dass zumindest bis ASA III eine Mobilisation über 10 Treppenstufen postoperativ sowohl bei simultan bilateral als auch bei unilateral operierten Patienten mit ähnlichem Ergebnis möglich ist.

In der Auswertung zur Überlebenszeitanalyse bis zum Eintreten des Funktionsziels zeigte die unilaterale Gruppe zu jeder Zeit eine Überlegenheit. Ihr Anteil, welcher das Ziel erreicht hatte, lag stets über dem der bilateralen Gruppe. Im Median wird dieses exemplarisch deutlich: Nach 4 Tagen war die Hälfte der einseitigen Gruppe bereits über 10 Treppenstufen mobilisiert, in der bilateralen Kohorte war dieser Anteil erst nach 6 Tagen erreicht. Der Unterschied zwischen beiden Zeitkurven war statistisch signifikant ($p = 0,02$). Die Berechnung der Überlebenszeit

stellt durch den zusätzlichen Einschluss von Patienten, die das Funktionsziel nicht erreicht hatten, ein Bild dar, das den Sachverhalt im Ganzen eventuell etwas besser beschreiben kann. Dieser ist hier umfassender aufgezeigt als durch die vorausgegangenen Werte zur deskriptiven Statistik dieses Endpunktes, da hier durch Zensierung alle zum Entlassungszeitpunkt verfügbaren Daten (erreicht und nicht erreicht) Berücksichtigung fanden. Über die Zeit betrachtet ist also insgesamt die unilaterale Gruppe der bilateralen hinsichtlich der Mobilisation über 10 Treppenstufen doch, wenn auch nur in geringem Maße, statistisch überlegen gewesen.

5.2.3.2.2 150 m Gehstrecke

Analog zum vorherigen Punkt über die 10 Treppenstufen fanden sich ähnliche Ergebnisse bei der Analyse zum Endpunkt 150 m Gehstrecke. Auch hier lag der Anteil der Patienten, die dieses Funktionsziel bei Entlassung nicht erreicht hatten, in der bilateralen Gruppe mit 33,3 % über dem der unilateralen Gruppe mit 5,5 %. Betrachtet man diesen Unterschied, so erscheint er durchaus relevant. Die Gehstrecke zählt zu den angestrebten Entlassungskriterien und somit zur erwünschten funktionellen Wiederherstellung der Patienten durch die Operation. Diese konnte diesem Ergebnis zufolge bei den unilateralen Patienten größtenteils (94,5 %) verwirklicht werden. In der bilateralen Gruppe fanden sich mit 66,6 % anteilmäßig weniger Patienten, die dieses Funktionsziel bis zur Entlassung erreichen konnten. Das lässt einen Nachteil des beidseitigen Verfahrens gegenüber des einseitigen vermuten.

Wurde das Ziel hingegen erreicht, so war der Unterschied in der Zeit bis zum Erreichen zwischen beiden Gruppen statistisch nicht signifikant ($p = 0,51$). Patienten aus der bilateralen Gruppe konnten durchschnittlich am 5. postoperativen Tag 150 m gehen. So betrug der Unterschied des Durchschnitts zur unilateralen Vergleichskohorte, die das Funktionsziel durchschnittlich nach 4,3 Tagen erreichte, weniger als einen Tag. Es lässt vermuten, dass für die Patienten, die das Funktionsziel erreichten, die simultan bilaterale Operation eine geeignete Behandlungsmethode ist, da diese Patienten den Patienten der unilateral operierten Gruppe im Ergebnis nicht nachstanden. Da jedoch 33,3 % der bilateralen Gruppe das Funktionsziel nicht erreichen konnten, könnte man vermuten, dass sich diese Patienten nicht für eine simultan beidseitige Operation eignen. Dieses ist ein Grund, der für eine sorgfältige Patientenselektion spricht. Die höhere Streuung der Werte in der unilateralen Gruppe kann eventuell durch die größere Gesamtzahl, die zur Rekrutierung der Gruppe zur Verfügung stand und damit die womöglich größere Inhomogenität der Patienten, erklärt werden. Offenbar war der ASA-Status hier wiederum kein tragender Faktor, der die Mobilisation beeinflusst, da die Berechnung der Regression mit Adjustierung nach ASA-Status zum Erreichen von 150 m Gehstrecke zwischen den beiden Kohorten keinen statistisch signifikanten Unterschied ergab ($p = 0,76$). In diesen Punkten zeigt sich, dass sofern die Patienten das Funktionsziel erreichen

konnten, die bilateralen Patienten mit nahezu gleichem Ergebnis wie die unilateralen Patienten mobilisiert werden konnten. Es bekräftigt die Durchführung eines simultanen Operationsverfahrens. Die Ähnlichkeit der Gruppen im Ergebnis zueinander war sogar größer als im Punkt des Treppensteigens. Dieses lässt annehmen, dass Gehen auf ebener Strecke für Patienten nach Hüft-TEP möglicherweise einfacher und schneller zu bewältigen ist als Treppensteigen.

Die Überlebenszeitanalyse, welche nun auch die Patienten einschloss, die entlassen wurden, ohne 150 m gehen zu können, ergab über den gesamten stationären Verlauf, dass unilateral operierte Patienten anteilmäßig stets früher diesen Meilenstein der postoperativen Mobilisation erreichten als simultan bilateral operierte. Der Unterschied war mit einem p-Wert von $< 0,01$ statistisch signifikant. Da von den bilateral operierten Patienten ein größerer Anteil das Funktionsziel bei Entlassung nicht erreichen konnte und dieses bei der Überlebenszeitanalyse durch zensierte Werte Berücksichtigung findet, ist der Unterschied zur unilateralen Kurve entsprechend deutlich. Der Median der beiden Gruppen, also der Tag an welchem die Hälfte der Patienten, die das Ziel bis zu ihrer Entlassung erreichen konnten, eine Gehstrecke von 150 m bewältigten, unterschied sich analog zum Treppensteigen um 2 Tage (bilateral 6 Tage, unilateral 4 Tage). Schließlich war auch hier wieder durch einzelne Patienten mit sehr langer Verweildauer (> 30 Tage) der Beobachtungszeitraum insgesamt in der bilateralen Gruppe in Bezug auf die Überlebenszeitanalyse länger.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die unilaterale Gruppe die bilaterale in der Fragestellung übertrifft, ob das Funktionsziel erreicht wird. Vergleicht man unter den Patienten, die das Funktionsziel erreichen konnten, hingegen den genauen Zeitpunkt, an dem dieses Ziel bewältigt wird, so steht die bilaterale Kohorte der unilateralen nicht nach.

Alles das lässt vermuten, dass eine derartige Gehstrecke von Patienten mit bilateralem Gelenkersatz in der Rehabilitation nur geringfügig später erreicht wird, als von Patienten einer unilateralen Vergleichsgruppe. Dadurch wird die Argumentation für ein simultanes Verfahren gestützt.

Inwiefern weitere multizentrische Studien mit größerer Patientenzahl, längerem Beobachtungszeitraum der Rehabilitation und allgemein längerem Follow-up in Bezug auf das Behandlungsergebnis die Ergebnisse der durchgeführten Studie bestätigen, in Frage stellen oder widerlegen, ist abzuwarten.

5.2.3.2.3 Vergleich der Funktionsziele untereinander

Man muss bei dem Vergleich der Endpunkte untereinander folgende zwei Fragen unterscheiden.

1. Wie viele Patienten haben die Funktionsziele überhaupt erreicht? (Anteil)
2. Nach welcher Zeit waren die Funktionsziele erreicht? (Anzahl der Tage)

Man betrachte zunächst die bilaterale Gruppe. Erfolgreich waren hier 76,9 % für das Treppensteigen und 66,6 % für das Gehen. Zur Frage „erreicht oder nicht“ fällt bilateral operierten Patienten also 10 Stufen Treppensteigen leichter als 150 m Gehen. Fokussiert man im zweiten Schritt die Zahl der Tage bis zum Erreichen, so konnten diese Patienten durchschnittlich nach 5,8 Tagen 10 Stufen ersteigen und nach 5,0 Tagen 150 m gehen. Wurde also das Ziel erreicht, so fiel zeitlich das Gehen geringfügig leichter.

Betrachtet man nun die unilaterale Gruppe. Hier konnten 90,9 % bei Entlassung 10 Treppenstufen steigen, 94,5 % konnten 150 m gehen. Dieser Unterschied ist klinisch nicht relevant, in beiden Fällen ist mit einem Anteil > 90% eine suffiziente Mobilisation bei der deutlichen Mehrheit der Patienten gegeben. Absolut gesehen fiel den Patienten im Gegensatz zur bilateralen Kohorte also das Gehen leichter. Blickt man aber auf den durchschnittlichen Zeitpunkt für das Erreichen des Funktionsziels, so lag dieser bei 4,5 Tagen für das Treppensteigen und bei 4,3 Tagen für das Gehen. Es waren also annähernd gleiche Werte.

Dieses zeigt zusammenfassend folgende Aspekte:

1. Bilateral operierte Patienten können postoperativ anteilmäßig eher Treppensteigen als Gehen. Unilateral gilt das Gegenteil.
2. Bilateral operierte Patienten können im Durchschnitt zeitlich gesehen früher Gehen als Treppensteigen. Unilateral war durchschnittlich beides nach etwa gleicher Zeit möglich.

Diese Feststellungen lassen vermuten, dass beide physiotherapeutische Übungen unterschiedliche Bewegungen beanspruchen und vom Patienten unterschiedlich ausgeführt werden. Für die Fragestellung der Arbeit sind jedoch die einzelnen Ergebnisse der Gruppen und deren Verhältnis zueinander von größerem Interesse als der Vergleich der Endpunkte untereinander.

5.2.3.3 Klinische Relevanz der Rehabilitationsergebnisse

Es ist festzuhalten, dass sowohl das Steigen von 10 Treppenstufen als auch das Erreichen einer Gehstrecke von 150 m bei Entlassung in beiden untersuchten Patientengruppen nach annähernd gleicher Zeit möglich war, sofern diese Funktionsziele erreicht wurden. In beiden Fällen erreichte die unilaterale Gruppe die Ziele durchschnittlich früher, jedoch war der Unterschied diesbezüglich statistisch nicht signifikant und klinisch nicht relevant.

Kritisch betrachtet werden muss hingegen die Tatsache, dass sich wiederum bei beiden Funktionszielen in der bilateralen Gruppe ein deutlich höherer Patientenanteil fand, der das Ziel bei Entlassung nicht erreichen konnte. In beiden Fällen war es ein Mehrfaches des Anteils

der unilateralen Patienten (Treppensteigen: bilateral 23,1 %, unilateral 9,1 %; Gehstrecke: bilateral 33,3 %, unilateral 5,5 %). Die Tatsache, dass jeder 3. bilateral operierte Patient im Vergleich zu jedem 20. unilateral Operierten bei Entlassung eine Gehstrecke von 150 m nicht bewältigen konnte, ist durchaus klinisch relevant. Auch bezüglich des Funktionsziels „Treppensteigen“ ist der bestehende Unterschied von ungefähr jedem 4. der bilateral operierten Patienten zu ungefähr jedem 10. der unilateralen, die das Ziel bis zur Entlassung nicht erreichen konnten, deutlich, wenn auch geringer. Bedenkt man, dass das Durchschnittsalter der operierten Patienten der bilateralen Gruppe bei 63,6 Jahren und damit unter dem vom Deutschen Endoprothesenregister für 2019 angegebenen Durchschnittsalter von 71 Jahren lag (Grimberg et al., 2020), so wäre zu vermuten, dass sie die Funktionsziele mit besseren Ergebnissen erreicht hätten.

Faktoren, die jedoch durchaus die postoperative Mobilisation beeinflussen können, sind zum einen die kooperative Mitarbeit jedes einzelnen Patienten in Bezug auf die gesamte perioperative Behandlungsphase. Die Erwartung an eine beschwerdefreie Alltagsbewältigung ist möglicherweise bei vielen Patienten, die sich zur Implantation einer Hüftgelenksendoprothese entscheiden, ein Grund für eine aktive Mitarbeit am Behandlungs- und Rehabilitationsprozess. Da die Implantation einer Endoprothese zur Therapie der Coxarthrose größtenteils eine elektive Behandlung ist, schließt sie die Entscheidung und aktive Mitarbeit der Patienten ein. Weiterhin könnte die Art der implantierten Prothese (Lang- oder Kurzschaftprothese, zementiert oder nicht-zementiert) sowie die Art des operativen Zugangs (minimalinvasiv oder konventionell) einen Einfluss auf den postoperativen Behandlungsverlauf haben. Auch die allgemeine physische Konstitution (Muskelbeschaffenheit, Stabilität der Knochen / des Skeletts) wäre ein möglicher Faktor, der das Gesamtergebnis beeinflussen kann. Möglicherweise ist auch die Einbeziehung der Vitalwerte und die Frage ob und wie lange ein Aufenthalt auf der Intensivstation notwendig war hinweisend auf die Ergebnisse in Bezug auf die Verweildauer und die Mobilisation. Diese genannten Faktoren können sowohl in der unilateralen als auch in der bilateralen Gruppe auftreten. Blickt man auf die bilateral operierten Patienten, die den Eingriff an beiden Hüftgelenken erhalten haben, so kommen, analog, wie auch schon im Punkt der Verweildauer diskutiert, mehrere Risikofaktoren ebenfalls beidseitig und somit potenziell zweifach hinzu, die auch einen Einfluss auf die postoperative Mobilisation haben können.

Da die genannten Punkte in der vorliegenden Studie nicht untersucht wurden, kann in diesem Fall keine Aussage zu deren kausalem Zusammenhang mit den Ergebnissen getroffen werden.

In dem zu Beginn durchgeführten Matching nach den aufgeführten Basisdaten wurde eine möglichst hohe Gleichheit der Gruppen untereinander angestrebt und folgend auch erreicht. Somit ist davon auszugehen, dass diese Basisdaten nicht kausal mit den beschriebenen

Unterschieden im Ergebnis der beiden Gruppen zusammenhängen. Jedoch muss die Tatsache beachtet werden, dass für die Studie in der bilateralen Gruppe lediglich die Daten der exakt 28 Patienten zur Verfügung standen, die im Studienzeitraum im ZOU operiert wurden. Im Vergleich dazu wurden die 56 Vergleichspatienten für die unilaterale Gruppe aus einem Pool von 710 Patienten, die im gleichen Zeitraum eine unilaterale Hüft-TEP im ZOU implantiert bekamen, ausgewählt. Mit 3,8 % aller im Studienzeitraum mit einer Hüft-TEP versorgten Patienten, stellt die Gruppe der bilateralen Hüft-TEP somit die deutliche Minderheit dar.

5.2.3.4 Enhanced Recovery After Surgery

In Deutschland sind stationäre Aufenthalte zur Implantation von Hüftprothesen mit einer Dauer länger als 10 Tage sowie anschließender Rehabilitation von 3 Wochen üblich (Seeber et al., 2017). Durch die Anwendung von ERAS kann die stationäre Verweildauer effektiv gesenkt werden (Kaye et al., 2019, Yanik et al., 2018). 2010 wurde eine Fachgesellschaft für ERAS gegründet und in der Folge begannen zahlreiche Kliniken mit der Umsetzung dieses Programmes in ihrer jeweiligen eigenen Modifikation (Kutzner et al., 2020). In einer Studie von Schwenk wird die Genesung der Patienten unter Durchführung nach ERAS-Programmen im Vergleich zur konventionellen Behandlung in Form eines Reviews überprüft. Von 80 analysierten systematischen Reviews mit Metaanalysen thematisierten die meisten (67) viszeralchirurgische Behandlungen, wobei hingegen lediglich 4 auf den Bereich der orthopädischen Endoprothetik fielen (Schwenk, 2021). Es wird demnach deutlich, dass ERAS auch in der Endoprothetik Anwendung findet, wenngleich auch nicht in dem Maß wie in der Viszeralchirurgie. Beachtet werden muss jedoch, dass ERAS in der Endoprothetik hauptsächlich zwei Schwerpunkte des Fachgebietes, nämlich die Behandlung bei Implantationen von Knie- und Hüftgelenksendoprothesen, betrifft. Währenddessen schließt die Viszeralchirurgie mit Teilgebieten wie Ösophagus-, Magen-, Leber- und Pankreaschirurgie sowie kolorektaler Chirurgie ein großes und vielfältiges Spektrum ein, in welchem ERAS angewendet wird.

Ein sehr wichtiger Punkt bei der operativen Behandlung der Coxarthrose ist der personenzentrierte Ansatz, der den gesamten Behandlungsprozess von der Entscheidung zur Operation bis zur Genesungsphase beinhaltet. Es kann sich positiv auswirken, dass die Patienten ihre Eigenverantwortlichkeit behalten und so den gesamten Behandlungsprozess aktiv mitgestalten (Berg et al., 2019).

In den dargestellten Ausarbeitungen wurden hauptsächlich die Länge des stationären Aufenthaltes sowie die physiotherapeutischen Funktionsziele „10 Treppenstufen“ und „150 m Gehstrecke“ ausgewertet. Wie erwähnt ist die Verweildauer und deren Reduktion eines der

Hauptmerkmale von ERAS-Programmen. Auch die postoperative Mobilisation findet Berücksichtigung, wenn auch nicht zwingend in exakt identischer Form der hier erhobenen Endpunkte. Weitere Aspekte von ERAS sind exemplarisch in der Studie von Kutzner aufgeführt (Kutzner et al., 2020).

In der primären Datensammlung waren auch weitere Punkte wie beispielsweise die Teilnahme an Patientenschulungen oder postoperative Schmerztherapie eingeschlossen, deren Auswertung jedoch aufgrund von unvollständiger und inhomogener Datenlage nicht zufriedenstellend und nicht aussagekräftig gewesen wäre und deshalb unterblieb.

Betrachtet man hingegen die in der vorliegenden Arbeit ausgewerteten Endpunkte, so konnten in der Mobilisation zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden, sofern die Patienten bei Entlassung die Funktionsziele erreicht hatten. Physiotherapeutisch kommen die untersuchten Endpunkte an die Vorgaben von ERAS heran. Bedacht werden muss hierbei die Tatsache, dass in der durchgeführten Studie keine Vorgaben bezüglich eines genauen Zeitpunktes für das Erreichen der Funktionsziele „10 Treppenstufen“ und „150 m Gehstrecke“ festgelegt waren und die vorhandenen Daten zur Mobilisation lediglich retrospektiv ausgewertet wurden. Da die bilateral operierten Patienten die Funktionsziele zeitmäßig gleich der unilateralen Vergleichsgruppe erreichten, zeigt sich, dass hier die Vorgaben von ERAS erreicht werden konnten. Differenzen bestanden hinsichtlich des Anteils an der Gesamtgruppe, welcher die Ziele bis zur Entlassung nicht erreichen konnte. Es lässt vermuten, dass unter diesem Aspekt keine generelle Aussage zum Erreichen der Ziele von ERAS bei simultan beidseitig implantierten Hüfttotalendoprothesen getroffen werden kann. Somit kommt der in ERAS verankerten Patientenselektion eine wichtige Bedeutung zu, um geeignete Patienten für eine simultan bilaterale Behandlung auszuwählen.

Die Verweildauer ist in beiden untersuchten Kohorten noch lang und eine Reduktion derselben noch ausstehend. Die Spanne in der Verweildauer der bilateral operierten Patienten reichte von 5 - 36 Tagen. Hierbei fand sich ein Patient, der nach 5 und ein weiterer, der nach 6 Tagen entlassen werden konnte. Diese Werte entsprechen nahezu der Hälfte des Wertes für den Gruppendurchschnitt der Verweildauer der beidseitig operierten Patienten. Zwei andere Patienten wiederum wiesen eine Verweildauer von > 30 Tagen auf. Würde man die beiden zuletzt genannten aus der Studie eliminieren, so ergäbe sich eine mittlere Verweildauer von 9,2 Tagen und somit eine Reduktion des Durchschnittswertes um fast 2 Tage. Würde man zusätzlich die 3 Patienten, die zwischen 18 und 20 Tagen stationär verweilten, aus der Studie ausschließen, so wäre sogar eine durchschnittliche Verweildauer von 7,9 Tagen erreicht. Es bleibt also festzuhalten, dass bezüglich der Länge des stationären Aufenthaltes in der Tat individuelle Unterschiede zwischen den Patienten bestehen und der Gruppendurchschnitt durch einzelne Patienten deutlich angehoben wird. Infolgedessen wird die Aussagekraft des Gesamtergebnisses relativiert und wertet die Ergebnisse der bilateralen Gruppe erneut auf.

Es wäre wünschenswert, dass Patienten früher komplikationslos und erfolgreich mobilisiert entlassen werden können. Da der Sachverhalt jedoch im Gesamten betrachtet werden muss und die einzelnen Elemente des ERAS-Konzeptes sich gegenseitig bedingen, ist eine Balance zwischen diesen erstrebenswert: Mobilisation auf Kosten der Verweildauer oder Verweildauer auf Kosten der Mobilisation. Hierbei kann ERAS als eine orientierende Leitlinie verstanden und angewendet werden, ohne sich auf eine strikte Einhaltung des einen oder anderen Aspektes zu versteifen.

In Deutschland sind Fast-Track-Programme in der Endoprothetik noch nicht flächendeckend umgesetzt. Die Gründe dafür können vielfältig sein und umfassen die Angst vor Veränderungen im Behandlungsprozess, das Beharren auf traditionellen und bewährten Arbeitsweisen und die mangelnde Bereitschaft zu interdisziplinärer Zusammenarbeit (Noth et al., 2020). Es ist zu vermuten, dass viele Kliniken in der perioperativen Behandlung der Patienten bereits Aspekte berücksichtigen, die mit den ERAS-Prinzipien vereinbar sind, ohne dass diese in einem festgelegten Fast-Track-Programm strukturiert zusammengefasst wurden. Würde man jedoch ein solches festgelegtes Behandlungskonzept anwenden, so könnte möglicherweise eine zielorientiertere Durchführung der Behandlung in interdisziplinärer Zusammenarbeit und eine effektive Reduktion der Verweildauer erreicht werden. Außerdem könnten wirtschaftliche Faktoren eine Rolle spielen, da das Abrechnungssystem im deutschen Gesundheitssektor aufgrund der bestehenden Fallpauschalen die Umsetzung von Fast-Track limitiert. Auch die vorherrschende Trennung zwischen stationärer und ambulanter Rehabilitation in Deutschland kollidiert mit der Einführung von Fast-Track-Protokollen (Noth et al., 2020).

Wie bereits in der Literaturdiskussion aufgeführt können Behandlungskosten durch ERAS effektiv reduziert werden (Soffin et al., 2019, Stowers et al., 2016, Villatte et al., 2019, Yanik et al., 2018). Ausgehend von der wirtschaftlichen Lage der gesundheitlichen Versorgung von Patienten ist es zukunftsweisend dringend geboten, die stationäre Verweildauer zu senken, die Senkung und Minimierung von intensivmedizinischer Therapie zu erreichen und dem stetigen Kostenanstieg im Gesundheitswesen entgegenzuwirken. Dieses kann durch die Arbeit nach ERAS-Kriterien erreicht werden (Schwenk, 2021).

Die genannten Gründe zeigen die Wichtigkeit der flächendeckenden Einführung von ERAS-Programmen in den Klinikalltag in deutschen Krankenhäusern.

Schließlich eignet sich zur Überprüfung der Ergebnisse von ERAS möglicherweise auch ein prospektives Studienmodell. In diesem Fall wäre eine spezifischere Datenerhebung in Bezug auf die Fragestellung möglich gewesen. Dennoch weist ein wie hier angewendetes retrospektives Studiendesign zahlreiche Vorteile auf. Da die Daten bereits vor Aufstellung der Hypothese zur Verfügung stehen, ist eine Beeinflussung und Verzerrung der Ergebnisse durch

die Fragestellung unwahrscheinlich. Im hier behandelten Fall ist dadurch eine unabhängige Auswertung der Daten möglich gewesen. Somit konnte gezeigt werden, ob es momentan klinisch möglich ist, bilateral operierte Patienten nach ERAS-Kriterien zu behandeln und zu welchen Ergebnissen dieses führt. Außerdem werden durch die Anwendung eines retrospektiven Designs Kosten und Zeit gespart und die Daten sind schnell verfügbar. Letztendlich muss der Studientyp für jede Studie spezifisch festgelegt werden. Für die hier behandelte Fragestellung und die anschließende Auswertung hat sich letztlich das retrospektive Design als passend erwiesen.

6 Zusammenfassung

Die große Gesamtzahl der Hüftgelenksimplantationen in der Vergangenheit und die hoch geschätzte Inzidenz derselben zukünftig sowie der demographische Wandel zu einer alternden Bevölkerung machen die Optimierung der endoprothetischen Behandlung erstrebenswert. Eine Option den Behandlungsverlauf zu optimieren sind Programme zur Verbesserung und Beschleunigung des Genesungsprozesses nach Operation (ERAS).

In dieser Arbeit wurde die stationäre Behandlung und die postoperative Mobilisation von Patienten mit simultan bilateralem endoprothetischen Ersatz des Hüftgelenks untersucht. Im Nachhinein wurde bewertet, ob die erhobenen Endpunkte mit ERAS in Einklang zu bringen waren.

In einer monozentrischen, retrospektiven Studie wurden 28 Patienten, die einen simultanen bilateralen endoprothetischen Hüftgelenksersatz erhalten hatten, mit 56 Patienten eines unilateralen Verfahrens verglichen. Jedem Patienten der bilateralen Population wurden hierbei zwei unilaterale Partner zugeordnet, die diesem in den Basisdaten Geschlecht, Alter, BMI und ASA-Status möglichst ähnlich waren.

Die Auswertung ergab eine statistisch signifikant längere Operationsdauer in der bilateralen Gruppe ($p < 0,01$). Die Verweildauer betrug bei bilateral operierten Patienten durchschnittlich 11 Tage und war statistisch signifikant länger als in der unilateralen Gruppe mit durchschnittlich 8 Tagen ($p = 0,03$). Bezüglich der physiotherapeutischen Mobilisationsziele „10 Treppenstufen“ ($p = 0,02$) und „150 m Gehstrecke“ ($p < 0,01$) zeigte die Berechnung der Überlebenszeit mit Kaplan-Maier-Kurven unter Einschluss auch des Anteils der Patienten, die bis zur Entlassung die Funktionsziele nicht erreichen konnten, signifikante Unterschiede. Hierbei war jeweils die unilaterale Gruppe der bilateralen in der postoperativen Mobilisation insgesamt überlegen. Der ASA-Status wurde durch das Matching als Störgröße beim Einfluss auf die postoperative Mobilität eliminiert.

Patienten beider untersuchter Gruppen waren im Vergleich zu in der Literatur aufgeführten ähnlichen Studien zur Anwendung von ERAS-Konzepten durchschnittlich länger in stationärer Behandlung. Einzelne Patienten konnten nach simultan beidseitigen Implantationen einer Hüftgelenksendoprothese eine nach ERAS-Konzepten angestrebte reduzierte Verweildauer erreichen. In der postoperativen Mobilisation war das Erreichen der in ERAS angestrebten Entlassungskriterien in der bilateral operierten Gruppe im Vergleich zur unilateralen Gruppe einem signifikant größeren Anteil nicht gelungen. Somit scheint ERAS hier zunächst nicht anwendbar. Jedoch zeigten die Patienten beider Gruppen, welche die Funktionsziele bis zur Entlassung erreichen konnten, bezüglich des Zeitpunktes des Erreichens keinen signifikanten Unterschied zueinander auf. Mit der unilateral operierten Patientengruppe als Referenz ist bei ausgewählten bilateral operierten Patienten eine Mobilisation nach ERAS möglich.

Zusammenfassend kommt der Patientenselektion für die Anwendung von ERAS-Konzepten besondere Bedeutung zu. Welche Kriterien diese umfassen soll, muss Gegenstand zukünftiger Studien sein. Schließlich muss ERAS als Gesamtkonzept gesehen werden, dessen verschiedene Elemente sich gegenseitig bedingen und bei dessen Anwendung die beste Balance derselben für die individuellen Patienten gefunden werden muss.

Mittel- und langfristige Ergebnisse nach Entlassung der Patienten müssen zukünftig in weiteren Studien evaluiert werden.

7 Literaturverzeichnis

- AGARWAL, S., GUPTA, G. & SHARMA, R. K. 2016. Comparison between single stage and two stage bilateral total hip replacement- our results and review of literature. *Acta Orthop Belg*, 82, 484-490.
- ALFARO-ADRIAN, J., BAYONA, F., RECH, J. A. & MURRAY, D. W. 1999. One- or two-stage bilateral total hip replacement. *J Arthroplasty*, 14, 439-45.
- ALTMAN, R. D. 2010. Early management of osteoarthritis. *Am J Manag Care*, 16 Suppl Management, S41-7.
- ARESTI, N., KASSAM, J., NICHOLAS, N. & ACHAN, P. 2016. Hip osteoarthritis. *BMJ*, 354, i3405.
- AROKOSKI, J. P. 2005. Physical therapy and rehabilitation programs in the management of hip osteoarthritis. *Eura Medicophys*, 41, 155-61.
- ASHFORD, S. & WILLIARD, J. 2014. Osteoarthritis: A review. *Nurse Pract*, 39, 1-8.
- AUGURZKY, B., DECKER, S., MENSEN, A. & REIF, S. 2020. *BARMER Krankenhausreport 2020* [Online]. BARMER. Available: <https://www.barmer.de/blob/306984/d009a0b47ce8eb11cb8211411989e344/data/barmer-krankenhausreport-2020---band-25-bifg.pdf> [Accessed 30.01.2022 2022].
- AUGURZKY, B., WÜBKER, A., PILNY, A., FELS, K., BOHM, S., PRIESS, H.-W., REINACHER, U. & LEHMANN, B. 2016. *BARMER GEK Report Krankenhaus 2016* [Online]. Asgard Verlagsservice GmbH: BARMER GEK. Available: <https://www.barmer.de/blob/301414/7729cf79a2d2610092725d789517a828/data/barmer-gek-report-krankenhaus-2016.pdf> [Accessed 30.01.2022 2022].
- BANNURU, R. R., OSANI, M. C., VAYSBROT, E. E., ARDEN, N. K., BENNELL, K., BIERMA-ZEINSTRAS, S. M. A., KRAUS, V. B., LOHMANDER, L. S., ABBOTT, J. H., BHANDARI, M., BLANCO, F. J., ESPINOSA, R., HAUGEN, I. K., LIN, J., MANDL, L. A., MOILANEN, E., NAKAMURA, N., SNYDER-MACKLER, L., TROJIAN, T., UNDERWOOD, M. & MCALINDON, T. E. 2019. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*, 27, 1578-1589.
- BATAILLER, C., ROZINTHE, A., MERCIER, M., BANKHEAD, C., GAILLARD, R. & LUSTIG, S. 2019. Return to Sport After Bilateral Single Stage Total Hip Arthroplasty Using the Direct Anterior Approach: A Case Control Study. *J Arthroplasty*, 34, 2972-2977.
- BENNELL, K. L., HUNTER, D. J. & PATERSON, K. L. 2017. Platelet-Rich Plasma for the Management of Hip and Knee Osteoarthritis. *Curr Rheumatol Rep*, 19, 24.
- BEREND, K. R., LOMBARDI, A. V., JR. & MALLORY, T. H. 2004. Rapid recovery protocol for peri-operative care of total hip and total knee arthroplasty patients. *Surg Technol Int*, 13, 239-47.
- BEREND, M. E., RITTER, M. A., HARTY, L. D., DAVIS, K. E., KEATING, E. M., MEDING, J. B. & THONG, A. E. 2005. Simultaneous bilateral versus unilateral total hip arthroplasty an outcomes analysis. *J Arthroplasty*, 20, 421-6.
- BERG, U., BERG, M., ROLFSON, O. & ERICHSEN-ANDERSSON, A. 2019. Fast-track program of elective joint replacement in hip and knee-patients' experiences of the clinical pathway and care process. *J Orthop Surg Res*, 14, 186.
- BHAN, S., PANKAJ, A. & MALHOTRA, R. 2006. One- or two-stage bilateral total hip arthroplasty: a prospective, randomised, controlled study in an Asian population. *J Bone Joint Surg Br*, 88, 298-303.

- BIERMA-ZEINSTRA, S., VAN MIDDELKOOP, M., RUNHAAR, J. & SCHIPHOF, D. 2020. Nonpharmacological and nonsurgical approaches in OA. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 34, 101564.
- BIJLSMA, J. W., BERENBAUM, F. & LAFEVER, F. P. 2011. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. *Lancet*, 377, 2115-26.
- BITZER, E. M., GROBE, T. G., NEUSSER, S. & LORENZ, Z. 2013. *BARMER GEK Report Krankenhaus 2013* [Online]. Asgard-Verlagsservice GmbH: BARMER GEK. Available: <https://www.barmer.de/blob/301330/db3c7886a34e734e8a3e2583339c0cb4/data/barmer-gek-report-krankenhaus-2013.pdf> [Accessed 30.01.2022 2022].
- BITZER, E. M., GROBE, T. G., NEUSSER, S., SCHNEIDER, A., DÖRNING, H. & SCHWARTZ, F. W. 2010. *BARMER GEK Report Krankenhaus 2010* [Online]. Asgard-Verlag: BARMER GEK. Available: <https://www.barmer.de/blob/39080/984ce8bfcb27f31e3666bf5971f59f79/data/pdf-report-krankenhaus-2010.pdf> [Accessed 25.05.2021 2021].
- BRACY, D. & WROBLEWSKI, B. M. 1981. Bilateral Charnley arthroplasty as a single procedure. A report on 400 patients. *J Bone Joint Surg Br*, 63-B, 354-6.
- BUTTIGIEG, S. C., ABELA, L. & PACE, A. 2018. Variables affecting hospital length of stay: a scoping review. *J Health Organ Manag*, 32, 463-493.
- CHARD, J. & DIEPPE, P. 2001. The case for nonpharmacologic therapy of osteoarthritis. *Curr Rheumatol Rep*, 3, 251-7.
- D, L. S., HIPANGO, J., SINNOTT, K. A., DUNN, J. A., ROTHWELL, A., HSIEH, C. J., DEJONG, G. & HOOPER, G. 2018. Rehabilitation after total joint replacement: a scoping study. *Disabil Rehabil*, 40, 1718-1731.
- DAIGLE, M. E., WEINSTEIN, A. M., KATZ, J. N. & LOSINA, E. 2012. The cost-effectiveness of total joint arthroplasty: a systematic review of published literature. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 26, 649-58.
- DONG, Y., ZHANG, B., YANG, Q., ZHU, J. & SUN, X. 2021. The effects of platelet-rich plasma injection in knee and hip osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rheumatol*, 40, 263-277.
- DONNER, S., REHBEIN, P., SCHNEIDER, M., PFEIL, J., DREES, P. & KUTZNER, K. P. 2019. Return to Sports and Recreational Activity After Single-Stage Bilateral Short-Stem Total Hip Arthroplasty: 5-Year Results of a Prospective Observational Study. *Orthop J Sports Med*, 7, 2325967119872746.
- DOYLE, D. J., GOYAL, A., BANSAL, P. & GARMON, E. H. 2020. American Society of Anesthesiologists Classification. *StatPearls*. Treasure Island (FL).
- ENDRES, H., SCHNEIDER, O., SCHARF, H. P., KAUFMANN-KOLLE, P., KNAPSTEIN, S., HERMANN, C., LEMBECK, B. & FLECHTENMACHER, J. 2018. [Hip Osteoarthritis - Epidemiology and Current Medical Care Situation - Health Care Data of 2.4 Million AOK Baden-Württemberg Insureds Aged 40 Years or Older]. *Z Orthop Unfall*, 156, 672-684.
- FLICK, T. R., OFA, S. A., PATEL, A. H., ROSS, B. J., SANCHEZ, F. L. & SHERMAN, W. F. 2020. Complication rates of bilateral total hip versus unilateral total hip arthroplasty are similar. *J Orthop*, 22, 571-578.
- FLUGSRUD, G. B., NORDSLETTEN, L., REINHOLT, F. P., RISBERG, M. A., RYDEVIK, K. & UHLIG, T. 2010. [Osteoarthritis]. *Tidsskr Nor Laegeforen*, 130, 2136-40.
- FRASSANITO, L., VERGARI, A., NESTORINI, R., CERULLI, G., PLACELLA, G., PACE, V. & ROSSI, M. 2020. Enhanced recovery after surgery (ERAS) in hip and knee replacement surgery: description of a multidisciplinary program to improve management of the patients undergoing major orthopedic surgery. *Musculoskelet Surg*, 104, 87-92.

- GARLAND, A., ROLFSON, O., GARELLICK, G., KARRHOLM, J. & HAILER, N. P. 2015. Early postoperative mortality after simultaneous or staged bilateral primary total hip arthroplasty: an observational register study from the Swedish Hip Arthroplasty Register. *BMC Musculoskelet Disord*, 16, 77.
- GAY, C., CHABAUD, A., GUILLEY, E. & COUDEYRE, E. 2016. Educating patients about the benefits of physical activity and exercise for their hip and knee osteoarthritis. Systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med*, 59, 174-183.
- GBE-BUND.DE. 2020. *Anzahl der Implantationen künstlicher Hüftgelenke in deutschen Krankenhäusern in den Jahren 2005 bis 2019*. Statista. [Online]. Statista GmbH. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/785136/umfrage/implantationen-kuenstlicher-hueftgelenke-in-deutschen-krankenhaeusern/> [Accessed 25.05.2021].
- GOLD, M. & VARACALLO, M. 2019. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Hip Joint. *StatPearls*. Treasure Island (FL).
- GOTZ, J. S., LEISS, F., MADERBACHER, G., MEYER, M., REINHARD, J., ZEMAN, F., GRIFKA, J. & GREIMEL, F. 2021. Implementing fast-track in total hip arthroplasty: rapid mobilization with low need for pain medication and low pain values : Retrospective analysis of 102 consecutive patients. *Z Rheumatol*.
- GRIMBERG, A., JANSSON, V., LÜTZNER, J., MELSHEIMER, O., MORLOCK, M. & STEINBRÜCK, A. 2020. Jahresbericht 2020. *Endoprothesenregister Deutschland (EPRD)*. EPRD Deutsche Endoprothesenregister gGmbH.
- HAWKER, G. A. 2019. Osteoarthritis is a serious disease. *Clin Exp Rheumatol*, 37 Suppl 120, 3-6.
- HEALY, W. L., IORIO, R., CLAIR, A. J., PELLEGRINI, V. D., DELLA VALLE, C. J. & BEREND, K. R. 2016. Complications of Total Hip Arthroplasty: Standardized List, Definitions, and Stratification Developed by The Hip Society. *Clin Orthop Relat Res*, 474, 357-64.
- HINZ, M., IMHOFF, A. B. & SCHMITT, A. 2021. [Update on the Operative Treatment of Cartilage Defects]. *Z Orthop Unfall*.
- HOAGLUND, F. T. 2013. Primary osteoarthritis of the hip: a genetic disease caused by European genetic variants. *J Bone Joint Surg Am*, 95, 463-8.
- HOOPER, G. J., HOOPER, N. M., ROTHWELL, A. G. & HOBBS, T. 2009. Bilateral total joint arthroplasty: the early results from the New Zealand National Joint Registry. *J Arthroplasty*, 24, 1174-7.
- HOUDEK, M. T., WYLES, C. C., WATTS, C. D., WAGNER, E. R., SIERRA, R. J., TROUSDALE, R. T. & TAUNTON, M. J. 2017. Single-Anesthetic Versus Staged Bilateral Total Hip Arthroplasty: A Matched Cohort Study. *J Bone Joint Surg Am*, 99, 48-54.
- HU, Z. C., HE, L. J., CHEN, D., LI, X. B., FENG, Z. H., FU, C. W., XUAN, J. W., NI, W. F. & WU, A. M. 2019. An enhanced recovery after surgery program in orthopedic surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res*, 14, 77.
- HUANG, B. K., TAN, W., SCHERER, K. F., RENNIE, W., CHUNG, C. B. & BANCROFT, L. W. 2019. Standard and Advanced Imaging of Hip Osteoarthritis. What the Radiologist Should Know. *Semin Musculoskelet Radiol*, 23, 289-303.
- HUNTER, D. J. & BIERMA-ZEINSTRAS, S. 2019. Osteoarthritis. *Lancet*, 393, 1745-1759.
- HUSTED, H., HOLM, G. & JACOBSEN, S. 2008. Predictors of length of stay and patient satisfaction after hip and knee replacement surgery: fast-track experience in 712 patients. *Acta Orthop*, 79, 168-73.

- JANSEN, E., BRIENZA, S., GIERASIMOWICZ-FONTANA, A., MATOS, C., REYNDERS-FREDERIX-DOBRE, C. & HATE, M. S. 2015. [Rehabilitation after total knee arthroplasty of hip and knee]. *Rev Med Brux*, 36, 313-20.
- JANSSON, M. M., HARJUMAA, M., PUHTO, A. P. & PIKKARAINEN, M. 2020. Patients' satisfaction and experiences during elective primary fast-track total hip and knee arthroplasty journey: A qualitative study. *J Clin Nurs*, 29, 567-582.
- KATZ, J. N., ARANT, K. R. & LOESER, R. F. 2021. Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis: A Review. *JAMA*, 325, 568-578.
- KAYE, A. D., URMAN, R. D., CORNETT, E. M., HART, B. M., CHAMI, A., GAYLE, J. A. & FOX, C. J. 2019. Enhanced recovery pathways in orthopedic surgery. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 35, S35-S39.
- KELLER, K., HOBOHM, L., BARCO, S., SCHMIDTMANN, I., MUNZEL, T., ENGELHARDT, M., GOLDHOFER, M., KONSTANTINIDES, S. V. & DREES, P. 2020. Venous thromboembolism in patients hospitalized for hip joint replacement surgery. *Thromb Res*, 190, 1-7.
- KELLGREN, J. H. & LAWRENCE, J. S. 1957. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*, 16, 494-502.
- KIM, C., NEVITT, M. C., NIU, J., CLANCY, M. M., LANE, N. E., LINK, T. M., VLAD, S., TOLSTYKH, I., JUNGSMANN, P. M., FELSON, D. T. & GUERMAZI, A. 2015. Association of hip pain with radiographic evidence of hip osteoarthritis: diagnostic test study. *BMJ*, 351, h5983.
- KLUG, A., PFLUGER, D. H., GRAMLICH, Y., HOFFMANN, R., DREES, P. & KUTZNER, K. P. 2021. Future burden of primary and revision hip arthroplasty in Germany: a socio-economic challenge. *Arch Orthop Trauma Surg*.
- KOLASINSKI, S. L., NEOGI, T., HOCHBERG, M. C., OATIS, C., GUYATT, G., BLOCK, J., CALLAHAN, L., COPENHAVER, C., DODGE, C., FELSON, D., GELLAR, K., HARVEY, W. F., HAWKER, G., HERZIG, E., KWOH, C. K., NELSON, A. E., SAMUELS, J., SCANZELLO, C., WHITE, D., WISE, B., ALTMAN, R. D., DIRENZO, D., FONTANAROSA, J., GIRADI, G., ISHIMORI, M., MISRA, D., SHAH, A. A., SHMAGEL, A. K., THOMA, L. M., TURGUNBAEV, M., TURNER, A. S. & RESTON, J. 2020. 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 72, 149-162.
- KOLI, E., MITTL, G. S. & ZUCKERMAN, J. D. 2015. Simultaneous Versus Staged Total Hip Arthroplasty A Review. *Bull Hosp Jt Dis (2013)*, 73, 78-82.
- KUTZNER, K. P., MEYER, A., BAUSCH, M., SCHNEIDER, M., REHBEIN, P., DREES, P. & PFEIL, J. 2020. Outcome of an "Enhanced Recovery" Program in Contemporary Total Hip Arthroplasty in Germany. *Z Orthop Unfall*, 158, 214-220.
- LAURSEN, J. O., HUSTED, H. & MOSSING, N. B. 2000. One-stage bilateral total hip arthroplasty a simultaneous procedure in 79 patients. *Acta Orthop Belg*, 66, 265-71.
- LEARMONTH, I. D., YOUNG, C. & RORABECK, C. 2007. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet*, 370, 1508-19.
- LEE, G. C. & HODIN, R. A. 2019. Applying Enhanced Recovery Pathways to Unique Patient Populations. *Clin Colon Rectal Surg*, 32, 134-137.
- LEISS, F., GOTZ, J. S., MADERBACHER, G., MEYER, M., REINHARD, J., ZEMAN, F., GRIFKA, J. & GREIMEL, F. 2021. Excellent Functional Outcome and Quality of Life after Primary Cementless Total Hip Arthroplasty (THA) Using an Enhanced Recovery Setup. *J Clin Med*, 10.

- LESPASIO, M. J., SULTAN, A. A., PIUZZI, N. S., KHLOPAS, A., HUSNI, M. E., MUSCHLER, G. F. & MONT, M. A. 2018. Hip Osteoarthritis: A Primer. *Perm J*, 22, 17-084.
- LIU, J. Y. & WICK, E. C. 2018. Enhanced Recovery After Surgery and Effects on Quality Metrics. *Surg Clin North Am*, 98, 1119-1127.
- LOPPINI, M., TEMPORITI, F., FURONE, R., GALLI, M., GRAPPIOLO, G. & GATTI, R. 2020. Static and dynamic pelvic kinematics after one-stage bilateral or unilateral total hip arthroplasty. *Hip Int*, 1120700020921120.
- MARCHISIO, A. E., RIBEIRO, T. A., UMPIERRES, C. S. A., GALVAO, L., ROSITO, R., MACEDO, C. A. S. & GALIA, C. R. 2020. Accelerated rehabilitation versus conventional rehabilitation in total hip arthroplasty (ARTHA): a randomized double blinded clinical trial. *Rev Col Bras Cir*, 47, e20202548.
- MARSHALL, D. A., PYKERMAN, K., WERLE, J., LORENZETTI, D., WASYLAK, T., NOSEWORTHY, T., DICK, D. A., O'CONNOR, G., SUNDARAM, A., HEINTZBERGEN, S. & FRANK, C. 2014. Hip resurfacing versus total hip arthroplasty: a systematic review comparing standardized outcomes. *Clin Orthop Relat Res*, 472, 2217-30.
- MARTEL-PELLETIER, J., BARR, A. J., CICUTTINI, F. M., CONAGHAN, P. G., COOPER, C., GOLDRING, M. B., GOLDRING, S. R., JONES, G., TEICHTAHL, A. J. & PELLETIER, J. P. 2016. Osteoarthritis. *Nat Rev Dis Primers*, 2, 16072.
- MASARACCHIO, M., HANNEY, W. J., LIU, X., KOLBER, M. & KIRKER, K. 2017. Timing of rehabilitation on length of stay and cost in patients with hip or knee joint arthroplasty: A systematic review with meta-analysis. *PLoS One*, 12, e0178295.
- MATHARU, G. S., PANDIT, H. G., MURRAY, D. W. & TREACY, R. B. 2015. The future role of metal-on-metal hip resurfacing. *Int Orthop*, 39, 2031-6.
- MATZIOLIS, P. D. G. 2019. S2k-Leitlinie Koxarthrose. In: (DGOOC), D. G. F. O. U. O. C. (ed.). AWMF online: Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF) e.V.
- METCALFE, D., PERRY, D. C., CLAIREAUX, H. A., SIMEL, D. L., ZOGG, C. K. & COSTA, M. L. 2019. Does This Patient Have Hip Osteoarthritis?: The Rational Clinical Examination Systematic Review. *JAMA*, 322, 2323-2333.
- MICICOI, G., DE DOMPSURE, R. B., MICICOI, L., TRAN, L., CARLES, M., BOILEAU, P. & TROJANI, C. 2020. One-stage bilateral total hip arthroplasty versus unilateral total hip arthroplasty: A retrospective case-matched study. *Orthop Traumatol Surg Res*, 106, 577-581.
- MORTON, J. S., KESTER, B. S., EFTEKHARY, N., VIGDORCHIK, J., LONG, W. J., MEMTSOUDIS, S. G. & POULTSIDES, L. A. 2020. Thirty-Day Outcomes After Bilateral Total Hip Arthroplasty in a Nationwide Cohort. *Arthroplast Today*, 6, 405-409.
- MURPHY, N. J., EYLES, J. P. & HUNTER, D. J. 2016. Hip Osteoarthritis: Etiopathogenesis and Implications for Management. *Adv Ther*, 33, 1921-1946.
- MUSKUS, M., ROJAS, J., GUTIERREZ, C., GUIO, J., BONILLA, G. & LLINAS, A. 2018. Bilateral Hip Arthroplasty: When Is It Safe to Operate the Second Hip? A Systematic Review. *Biomed Res Int*, 2018, 3150349.
- NIEUWENHUIJSE, M. & NELISSEN, R. 2015. Hip pain and radiographic signs of osteoarthritis. *BMJ*, 351, h6262.
- NIZAM, I. & BATRA, A. V. 2018. One-stage bilateral anterior bikini total hip replacement - experience of two cases. *SICOT J*, 4, 35.
- NOTH, U., RACKWITZ, L. & CLARIUS, M. 2020. [Challenges of fast-track arthroplasty in Germany]. *Orthopade*, 49, 334-337.

- NUTTALL, F. Q. 2015. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today*, 50, 117-128.
- OTTE, K. S., HUSTED, H., ORSNES, T. & KEHLET, H. 2011. Bilateral simultaneous total hip arthroplasty in a fast track setting. *Hip Int*, 21, 336-9.
- PARVIZI, J., TARITY, T. D., SHEIKH, E., SHARKEY, P. F., HOZACK, W. J. & ROTHMAN, R. H. 2006. Bilateral total hip arthroplasty: one-stage versus two-stage procedures. *Clin Orthop Relat Res*, 453, 137-41.
- PATON, F., CHAMBERS, D., WILSON, P., EASTWOOD, A., CRAIG, D., FOX, D., JAYNE, D. & MCGINNES, E. 2014. Effectiveness and implementation of enhanced recovery after surgery programmes: a rapid evidence synthesis. *BMJ Open*, 4, e005015.
- PEREIRA, D., RAMOS, E. & BRANCO, J. 2015. Osteoarthritis. *Acta Med Port*, 28, 99-106.
- PETIS, S., HOWARD, J. L., LANTING, B. L. & VASARHELYI, E. M. 2015. Surgical approach in primary total hip arthroplasty: anatomy, technique and clinical outcomes. *Can J Surg*, 58, 128-39.
- PFEIL, J., HOHLE, P. & REHBEIN, P. 2011. Bilateral endoprosthetic total hip or knee arthroplasty. *Dtsch Arztebl Int*, 108, 463-8.
- PILZ, V., HANSTEIN, T. & SKRIPITZ, R. 2018. Projections of primary hip arthroplasty in Germany until 2040. *Acta Orthop*, 89, 308-313.
- PIUZZI, N. S., SLULLITEL, P. A., BERTONA, A., ONATIVIA, J. I., ALBERGO, I., ZANOTTI, G., BUTTARO, M. A., PICCALUGA, F. & COMBA, F. M. 2016. Hip arthroscopy in osteoarthritis: a systematic review of the literature. *Hip Int*, 26, 8-14.
- PIVEC, R., JOHNSON, A. J., MEARS, S. C. & MONT, M. A. 2012. Hip arthroplasty. *Lancet*, 380, 1768-77.
- RASOULI, M. R., MALTENFORT, M. G., ROSS, D., HOZACK, W. J., MEMTSOUDIS, S. G. & PARVIZI, J. 2014. Perioperative morbidity and mortality following bilateral total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 29, 142-8.
- REUBEN, J. D., MEYERS, S. J., COX, D. D., ELLIOTT, M., WATSON, M. & SHIM, S. D. 1998. Cost comparison between bilateral simultaneous, staged, and unilateral total joint arthroplasty. *J Arthroplasty*, 13, 172-9.
- ROTHBAUER, F., ZERWES, U., BLESS, H. H. & KIP, M. 2018. Prevalence of Hip and Knee Arthroplasty. In: BLESS, H. H. & KIP, M. (eds.) *White Paper on Joint Replacement: Status of Hip and Knee Arthroplasty Care in Germany*. Berlin (Germany).
- ROULIN, D., NAJJAR, P. & DEMARTINES, N. 2017. Enhanced Recovery After Surgery Implementation: From Planning to Success. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 27, 876-879.
- SACITHARAN, P. K. 2019. Ageing and Osteoarthritis. *Subcell Biochem*, 91, 123-159.
- SAITO, S., TOKUHASHI, Y., ISHII, T., MORI, S., HOSAKA, K. & TANIGUCHI, S. 2010. One- versus two-stage bilateral total hip arthroplasty. *Orthopedics*, 33.
- SCHWENK, W. 2021. [Enhanced recovery after surgery-Does the ERAS concept keep its promises]. *Chirurg*, 92, 405-420.
- SEEBER, G. H., WIJNEN, A., LAZOVIC, D., BULSTRA, S. K., DIETZ, G., VAN LINGEN, C. P. & STEVENS, M. 2017. Effectiveness of rehabilitation after a total hip arthroplasty: a protocol for an observational study for the comparison of usual care in the Netherlands versus Germany. *BMJ Open*, 7, e016020.
- SEHATZADEH, S., KAULBACK, K. & LEVIN, L. 2012. Metal-on-metal hip resurfacing arthroplasty: an analysis of safety and revision rates. *Ont Health Technol Assess Ser*, 12, 1-63.

- SELTEN, E. M. H., VRIEZEKOLK, J. E., NIJHOF, M. W., SCHERS, H. J., VAN DER MEULEN-DILLING, R. G., VAN DER LAAN, W. H., GEENEN, R. & VAN DEN ENDE, C. H. M. 2017. Barriers Impeding the Use of Non-pharmacological, Non-surgical Care in Hip and Knee Osteoarthritis: The Views of General Practitioners, Physical Therapists, and Medical Specialists. *J Clin Rheumatol*, 23, 405-410.
- SHANE ANDERSON, A. & LOESER, R. F. 2010. Why is osteoarthritis an age-related disease? *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 24, 15-26.
- SHAO, H., CHEN, C. L., MALTENFORT, M. G., RESTREPO, C., ROTHMAN, R. H. & CHEN, A. F. 2017. Bilateral Total Hip Arthroplasty: 1-Stage or 2-Stage? A Meta-Analysis. *J Arthroplasty*, 32, 689-695.
- SHELTON, L. R. 2013. A closer look at osteoarthritis. *Nurse Pract*, 38, 30-6; quiz 36-7.
- SKOU, S. T. & ROOS, E. M. 2019. Physical therapy for patients with knee and hip osteoarthritis: supervised, active treatment is current best practice. *Clin Exp Rheumatol*, 37 Suppl 120, 112-117.
- SMITH, T. W., JR., WANG, X., SINGER, M. A., GODELLAS, C. V. & VAINCE, F. T. 2020. Enhanced recovery after surgery: A clinical review of implementation across multiple surgical subspecialties. *Am J Surg*, 219, 530-534.
- SOFFIN, E. M., GIBBONS, M. M., KO, C. Y., KATES, S. L., WICK, E. C., CANNESON, M., SCOTT, M. J. & WU, C. L. 2019. Evidence Review Conducted for the Agency for Healthcare Research and Quality Safety Program for Improving Surgical Care and Recovery: Focus on Anesthesiology for Total Hip Arthroplasty. *Anesth Analg*, 128, 454-465.
- STAMBOUGH, J. B., NUNLEY, R. M., CURRY, M. C., STEGER-MAY, K. & CLOHISY, J. C. 2015. Rapid recovery protocols for primary total hip arthroplasty can safely reduce length of stay without increasing readmissions. *J Arthroplasty*, 30, 521-6.
- STASTNY, E., TRC, T. & PHILIPPOU, T. [Rehabilitation after total knee and hip arthroplasty]. *Cas Lek Cesk*, 155, 427-432.
- STOWERS, M. D., MANUOPANGAI, L., HILL, A. G., GRAY, J. R., COLEMAN, B. & MUNRO, J. T. 2016. Enhanced Recovery After Surgery in elective hip and knee arthroplasty reduces length of hospital stay. *ANZ J Surg*, 86, 475-9.
- SULSKY, S. I., CARLTON, L., BOCHMANN, F., ELLEGAST, R., GLITSCH, U., HARTMANN, B., PALLAPIES, D., SEIDEL, D. & SUN, Y. 2012. Epidemiological evidence for work load as a risk factor for osteoarthritis of the hip: a systematic review. *PLoS One*, 7, e31521.
- TAHERIAZAM, A., MOHSENI, G., ESMAILIEJAH, A. A., SAFDARI, F. & ABRISHAMKARZADEH, H. 2019. Bilateral total hip arthroplasty: one-stage versus two-stage procedure. *Hip Int*, 29, 141-146.
- TAHERIAZAM, A. & SAEIDINIA, A. 2018. Short-term outcomes of one-stage bilateral total hip arthroplasty in young patients (< 30 years old). *Orthop Rev (Pavia)*, 10, 7542.
- TROJANI, C., D'OLLONNE, T., SARAGAGLIA, D., VIELPEAU, C., CARLES, M., PRUDHON, J. L., FRENCH SOCIETY FOR, H. & KNEE 2012. One-stage bilateral total hip arthroplasty: functional outcomes and complications in 112 patients. *Orthop Traumatol Surg Res*, 98, S120-3.
- TSIRIDIS, E., PAVLOU, G., CHARITY, J., TSIRIDIS, E., GIE, G. & WEST, R. 2008. The safety and efficacy of bilateral simultaneous total hip replacement: an analysis of 2063 cases. *J Bone Joint Surg Br*, 90, 1005-12.
- UMPIERRES, C. S., RIBEIRO, T. A., MARCHISIO, A. E., GALVAO, L., BORGES, I. N., MACEDO, C. A. & GALIA, C. R. 2014. Rehabilitation following total hip

- arthroplasty evaluation over short follow-up time: randomized clinical trial. *J Rehabil Res Dev*, 51, 1567-78.
- VANBIERVIET, J., DOBRANSKY, J., POITRAS, S. & BEAULE, P. E. 2020. Safety of Single-Stage Bilateral Versus Unilateral Anterior Total Hip Arthroplasty: A Propensity-Matched Cohort Study. *J Bone Joint Surg Am*, 102, 107-113.
- VERGARA, I., BILBAO, A., GONZALEZ, N., ESCOBAR, A. & QUINTANA, J. M. 2011. Factors and consequences of waiting times for total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 469, 1413-20.
- VILLATTE, G., MATHONNET, M., VILLEMENOT, J., SAVARY, M., THEISSEN, A., OSTERMANN, S., ERIVAN, R., RAYNAUD-SIMON, A. & SLIM, K. 2019. Interest of enhanced recovery programs in the elderly during total hip arthroplasty A systematic review. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil*, 17, 234-242.
- WEBER, M. A., MERLE, C., REHNITZ, C. & GOTTERBARM, T. 2016. Modern Radiological Imaging of Osteoarthritis of The Hip Joint With Consideration of Predisposing Conditions. *Rofo*, 188, 635-51.
- WELLSANDT, E. & GOLIGHTLY, Y. 2018. Exercise in the management of knee and hip osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol*, 30, 151-159.
- WELTERS, H., JANSEN, I., SIMON, J. P. & DEVOS, J. 2002. One-stage bilateral total hip replacement: a retrospective study of 70 patients. *Acta Orthop Belg*, 68, 235-41.
- YANIK, J. M., BEDARD, N. A., HANLEY, J. M., OTERO, J. E., CALLAGHAN, J. J. & MARSH, J. L. 2018. Rapid Recovery Total Joint Arthroplasty is Safe, Efficient, and Cost-Effective in the Veterans Administration Setting. *J Arthroplasty*, 33, 3138-3142.
- YOSHII, T., JINNO, T., MORITA, S., KOGA, D., MATSUBARA, M., OKAWA, A. & SHINOMIYA, K. 2009. Postoperative hip motion and functional recovery after simultaneous bilateral total hip arthroplasty for bilateral osteoarthritis. *J Orthop Sci*, 14, 161-6.
- ZHANG, W., DOHERTY, M., ARDEN, N., BANNWARTH, B., BIJLSMA, J., GUNTHER, K. P., HAUSELMANN, H. J., HERRERO-BEAUMONT, G., JORDAN, K., KAKLAMANIS, P., LEEB, B., LEQUESNE, M., LOHMANDER, S., MAZIERES, B., MARTIN-MOLA, E., PAVELKA, K., PENDLETON, A., PUNZI, L., SWOBODA, B., VARATOJO, R., VERBRUGGEN, G., ZIMMERMANN-GORSKA, I., DOUGADOS, M. & THERAPEUTICS, E. S. C. F. I. C. S. I. 2005. EULAR evidence based recommendations for the management of hip osteoarthritis: report of a task force of the EULAR Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutics (ESCISIT). *Ann Rheum Dis*, 64, 669-81.
- ZHU, S., QIAN, W., JIANG, C., YE, C. & CHEN, X. 2017. Enhanced recovery after surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J*, 93, 736-742.

8 Anhang

9 Danksagung

Ich danke Herrn ... für die Überlassung des Dissertationsthemas und die Möglichkeit, am Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie der Universitätsmedizin Mainz promovieren zu dürfen.

Ein großer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn ..., der mich über das Promotionsverfahren hinweg stets tatkräftig unterstützt und kompetent beraten hat. Herrn ... danke ich für die Betreuung zu Beginn des Promotionsprozesses.

Bei Herrn ... vom Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik möchte ich mich für seine Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Arbeit bedanken.

Des Weiteren bedanke ich mich bei allen Mitarbeitern des Zentrums für Orthopädie und Unfallchirurgie der Mainzer Universitätsmedizin für die Möglichkeit der Datenerhebung in den Räumen des Zentrums und die organisatorische Unterstützung während des gesamten Promotionsverfahrens.

Schließlich möchte ich meiner Familie und allen Freunden und Bekannten, die mich bei meiner Dissertation unterstützt haben, meinen Dank aussprechen.

10 Tabellarischer Lebenslauf

■ Persönliche Daten

Name: Kyrillos Bekheit
Geburtsdaten: 09.12.1995 / Bad Hersfeld
Staatsbürgerschaft: deutsch
Religionszugehörigkeit: koptisch-orthodox
Familienstand: ledig



■ Schulbildung

2002 - 2006 Brüder-Grimm-Grundschule / Bebra
2006 - 2014 Philipp-Melanchthon-Gymnasium / Gerstungen
Abschluss: Abitur 2014

■ Studium

Wintersemester 2014/15 Studium der Humanmedizin Johannes-Gutenberg-Universität / Mainz
März 2017 Erfolgreiches Bestehen des Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung (Physikum)
April 2020 Erfolgreiches Bestehen des Zweiten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung
05. - 09.2020 Chirurgisches Tertial des praktischen Jahres Helios Dr. Horst Schmidt Kliniken Wiesbaden (Neuro-, Gefäß-, Allgemein-, Unfallchirurgie)
09. - 12.2020 Wahltertial Urologie des praktischen Jahres Klinikum Bad Hersfeld
12.2020 - 04.2021 Internistisches Tertial des praktischen Jahres Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier
02.2021 Hospitation Urologie und Kinderurologie Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier
Mai 2021 Erfolgreiches Bestehen des Dritten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung

■ Berufliche Tätigkeit

08.2021 – 08.2023 Assistenzarzt Klinik für Allgemein- Visceral- und Unfallchirurgie Kreiskrankenhaus Rotenburg a. d. Fulda

■ Sprachkenntnisse

Deutsch Muttersprache
Englisch gute Kenntnisse in Wort und Schrift
Arabisch gute Kenntnisse in Wort und Schrift