

Aus der Orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. Maximilian Rudert

**Einfluss der Mobilisierung am Operationstag nach Implantation einer
primären Hüfttotalendoprothese**

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Jan Oberfeld

aus Bochum

Würzburg, Januar 2022

Referent: Prof. Dr. med. Maximilian Rudert

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. med. Fabian Gilbert

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 20.07.2022

Der Promovend ist Arzt.

Meiner Familie gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2	Anatomie des Hüftgelenkes.....	4
1.2.1	Os femoris und Femurkopf.....	4
1.2.2	Acetabulum coxae – die Pfanne des Hüftgelenkes.....	5
1.2.3	Gelenkkapsel und Bandapparat	6
1.2.4	Die Muskulatur des Hüftgelenkes	7
1.2.5	Mechanik des Hüftgelenkes.....	7
1.3	Indikationen zum Hüftgelenkersatz.....	8
1.3.1	Hüftendoprothetik in Deutschland.....	8
1.3.2	Geschichte der Hüftendoprothetik.....	9
1.3.3	Aktueller Stand der Endoprothetik.....	10
1.3.4	Material der Prothesen.....	10
1.4	Koxarthrose	11
1.4.1	Terminologie	11
1.4.2	Ätiologie	11
1.4.3	Pathogenese	12
1.4.4	Klinik.....	13
1.4.5	Prävention.....	14
1.4.6	Diagnostische Maßnahmen.....	15
1.4.7	Therapie.....	17
1.5	Der minimal-invasive anteriore Zugang im Vergleich zu anderen Zugängen	20
1.5.1	Operative Zugangswege zum Hüftgelenk	20
1.6	Operation und perioperatives Management.....	22
1.6.1	Operationsplanung.....	22
1.6.2	Anatomische Anmerkungen	23
1.6.3	Operationsdurchführung.....	24
1.6.4	Tranexamsäure.....	25
1.6.5	Fast-track-Rehabilitation und Patient Blood Management	26

1.7	Hypothesen	28
1.7.1	Primärhypothese	28
1.7.2	Sekundärhypothese	28
2	Material und Methoden	28
2.1	Studiendesign.....	28
2.2	Ethikvotum	28
2.3	Deutsches Register für Klinische Studien	29
2.4	Ein- und Ausschlusskriterien.....	29
2.5	Anzahl und Auswahl der Patient/-innen.....	29
2.6	Randomisierung.....	30
2.7	Intervention.....	30
2.8	Nachbeobachtung	31
2.9	Zielparameter der Primärhypothese.....	31
2.10	Zielparameter der Sekundärhypothese	31
2.11	Statistische Auswertung	35
3	Ergebnisse.....	36
3.1	Screening und Patienteneinschluss.....	36
3.2	Präoperative Charakteristika.....	37
3.3	Intraoperative Charakteristika	42
3.4	Postoperative Charakteristika	45
3.4.1	Charakteristika zur Untersuchung der Primärhypothese	45
3.4.2	Charakteristika zur Untersuchung der Sekundärhypothese.....	45
3.5	Lineares und logistisches Regressionsmodell	49
3.6	Bildung von Untergruppen	51
4	Diskussion.....	54
4.1	Limitationen.....	54

4.2	Diskussion der Ergebnisse.....	57
5	Zusammenfassung	72
6	Literaturverzeichnis	75
I	Abkürzungsverzeichnis	84
II	Abbildungsverzeichnis	85
III	Tabellenverzeichnis.....	86
IV	WOMAC SCORE	87
V	Danksagung.....	90
VI	Eigene Veröffentlichung	90

1 Einleitung

„Divinum est sedare dolorem.“ Es ist göttlich, den Schmerz zu lindern.[1] Auch wenn diese von Galenos von Pergamon formulierte Erkenntnis aus dem zweiten Jahrhundert n. Chr. stammt, hat sie bis zum heutigen Tag keineswegs an Bedeutung verloren. Wie gerade die Covid-19 Pandemie zeigt, intensivieren nach wie vor zahlreiche Wissenschaftler/-innen und Mediziner/-innen weltweit ihre Bemühungen, Erkrankungen ihrer Patient/-innen frühzeitig zu erkennen und Behandlungsmöglichkeiten auf den Weg zu bringen, um beispielsweise Schmerzen zu beseitigen und die Lebensqualität ihrer Patient/-innen zu verbessern.

Die häufigste mit zum Teil ausgeprägten Schmerzzuständen und Funktionseinbußen einhergehende Erkrankung im Bereich des Hüftgelenkes ist derzeit die Koxarthrose. Bei etwa 10 - 20 % der Bevölkerung Europas lassen sich röntgenologische Zeichen einer Hüftgelenksarthrose nachweisen, wobei davon circa ein Drittel über dadurch bedingte Beschwerden klagt.[2]

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Zur Behandlung einer Koxarthrose steht eine Reihe konservativer Therapieverfahren zur Verfügung. Operative Maßnahmen wie die Implantation einer Hüfttotalendoprothese sind dann indiziert, wenn sämtliche konservative Therapiemaßnahmen ausgeschöpft sind und es aufgrund von Schmerzen und Bewegungseinschränkungen im Bereich des erkrankten Hüftgelenkes zu einer erheblichen und dauerhaften Einschränkung der Lebensqualität gekommen ist. Die Implantation einer Hüfttotalendoprothese ist auf orthopädischem Fachgebiet das am häufigsten durchgeführte gelenkersetzende Operationsverfahren und wird als einer der erfolgreichsten operativen Eingriffe der letzten Jahrzehnte bezeichnet.[3]

Für die Patient/-innen stellt es grundsätzlich einen bedeutenden Einschnitt in ihrem Leben dar. Nach langer Leidenszeit mit therapieresistenten Beschwerden, Leistungseinbußen und dem Verlust an Lebensqualität ist es nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese oberstes Ziel, die Patient/-innen so schnell wie möglich in Alltag und Berufsleben zu integrieren, zumal die Behandlungskosten auch aufgrund der Besonderheiten des

Gesundheitswesens in Deutschland (DRG-System: Diagnosis related groups) immer wieder auf dem Prüfstand stehen.

Da minimal-invasive operative Verfahren gewebeschonend durchgeführt[4] und somit Heilungsprozess und Rehabilitation erheblich beschleunigt und dadurch Behandlungskosten reduziert werden können, hat diese Operationsmethode immer mehr an Bedeutung gewonnen. Im Hinblick auf die Hüfttotalendoprothetik bieten minimal-invasive Eingriffe folgende Vorteile:

- Schnellere Mobilisierung mit kürzeren Krankenhaus- und deutlich kürzeren Rehabilitationsaufenthalten.[5]
- Bessere kosmetische Ergebnisse mit kleineren Narben durch weichteil- und muskelschonendes Vorgehen.[6]
- Geringerer Blutverlust.[7]
- Verminderte postoperative Schmerzsymptomatik.[8,9]

In diesem Zusammenhang ist die postoperative Nachbehandlung ebenso wichtig ist wie ein exzellentes prä- und intraoperatives Management. Da sich die Dauer einer stationären Behandlung (LOS: length of stay, berechnet vom Aufnahmetag bis zum Entlassungstag, basierend auf der Anzahl der im Krankenhaus verbrachten Nächte) insbesondere postoperativ zunehmend verkürzt, ist in der unmittelbaren Phase nach der Operation die Mobilisierung der Patient/-innen von großer Bedeutung. Dadurch lässt sich ein erstklassiges Langzeitergebnis sichern.

Während im deutschsprachigen Raum aktuelle Leitlinien für die Mobilisierung nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese fehlen, lässt sich in der Literatur ein deutlicher Trend zu sog. Enhanced recovery programs finden. Dabei hat sich im englischen Sprachgebrauch die Abkürzung *ERAS* (Enhanced Recovery After Surgery) durchgesetzt, während sich im deutschsprachigen Raum der Begriff Fast-track-Rehabilitation etabliert hat[10]. Diese Programme werden in der Hüftendoprothetik häufig zur Anwendung gebracht, um die Mobilität der Patient/-innen unmittelbar nach der Operation zu verbessern und eine frühzeitige Entlassungsbereitschaft zu ermöglichen.[11] Unklar ist dabei, inwiefern die frühzeitige Mobilisierung selbst zum Behandlungserfolg beiträgt oder ob diese lediglich eine Folge der erfolgreichen Behandlung darstellt.

Zu diesem Themenkomplex existieren unterschiedliche Studien. Masaracchio et al. zeigten beispielsweise 2016 im Rahmen einer Metaanalyse (17 Studien mit 26.614 Patient/-innen), dass nach endoprothetischen Eingriffen im Bereich der Hüft- und Kniegelenke ein Beginn der Mobilisierung bereits am Operationstag ohne Anzeichen vermehrter Komplikationen einhergeht und mit einer kürzeren LOS und geringeren Gesamtkosten verbunden ist.[12]

Darüber hinaus veröffentlichten Okamoto et al. 2016 eine prospektive, randomisierte Studie zu elektiven Hüfttotalendoprothesen, die zeigt, dass eine am Operationstag beginnende Mobilisierung im Vergleich zu einem Mobilisierungsbeginn am ersten postoperativen Tag ein unabhängiger Faktor zur Verkürzung der Zeit bis zur Entlassungsbereitschaft (Readiness for discharge, RFD) ist.[13]

Zu beiden Studien ist jedoch Folgendes anzumerken. Die Metaanalyse Masaracchio's et al. weist zwar eine große Anzahl von Patient/-innen auf, die meisten der hier untersuchten Studien waren jedoch retrospektiv, sodass der Unterschied zwischen den Patientengruppen oft nicht nur aus dem Zeitpunkt der Mobilisierung bestand. Die von Okamoto et al. durchgeführte Studie - nach eigener Recherche offenbar die einzige, die den ausschließlichen Effekt einer am Operationstag beginnenden Mobilisierung untersuchte - ist durch eine größere Anzahl von Ausschlusskriterien gekennzeichnet. So beschränkte man im Rahmen dieser Arbeit das Kollektiv ausschließlich auf Patient/-innen mit einem Body-Maß-Index (BMI) ≤ 30 und einer ASA-Risikoklassifikation (ASA: American society of anesthesiologists) ≤ 2 . Darüber hinaus umfasste die Studie lediglich 126 Patient/-innen, von denen 40% nicht am Operationstag mobilisiert werden konnten. Zusätzlich musste die Teilnahme an dieser Studie beendet werden, wenn eine anhaltende regionale Nervenblockade vorlag und/oder erhebliche Schmerzen beschrieben wurden. Patient/-innen mit arterieller Hypertonie, einer instabilen Herzfrequenz oder andauerndem Blutverlust wurden ebenfalls ausgeschlossen.[13] Daher lagen nur unzureichende Daten vor, um den alleinigen Einfluss des Zeitpunktes der Mobilisierung in einem typischen Patientengut einschätzen zu können.

Im Rahmen dieser Dissertation führten wir eine **prospektive, randomisierte klinische Studie** mit dem Ziel durch, den Einfluss einer am Operationstag beginnenden

Mobilisierung (Frühmobilisierung) im Vergleich zu einem Mobilisierungsbeginn am ersten postoperativen Tag nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese zu untersuchen. Auch wenn die Frühmobilisierung mittlerweile weit verbreitet ist, werden häufig ältere, adipöse und schwer erkrankte Patient/-innen nach wie vor davon ausgeschlossen. Daher war es das Ziel dieser Arbeit, die Wirkung der Frühmobilisierung zusätzlich mit Fokus auf diese Patient/-innen zu untersuchen. Auf weitreichende Ausschlusskriterien, wie sie beispielsweise in der Studie von Okamoto et al. zu finden sind, wurde in dieser Dissertation verzichtet.

1.2 Anatomie des Hüftgelenkes

Um nun zu verstehen, welche Relevanz die postoperative Mobilisierung der Patient/-innen nach einem solchen Eingriff besitzt, sind differenzierte Kenntnisse über die anatomischen Strukturen des Hüftgelenkes und die im Hüftgelenk wirkenden Kräfte von enormer Bedeutung. In diesem Zusammenhang soll darüber hinaus zum besseren Verständnis kurz auf die Mechanik des Hüftgelenkes eingegangen werden. Das Hüftgelenk, die *Articulatio coxae*, stellt das zweitgrößte Gelenk des menschlichen Körpers dar und findet sich als gelenkige Verbindung zwischen Acetabulum (Hüftpfanne) und Femurkopf. Im Hinblick auf die Darstellung der für diese Dissertation relevanten anatomischen Strukturen sei auf die bekannten Standardwerke verwiesen.[14,15,16,17]

1.2.1 Os femoris und Femurkopf

Der Oberschenkelknochen, *Os femoris*, eines Erwachsenen bildet als längster Röhrenknochen die knöcherne Grundlage des Oberschenkels. Er gliedert sich von proximal nach distal in folgende Abschnitte: *Caput femoris* (Femurkopf), *Collum femoris* (Schenkelhals), *Corpus femoris* (Femurschaft/-diaphyse), *Condyli femoris* (Femurkondylen). Im Bereich vom Übergang *Collum* zu *Corpus femoris* befinden sich zwei kräftige Muskelansatzhöcker (Apophysen), lateral der *Trochanter major* und medial/dorsal der *Trochanter minor*. Der Femurkopf wird bis über seinen größten Durchmesser von der Gelenkpfanne umschlossen, so dass es sich hier um einen Subtyp einer Enarthrosis, ein so genanntes Nussgelenk, handelt. Dadurch erreicht das Hüftgelenk mit seinen drei Freiheitsgraden große Bewegungsfreiheit. Die großen Kontaktflächen ermöglichen es, die größten Massen des Körpers, das heißt Rumpf und untere Extremität,

gegeneinander zu bewegen. An seinem mittleren Umfang findet sich die sogenannte Hüftkopfgrube (Fovea capitis femoris). Sie stellt die Durchtrittsstelle für das Ligamentum capitis femoris dar.

1.2.2 Acetabulum coxae – die Pfanne des Hüftgelenkes

Das Acetabulum (Abb. 1) besteht aus Anteilen des Os pubis, des Os ilium sowie des Os ischii und weist in der Mitte eine y-förmige Fuge auf, in deren Bereich diese drei knöchernen Strukturen miteinander in Verbindung stehen.

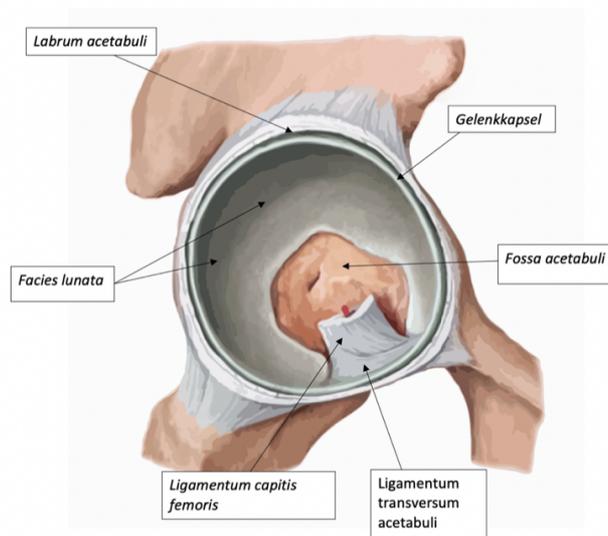


Abb. 1: Acetabulum des rechten Hüftgelenkes*

(*erstellt mit *Adobe Illustrator*)

Es wird aus der halbmondförmigen knorpelbedeckten Gelenkfläche, der Facies lunata, gebildet und nimmt etwa einen 3/4-Kreis um die im Zentrum gelegene, nicht von Knorpel bedeckte Gelenkgrube, Fossa acetabuli, ein.

Peripherwärts wird die überknorpelte Gelenkfläche durch das Labrum acetabuli vergrößert. Dieses Labrum ist zirkulär am knöchernen Pfannenrand (Limbus acetabuli) sowie am Lig. transversum acetabuli befestigt, liegt frei in der Gelenkhöhle und ist nicht von der Synovialmembran überzogen. Lateral/kranial befindet sich der sogenannte Pfannenerker, ein Teil des knöchernen und knorpeligen Pfannendaches.

1.2.3 Gelenkkapsel und Bandapparat

Die fibröse Hüftgelenkkapsel, Membrana fibrosa, entspringt proximal unterhalb des Labrum acetabuli im Bereich des Lig. transversum an der Pfanne und setzt am Femur, ventral im Bereich der Linea intertrochanterica und dorsal proximal der Crista intertrochanterica, an. Distal reicht sie weit nach lateral, sodass der größte Teil des Schenkelhalses in der Gelenkhöhle liegt. Der Gefäßverlauf im Bereich des Schenkelhalses wird in der folgenden Abbildung 2 dargestellt:

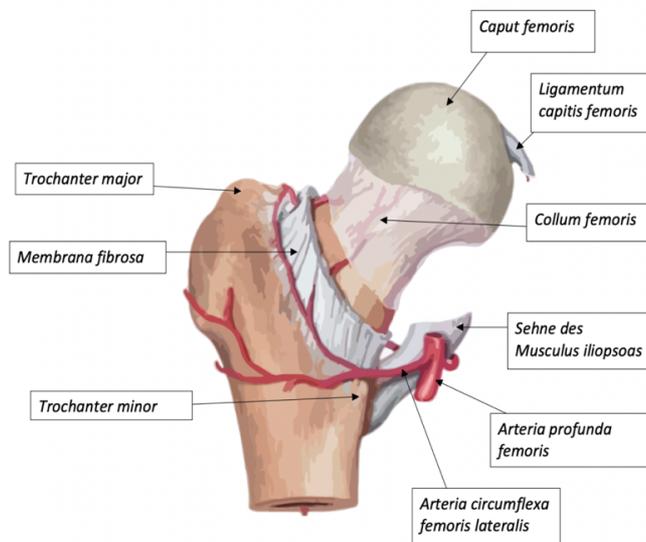


Abb. 2: Blutgefäßversorgung re. Schenkelhals*

(*erstellt mit *Adobe Illustrator*)

Grundsätzlich unterscheidet man ein intraartikuläres Band, das Lig. capitis femoris, vom übrigen Kapselbandapparat. Während das Lig. capitis femoris als Leitstruktur für Blutgefäße (die A. capitis femoris ist ein kleiner Ast der Rami acetabulares der A. obturatoria) von der Fossa acetabuli zum Femurkopf verläuft und keine relevante mechanische Funktion besitzt, findet sich extraartikulär ein kräftiger mechanisch relevanter Bandapparat, der von außen verstärkend in die Gelenkkapsel einstrahlt. Dazu gehört vor allem das Lig. iliofemorale. Dies ist für die Hemmung von Extension und Adduktion zuständig und als kräftigstes Band des menschlichen Körpers bekannt. Das Lig. pubofemorale hemmt die Abduktion, Extension und Außenrotation. Das Lig. ischiofemorale findet sich dorsal. Es ist für die Hemmung der Innenrotation und Extension zuständig.

1.2.4 Die Muskulatur des Hüftgelenkes

Die Muskulatur des Hüftgelenkes lässt sich nach topografischen Kriterien einteilen in Flexoren, Glutealmuskulatur, pelvitrochantere Muskeln, Adduktoren und Ischiocruralmuskulatur. Im Wesentlichen werden die Bewegungen im Bereich des Hüftgelenkes durch folgende Muskelgruppen realisiert:

Der M. iliopsoas fungiert als Hüftgelenksbeuger und Innenrotator, der Musculus gluteus maximus als Hüftgelenksstrecker und Außenrotator. Die Mm. glutei medius et minimus sind in erster Linie für die Abduktion des Hüftgelenkes zuständig.

Bei Insuffizienz oder Lähmung dieser so genannten kleinen Gluteen resultiert das positive Trendelenburg-Zeichen. Beim Gesunden wird das Becken durch die Mm. glutei medius et minimus der Standbeinseite stabilisiert. Durch Ausfall dieser Muskeln auf der Standbeinseite kippt das Becken beim Versuch, auf einem Bein zu stehen, zur kontralateralen Seite ab (Trendelenburg-Zeichen).

Um nun beim Gehen dieses Abkippen zu verhindern, wird der Rumpfschwerpunkt durch den M. quadratus lumborum auf die Standbeinseite (mit den ausgefallenen „kleinen Gluteen“) verlagert, dadurch resultiert das sog. Duchenne'sche Hinken.

1.2.5 Mechanik des Hüftgelenkes

Als Sonderform des Kugelgelenkes werden im Bereich des Hüftgelenkes drei Hauptachsen unterschieden. **Transversalachse (Querachse), Sagittalachse (Pfeilachse) und Longitudinalachse (Längsachse).**

Um die **Transversalachse** werden aus der Neutral-0-Stellung heraus Flexion und Extension durchgeführt. Während die Flexion aktiv bis 130 - 140° möglich ist, beträgt die Extension bis zur endgültigen Bandhemmung etwa 10 - 15°. Allerdings wird bei getrecktem Kniegelenk die Flexion im Hüftgelenk durch die Ischiocruralmuskulatur passiv gehemmt, wobei sich bei angewinkelter Kniegelenk der Bewegungsumfang vergrößert. Die Extension wiederum wird durch das Lig. iliofemorale aufgrund seines spiralförmigen Verlaufes gehemmt. Dadurch resultiert ein kräftesparender aufrechter Stand auf zwei Beinen.

In der **Sagittalachse** erfolgen Abduktion (Spreizung) und Adduktion (Schließung). Bei gleichzeitiger Extension im Bereich des Hüftgelenkes ist die Abduktion bis maximal 50° möglich, bei gleichzeitiger Flexion bis zu 80°, weil in der mittleren Beugstellung der Kapselapparat entspannt ist und somit eine weitere Abduktion ermöglicht wird.

Die dritte Bewegungsrichtung um die **Longitudinalachse** beschreibt eine Außenrotation bis 50° sowie eine Innenrotation bis zu 45°.

1.3 Indikationen zum Hüftgelenkersatz

Unter der Implantation einer Hüfttotalendoprothese versteht man den künstlichen Ersatz des Hüftgelenkes. Die arthrotisch veränderten Komponenten dieses Gelenkes werden chirurgisch reseziert und durch Fremdmaterialien ersetzt. Dieses operative Verfahren hat sich seit Jahren in der orthopädischen Chirurgie als Standardtherapie etabliert.

Um die Indikation für diesen anspruchsvollen Eingriff exakt zu stellen, sollten folgende Voraussetzungen erfüllt sein[3]:

- Die anamnestischen Angaben stimmen im Ergebnis mit den Befunden der körperlichen Untersuchung und den Röntgenbefunden überein.
- Es liegen fortgeschrittene arthrotische Veränderungen (Kellgren und Lawrence Grad III-IV) vor.
- Die Patient/-innen klagen über eine dauerhafte Einschränkung der Lebensqualität.
- Nach Durchführung konservativer Maßnahmen über einen Zeitraum von 5-6 Monaten ist eine Therapieresistenz gegeben.
- Eine zu erwartende Progredienz der arthrotischen Prozesse würde eine spätere operative Intervention erheblich erschweren.

1.3.1 Hüftendoprothetik in Deutschland

Nach Angaben des Statistischen Bundesamt (Destatis) wurden in deutschen Krankenhäusern im Jahr 2020 exakt 227.851 Endoprothesenimplantationen im Bereich des Hüftgelenkes gezählt[19], wobei davon auszugehen ist, dass die Anzahl dieser Eingriffe aufgrund exzellenter postoperativer Ergebnisse sowie der demografischen Entwicklung weiter zunehmen wird. So soll in Deutschland in den nächsten 20 Jahren die Anzahl der Menschen über 65 Jahren auf mindestens 22,7 Millionen steigen. Bereits von

1990 bis 2018 hat sich der Anteil der Bevölkerung jenseits des 65. Lebensjahres von 11,9 Millionen auf 17,9 Millionen erhöht.[20]

1.3.2 Geschichte der Hüftendoprothetik

In der Geschichte der Medizin stellt die Hüftendoprothetik ein hochinteressantes Kapitel dar, auch wenn die ersten klinischen Erfolge gering und die Komplikationsrate recht hoch waren. Klagten die Patient/-innen über Schmerzen im Bereich des Hüftgelenkes, waren Amputationen und Exartikulationen über Jahrhunderte die einzige Therapiemöglichkeit. Während im Verlauf des 19. Jahrhunderts erste Teilresektionen von Gelenken zur Schmerzlinderung durchgeführt wurden und durch die Entdeckung neuer Anästhesieverfahren in der Mitte des 19. Jahrhunderts auch komplexere Gelenkeingriffe möglich waren, hatte Themistocles Gluck, ein deutscher Chirurg, als Erster bereits 1890 ein künstliches Kniegelenk aus Elfenbein mit Hilfe von Kolophonium und Gips implantiert. Bis zum Jahr 1891 konnte er den Erfolg gelenkersetzender Operationen bei fünf Patient/-innen verfolgen, deren Hand-, Knie- und Ellenbogengelenke durch Tuberkulose stark geschädigt waren. Darüber hinaus beschäftigte sich Gluck mit unterschiedlichen Fixierungsmöglichkeiten von Endoprothesen im Knochen und experimentierte mit „Röhren aus Pergamentpapier, mit Korkplatten, gewalztem Filz und decalciniertem Rindsknochen als einzuschiebende elastische Zwischenschichten.“[21]

Nachdem Philip Wiles bereits 1938 die erste Hüftendoprothese entwickelt hatte, bei der die Pfanne im Acetabulum mit Schrauben und der Schaft im Schenkelhals mit einem Bolzen verankert wurden[22], beschäftigte sich der britische Orthopäde John Charnley seit 1958 in erster Linie mit der Entwicklung eines künstlichen Hüftgelenkes. Die erste Charnley-Endoprothese wurde bereits im Jahr 1962 in Wrightington implantiert, wobei eine zweiteilige Hüfttotalendoprothese aus rostfreiem Stahl zur Anwendung kam, die mit der dazugehörigen Kunststoffpfanne aus Polyethylen mit Polymethylmetacrylat (PMMA) am und im Knochen verankert wurde.[23]

Während die 1970er Jahre von auftretenden Problemen durch aseptische Frühlockerungen geprägt waren, richtete man Form und Gestalt der Implantate vermehrt auf die Anatomie des Femurs aus, sodass anatomische Endoprothesen entwickelt wurden.

Versuche mit neuen Materialien führten im weiteren Verlauf zu einer Wende in der Entwicklung von Hüfttotalendoprothesen, wobei in den 1980er Jahren vermehrt zementfreie Werkstoffe angeboten und somit die Phase einer zementfreien Endoprothesenfixation eingeläutet wurde. Anfang der 1990er Jahre traten mehr und mehr computergestützte Implantationstechniken in den Vordergrund, sodass 1992 erstmals eine Hüfttotalendoprothese mit Hilfe eines modifizierten Industrieroboters implantiert werden konnte. Dabei sorgte eine computergestützte Operationsplanung zwar für einen optimalen Prothesensitz, erhebliche Muskelläsionen und verlängerte OP-Zeiten waren jedoch gravierende Nachteile, sodass sich dieses Operationsverfahren nicht durchsetzen konnte.[24]

Seit der ersten Implantation einer Hüfttotalendoprothese im Jahr 1938 ging durch innovative Designs, verbesserte Herstellungstechniken und moderne Werkstoffe die Entwicklung weiter voran. Die zementfreie Implantation etablierte sich zunehmend als Alternative zur Fixation mit Zement. Aktuell gelten passgenaue Hüftendoprothesen aus dem 3-D-Drucker als mögliche Technologie der Zukunft, wobei in Bezug auf individualisierte Endoprothesen noch einiges an Forschungsarbeit zu leisten sein wird.[25]

1.3.3 Aktueller Stand der Endoprothetik

Das Angebot an künstlichen Gelenken ist derzeit breit gefächert. Angeboten werden zementierte, zementfreie und teilzementierte Totalendoprothesen, wobei zwischen Kurzschaftprothesen und konventionellen schaftbasierten Modellen unterschieden wird. Nach Angaben des schwedischen Endoprothesenregisters werden in Schweden derzeit 93% der primären Hüftendoprothesen zementfrei implantiert, in Deutschland sind es laut Sendtner et al. 65%, 12,6% der Prothesen waren Kurzschaftprothesen.[26]

1.3.4 Material der Prothesen

Grundsätzlich muss das Prothesenmaterial so beschaffen sein, dass es sich weder durch chemische noch durch biochemische Prozesse verändern lässt. Somit stehen an metallischen Materialien folgende Legierungen zur Verfügung:

- Kobalt-Nickel-Chrom-Molybdän-Legierungen
- Titan-Aluminium-Vanadium

- Titan-Aluminium-Eisen
- Titan-Niob-Legierungen.

Die Pfanne einer Hüfttotalendoprothese kann zementiert werden, oder es kommen zementfreie Pfannen zur Anwendung. Bei zementierten Pfannen hat sich der Werkstoff Polyethylen durchsetzen können. Dabei zeigt die Pfannenrückseite eine gezackte Oberfläche, sodass sich der Knochenzement gut integrieren lässt.

Bei zementfreien Pfannen ist weiter zwischen Schraubpfannen, Press-fit-Pfannen und Revisionspfannen zu unterscheiden. Sowohl Schraub-, Press-fit- als auch Revisionspfannen bestehen aus Reintitan und Titanlegierungen. Dabei sind die Oberflächen meist rau, damit die Pfannen besser in den Knochen einwachsen können.

In Bezug auf das Schaftmaterial ist zwischen zementierten und zementfreien Prothesen zu unterscheiden. Für zementierte Schäfte haben sich zwei Legierungen durchgesetzt, zum einen die Kobalt-Nickel-Chrom-Molybdän-Legierung, zum anderen hochwertiger Stahl, wobei die Eisen-Legierungen der Schäfte besonders gut geeignet sind, da sie gut mit dem Knochenzement agieren, selbst Mikrobewegungen entgegenwirken und sehr stabil sind. Bei zementfreien Schäften kommen Titan-Legierungen zur Anwendung. Sie verfügen zwar über eine sehr gute Gewebeverträglichkeit, sind jedoch als Gleitpartner an den Gelenkflächen ungeeignet, sodass bei den Titanprothesen Femurköpfe aus Aluminiumoxidkeramik oder Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen zur Anwendung kommen.[27]

1.4 Koxarthrose

1.4.1 Terminologie

Als Koxarthrose bezeichnet man eine Erkrankung des Hüftgelenkes, die durch degenerative Veränderungen des Gelenkknorpels, des subchondralen Knochens sowie der Kapsel- und Bandstrukturen gekennzeichnet ist.[27]

1.4.2 Ätiologie

Während im Bereich der arthrotisch veränderten Gelenke allgemein formuliert ein Missverhältnis zwischen mechanischer Belastung und Belastbarkeit des Knorpels besteht, existiert bei der Koxarthrose neben allgemeinen Vorerkrankungen wie Adipositas, Osteoporose und kardiovaskulären Erkrankungen eine Vielzahl möglicher Risikofaktoren.

Eine **primäre (idiopathische) Koxarthrose** liegt vor, wenn solche Risikofaktoren nicht oder nicht eindeutig nachzuweisen sind.

Bei **sekundären Koxarthrosen** hingegen sind ein oder mehrere Risikofaktoren vorhanden, die ätiologisch von Bedeutung sein können.[28]

Dazu gehören unter anderem angeborene oder erworbene Gelenkschäden wie zum Beispiel eine Hüftgelenksdysplasie und Fehlstellungen im Bereich des Hüftgelenkes (Coxa valga, Coxa vara). Ebenfalls können endokrine Erkrankungen (z.B. Diabetes mellitus), posttraumatische Störungen (z.B. nach Gelenkfrakturen), metabolische Störungen (z.B. Hämochromatose, Hyperurikämie) oder andere Ursachen (z.B. Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, Durchblutungsstörungen gelenknaher Strukturen) für die Entstehung einer Koxarthrose verantwortlich sein.[29] Darüber hinaus können der Morbus Perthes, die idiopathische Femurkopfnekrose und die Epiphysiolysis capitis femoris zu einer sekundären Koxarthrose führen.[30]

Tabelle 1: Ursachen sekundärer Arthrosen:[28]

Angeborene Formstörungen	Fehlbildungen z.B. Hüftdysplasie Fehlstellungen z.B. Varus / Valgus.
Erworbene Formstörungen:	M. Perthes, Epiphyseolysis capitis femoris, Idiopathische Femurkopfnekrose.
Endokrinologische Erkrankungen:	Hyperurikämie, Hyperparathyreoidismus Akromegalie, Diabetes mellitus.
Metabolische Erkrankungen:	Hämochromatose, Hypercholesterinämie Rachitis.
Weitere Ursachen:	Posttraumatische Störungen, bakterielle Arthritiden, Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, Durchblutungsstörungen gelenknaher Strukturen.

1.4.3 Pathogenese

Wie bereits erwähnt geht eine Koxarthrose grundsätzlich mit einer Degeneration des Knorpelgewebes einher, wobei pathogenetisch bei der Entstehung eines Knorpelschadens in erster Linie biologisch und mechanisch bedingte Faktoren zu unterscheiden sind.

Biologisch bedingte Störungen können durch Ernährungsstörungen des Knorpelgewebes hervorgerufen werden, oder sie sind Folge enzymatischer Destruktionen.[28]

Primär mechanisch bedingte Störungen können Folgen von Traumen sein, aus akuten und chronischen Überlastungssituationen des Gewebes durch angeborene oder erworbene Deformitäten resultieren, oder sie entstehen durch Immobilisation der Gelenke in Zwangshaltungen.[28]

Während nun überwiegend mechanische und biologische Ursachen den arthrotischen Degenerationsprozess bestimmen, kommt es im weiteren Verlauf durch fortschreitende Schädigung des Gelenkknorpels zu einer röntgenologisch sichtbaren Verschmälerung des Gelenkspaltes, sodass nachfolgend eine reaktive Verdichtung im Bereich der knöchernen Strukturen resultiert, die als subchondrale Sklerosierung bezeichnet wird.

Da der durch diese degenerativen Prozesse erhöhte intraartikuläre Druck vermehrt Synovialflüssigkeit in die Spongiosabälkchen presst, können im weiteren Verlauf sog. Geröllzysten entstehen, die zu einer subchondralen Knochennekrose führen können. Dieser Prozess ist durch eine enzymatisch bedingte Destruktion des Knorpelgewebes häufig mit der Bildung eines Gelenkergusses verbunden, man spricht dann von einer aktivierten Koxarthrose. Als reaktive Antwort auf diese Knorpelabbauprozesse entstehen durch eine deutliche Zunahme der subchondralen Sklerosierung wulstartige Knorpel- und Knochenwucherungen, die sog. Osteophyten, sodass im weiteren Verlauf zum Teil ausgeprägte Gelenkdeformierungen resultieren. Die das Gelenk umfassende Muskulatur reagiert mit einer Kontraktur und wird im weiteren Verlauf der Erkrankung atrophisch. Am Ende dieses Degenerationsprozesses können enzymatische und mechanisch bedingte Faktoren sowie die gestörte Ernährung des Knorpelgewebes zu einem Circulus vitiosus führen, sodass eine vollständige Zerstörung der Gelenkstrukturen resultieren kann.[28]

1.4.4 Klinik

Da der Gelenkknorpel keine Nervenendigungen besitzt, beginnen arthrotische Prozesse aufgrund der initial vorhandenen Beschwerdefreiheit oftmals unbemerkt.

Werden von den Patient/-innen im weiteren Verlauf der Erkrankung Schmerzen angegeben, ist für die Koxarthrose eine Schmerzlokalisierung in Bereich der Leiste

charakteristisch, wobei die Beschwerden in die Oberschenkelregion bis hin zum Kniegelenk ausstrahlen können. Dabei sind typische morgendliche Anlaufschmerzen von regelmäßig auftretenden Belastungsschmerzen, die mit nächtlichen Ruheschmerzen einhergehen können, zu unterscheiden. Eine nicht selten auftretende Morgensteifigkeit spricht für das Vorhandensein einer Koxarthrose, wenn sie insbesondere

- zwischen 30 und 60 Minuten andauert,
- die Patient/-innen älter als 50 Jahre sind und
- mit einer schmerzhaften Innenrotationseinschränkung des Hüftgelenkes einhergeht.

Im weiteren Verlauf der Erkrankung resultiert neben einer Reduzierung der Gehstrecke meist eine zunehmende schmerzhafte Bewegungseinschränkung im Bereich des Hüftgelenkes. Das Spätstadium dieser Erkrankung geht aufgrund der fortschreitenden Zerstörung des Gelenkes mit persistierenden Schmerzen und Funktionsverlusten einher. Erhebliche Einschränkungen der Lebensqualität können die Folge sein.[28,36]

1.4.5 Prävention

Die Prävention der Koxarthrose beginnt schon im Säuglingsalter. Bereits kurz nach der Geburt und im Rahmen der U3-Vorsorgeuntersuchung für Kinder (zwischen der 3. und 8. Lebenswoche) können mittels sonografischer Untersuchungen der Säuglingshüfte Hüftreifungsstörungen erkannt werden. Da bei frühzeitigem Einsatz sämtlicher konservativer Maßnahmen bei fast allen Kindern eine Ausheilung einer Hüftgelenksdysplasie möglich ist, sind laut Seidl et al. bei allen Neugeborenen unabhängig von anamnestischen und klinischen Befunden solche Untersuchungen durchzuführen.[31]

Sollte es bei den kleinen Patient/-innen nach Durchführung konservativer Maßnahmen zu keiner Normalisierung der biomechanischen Verhältnisse des Hüftgelenkes sowie zu keiner Ausheilung präarthrotischer Deformitäten (Hüftdysplasie, Coxa vara) kommen, stehen neben einer Pfannendachplastik unterschiedliche Osteotomieverfahren zur Verfügung. Zur Vermeidung sekundärer Koxarthrosen sind diese Operationen präventiv von großer Bedeutung. Je älter die Patient/-innen zum Zeitpunkt des operativen Eingriffes sind, desto schlechter sind die postoperativen Ergebnisse. Im Rahmen einer 10-14-

jährigen postoperativen Verlaufskontrolle konnte bei 73% rechtzeitig operierter Patient/-innen eine exzellente Funktion des operierten Hüftgelenkes dargestellt werden.[32]

Durch die sog. Imhäuser-Osteotomie fand sich bei mehr als der Hälfte der Patient/-innen nach 20 Jahren ein arthrosefreies Hüftgelenk.[30]

1.4.6 Diagnostische Maßnahmen

Mithilfe der anamnestischen Angaben sowie der klinischen und röntgenologischen Befunde ist es in den meisten Fällen möglich, eine Koxarthrose zu diagnostizieren. Dazu sind im Rahmen der allgemeinen Anamnese neben den persönlichen Daten der Patient/-innen zunächst eine Sozial- und Berufsanamnese sowie eine Familien- und Medikamentenanamnese zu erheben. Frühere Hüftgelenkserkrankungen, vorangegangene Operationen und sonstige relevante Vorerkrankungen sowie aktuelle Schmerzen und Bewegungseinschränkungen sind ebenfalls zu erfragen und zu dokumentieren. Abschließend sollten neben einem Alkohol- und Nikotinabusus auch berufliche und sportliche Belastungen erfasst werden.

Im Rahmen der **klinischen Untersuchung** sollte neben der Inspektion mit Überprüfung des Gangbildes auch die Durchblutung beurteilt und eine orientierende neurologische Untersuchung (Motorik und Sensibilität) erfolgen.

Zusätzlich sind neben den Hüftgelenken im Seitenvergleich auch die Befunde im Bereich der Lendenwirbelsäule zu erheben und das gleichseitige Kniegelenk zu untersuchen. Dabei sind auch Beckenstand, Beinlänge und die Beinachsen zu beurteilen. Darüber hinaus ist auf die Beugung und Streckung im Hüftgelenk zu achten. Abduktion, Innen- und Außenrotation können eingeschränkt sein. Sie sind im Rahmen der Neutral-Null-Methode zu dokumentieren. Charakteristisch ist hier das sogenannte Drehmannzeichen. Dabei ist eine 90°-Flexion im Hüftgelenk nur bei Abduktion und Außenrotation der betroffenen unteren Extremität möglich. Eine Innenrotation lässt sich im Spätstadium der Erkrankung im betroffenen Hüftgelenk nicht mehr durchführen.

Die im Verlauf der Erkrankung zunehmende Beschwerdesymptomatik geht mit einer progredienten Bewegungseinschränkung einher, sodass sich mehr und mehr

Gelenkkontrakturen entwickeln. Besonders betroffen sind dabei die Muskeln für die Flexion (*M. iliopsoas*) und Adduktion (*M. pectineus*, *M. adductor longus*, *M. adductor brevis*, *M. adductor magnus*, *M. adductor minimus*, *M. gracilis*). Durch diese Kontrakturen wird das Becken nach ventral gekippt, sodass eine vermehrte Lordose der Lendenwirbelsäule resultiert. Im weiteren Verlauf der Erkrankung kann sich durch vermehrten Anfall von Knorpelabriebprodukten der oben bereits erwähnte Gelenkerguss entwickeln, sodass sich die ventrale Gelenkkapsel in Folge einer reaktiven Synovialitis druckschmerzhaft darstellt.[28]

Liegt die Verdachtsdiagnose Koxarthrose vor, sollte im Rahmen der **Röntgendiagnostik** zur Diagnosesicherung und zur Beurteilung der arthrotischen Prozesse zunächst eine ap-Aufnahme im Bereich des betroffenen Hüftgelenkes durchgeführt werden. Konnte dadurch eine Koxarthrose bestätigt werden, ist zur weiteren Therapieplanung und zur Abklärung differentialdiagnostisch relevanter Erkrankungen in den meisten Kliniken eine Beckenübersichtsaufnahme mit Hilfe einer Referenzkugel Standard, da circa 60% aller Koxarthrosen bilateral auftreten.[28]

Zusätzlich erfolgt die Aufnahme nach Lauenstein in 45° Abduktion und 45° Flexion der Hüfte. Im Rahmen der klinischen Routine hat sich die Klassifikation röntgenologischer Schweregrade nach Kellgren und Lawrence als hilfreich und praktikabel erwiesen. In Abhängigkeit vom Stadium einer Koxarthrose kommen dabei folgende röntgenologische Schweregrade zur Darstellung:

Tabelle 2: Klassifikation röntgenologischer Schweregrade bei Koxarthrose nach Kellgren und Lawrence.[33, 34, 36]

Schweregrad	Röntgenologischer Befund
Grad 1	mögliche Gelenkspaltverschmälerung, mögliche Osteophytenbildung.
Grad 2	Sichere Gelenkspaltverschmälerung, beginnende subchondrale Sklerosierung, mögliche Osteophytenbildung.
Grad 3	Deutliche Gelenkspaltverschmälerung, zunehmende subchondrale Sklerosierung, geringe Osteophytenbildung.

Grad 4	Ausgeprägte Osteophytenbildung, Femurkopfdeformierung/-dezentrierung.	Gelenkspaltverschmälerung, Geröllzysten,	große ausgeprägte
--------	---	---	----------------------

Weitere bildgebende Verfahren wie Sonografie, Computer- und Magnetresonanztomografie oder Skelettszintigrafie kommen in der Regel dann zum Einsatz, wenn Anamnese sowie klinische und radiologische Untersuchungen zu keinem eindeutigen Ergebnis geführt haben oder eine Beschwerdebesserung trotz durchgeführter Standardtherapie ausbleibt. Die Frage der Relevanz laborchemischer Parameter bei Patient/-innen mit nachgewiesener Koxarthrose ist endgültig noch nicht beantwortet, zumal dazu bisher weder prospektive noch Querschnitts-Studien existieren.[36]

1.4.7 Therapie

Zur Behandlung einer Koxarthrose stehen nicht-medikamentöse und medikamentöse Therapieverfahren zur Verfügung, wobei das Ziel der Behandlung neben der Schmerzreduktion die möglichst langfristige Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Gelenkes ist. Dazu steht eine ganze Reihe von Maßnahmen zur Verfügung.

1.4.7.1 Nicht-medikamentöse Therapie

Vor der Durchführung therapeutischer Maßnahmen stehen Aufklärung, Beratung und Schulung der Patient/-innen v.a. hinsichtlich des Krankheitsverlaufes und der eigenverantwortlichen Mitarbeit im Vordergrund.

Im Rahmen nicht-medikamentöser Therapieverfahren kommen physiotherapeutische Maßnahmen, physikalische Therapie und orthopädische Hilfsmittel zur Anwendung. Entlastende Gehhilfen beispielsweise, bei einseitiger Anwendung auf der kontralateralen Seite getragen, können die Belastung im Bereich des Hüftgelenkes reduzieren und erste Linderung erzielen. Darüber hinaus können Pufferabsätze, die beim Fersenauftritt als Stoßdämpfer wirken, zum Einsatz kommen. Auch das selbstständige Üben auf einem Heimtrainer bzw. einem Fahrradergometer oder hydrotherapeutische Maßnahmen im Bewegungsbad können zur Verbesserung von Gelenktrophik und Beweglichkeit v. a. im Bereich des betroffenen Hüftgelenkes beitragen. Als alternative Behandlungsform kann

zusätzlich die klassische chinesische Akupunktur zu einer Verbesserung von Gelenkfunktion und Lebensqualität beitragen.[35,36]

1.4.7.2 *Medikamentöse Therapie*

Im Rahmen der medikamentösen Therapie der Koxarthrose wurde in den vergangenen Jahren bei leichten bis mittelschweren Fällen zunächst Paracetamol empfohlen. Dabei handelt es sich um ein frei verkäufliches nichtopioides Analgetikum, das lange Zeit aufgrund geringer Nebenwirkungen auch im Rahmen einer Langzeitmedikation eingesetzt wurde. Da im Rahmen einiger Studien selbst bei hohen täglichen Dosen keine klinisch relevante Wirkung nachgewiesen werden konnte, empfiehlt die S2k - Leitlinie Koxarthrose in der Version vom 08.07.2019 den Einsatz von Paracetamol nicht mehr.[36]

Bei ausbleibender Schmerzreduktion durch andere Therapiemaßnahmen können aufgrund ihrer guten analgetischen und antiphlogistischen Wirkung nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR) und Coxibe zur Anwendung kommen. Der Einsatz der klassischen NSAR - wie z. B. Ibuprofen oder Diclofenac - erfolgt in erster Linie zur Behandlung eines entzündungsbedingten Arthroseschmerzes. Diese Präparate eignen sich jedoch aufgrund eines ausgeprägten Nebenwirkungsprofils nicht für die Langzeittherapie. Während sich die NSAR grundsätzlich in Bezug auf ihre gastrointestinalen, kardiovaskulären und renalen Wirkungen unterscheiden, stehen bei den o. g. Präparaten gastrointestinale Beschwerden im Vordergrund, sodass eine auf die Schmerzphasen beschränkte Kurzzeittherapie (im Normalfall bis zu 2 Wochen) anzustreben ist. Bei Patient/-innen mit hohem gastrointestinalem Risiko ist die Kombination mit Magenschutzpräparaten (Protonenpumpeninhibitoren) zu empfehlen.

Aufgrund ihrer antiphlogistischen Wirkung können Coxibe eingesetzt werden. Sie zeichnen sich durch geringere gastrointestinale Nebenwirkungen aus, haben jedoch ein höheres kardiovaskuläres Risiko, sodass auch hier die Einzeldosis möglichst niedrig gewählt werden sollte.

Das Analgetikum Metamizol ist verschreibungspflichtig und aufgrund der fehlenden antiphlogistischen Wirkung zur Behandlung der Koxarthrose wenig geeignet. Seine Indikation ist aufgrund möglicher lebensbedrohlicher Komplikationen nur in

Ausnahmefällen - bei Kontraindikationen oder einer Unverträglichkeit auf NSAR und/oder Coxibe - auf akute und chronische Schmerzen beschränkt, sodass dieses Medikament nur kurzzeitig zum Einsatz kommen sollte.[36]

Wenn andere Therapieverfahren zur Behandlung der Koxarthrose nicht zur Anwendung kommen können, besteht die Möglichkeit, kurzfristig auch Opioide einzusetzen. Dabei sollten zunächst Präparate der WHO-Stufe 2 wie z. B. Tramadol eingesetzt werden, wobei aufgrund zentralnervöser Wirkungen wie Müdigkeit und Gleichgewichtsstörungen der Einsatz dieser Medikamente limitiert ist. Zudem ergab laut Steinmeyer et al. ein 2014 veröffentlichter Cochrane-Review, dass andere Nicht-Tramadol-Opioide zur Therapie einer Arthrose nur „eine geringe, klinisch wenig relevante analgetische Wirkung entfalten.“[36] Darüber hinaus sind Obstipation, Übelkeit und Erbrechen häufige Nebenwirkungen und bedürfen adäquater Therapiemaßnahmen.

Des Weiteren können Präparate aus der SADOA-Gruppe (Slow Acting Drugs in Osteoarthritis) zum Einsatz kommen. Dazu gehören Chondroitin und das D-Glucosaminsulfat. Da diese Präparate einen langfristigen therapeutischen Effekt haben sollen, kann eine differenzierte Anwendung von Glucosamin ebenfalls hilfreich sein.[36]

1.4.7.3 Intraartikuläre Injektionen

Im Frühstadium einer Koxarthrose kann eine unter sterilen Kautelen durchgeführte intraartikuläre Injektion mit Hyaluronsäure ebenfalls zur Schmerzreduktion beitragen. Selbstverständlich muss dabei der invasive Charakter einer solchen Injektion stets berücksichtigt werden. Leider existieren nur wenige Studien, zudem mit geringer Patient/-innenzahl, die die intraartikuläre Injektion von Hyaluronsäure im Bereich des Hüftgelenkes untersuchen.[36]

Bei aktivierten Koxarthrosen können intraartikuläre Kortisoninjektionen eingesetzt werden. Dabei wird zunächst der intraartikuläre Erguss punktiert und im Anschluss daran eine Glucocorticoid-Kristall-Suspension injiziert. Dabei muss jedoch stets die Gefahr von Femurkopfnekrosen berücksichtigt werden. Im Verlaufe eines Jahres sollten daher intraartikuläre Injektionen von Kortikosteroiden in einer möglichst geringen, aber therapeutisch effektiven Dosierung eingesetzt werden.

Sollten sich die Beschwerden im Anschluss an die konservativen Therapieverfahren als therapieresistent erweisen und ein röntgenologischer Nachweis fortgeschrittener arthrotischer Veränderungen (Grad III–IV nach Kellgren und Lawrence) vorliegen, ist wie erwähnt die Indikation zum endoprothetischen Gelenkersatz zu prüfen.

1.5 Der minimal-invasive anteriore Zugang im Vergleich zu anderen Zugängen

Zu den drei häufigsten Zugangswegen der Hüftendoprothetik gehören der direkte anteriore, der antero-laterale sowie der posteriore Zugang. Unterschiedliche Zugänge sind in den letzten Jahren im Rahmen der Implantation einer Hüfttotalendoprothese häufig verglichen worden. So hat eine Studie von Barret et al. 2013 nachweisen können, dass beim anterioren Zugang im Vergleich zum posterioren eine geringere Dislokationsrate resultiert. Darüber hinaus ist der anteriore Zugang mit einer kürzeren Rehabilitationsphase verbunden, wobei die Patient/-innen über geringere Schmerzen klagen und weniger Wundinfektionen nachzuweisen sind.[37,38]

Auch von Rottkay et al. haben zu diesem Thema Studien veröffentlicht. Eine Arbeit aus dem Jahr 2017 konnte aufzeigen, dass Patient/-innen mit anteriorem Zugang ein Jahr nach Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese eine im Vergleich zur Normalbevölkerung nahezu identische Funktionsfähigkeit des operierten Hüftgelenkes aufwiesen[39], eine Studie von Reichert et al. aus 2018 zeigte einen signifikanten Unterschied in der postoperativen Aktivität zu Gunsten der Patient/-innen, bei denen der anteriore Zugang zur Anwendung kam.

Zusammenfassend besitzt der minimal-invasive anteriore Zugang das Potential eines Standardverfahrens, wobei postoperativ ein guter Allgemeinzustand, ein hohes Aktivitätsniveau sowie eine schnelle Mobilisation bei niedrigen Komplikationsraten im Vordergrund stehen.[40]

1.5.1 Operative Zugangswege zum Hüftgelenk

Die Anzahl der operativen Zugangswege zum Hüftgelenk geht über die o. g. hinaus. Die Unterschiede der einzelnen Zugänge resultieren aus der Fähigkeit, Muskelschädigungen sowie Mobilisations- und Rehabilitationsprobleme zu minimieren. Eine intakte Glutealmuskulatur verhindert das Duchenne'sche Hinken, fördert die Gelenkstabilität und reduziert die Luxationsrate.[41]

1.5.1.1 Antero-lateraler Zugang (Watson-Jones Intervall)

Der antero-laterale Zugang durch das Watson-Jones Intervall kommt in Rückenlage zur Anwendung. Durch diesen Zugang gelangt man zwischen dem M. gluteus medius und dem M. tensor fasciae latae in den Bereich der vorderen Gelenkkapsel.[42]

1.5.1.2 Lateraler Zugang (nach Bauer)

Beim lateralen Zugang werden der M. gluteus medius und minimus sowie der M. vastus lateralis gespalten, um Zugriff auf die Gelenkkapsel zu bekommen. Am Ende der Operation werden die Muskelstrukturen rekonstruiert.[43]

1.5.1.3 Postero-lateraler Zugang (nach Marcey – Fletcher)

Beim postero-lateralen Zugang wird in der Regel in Seitenlage operiert. Um an das Hüftgelenk zu gelangen, wird das Intervall zwischen dem M. gluteus maximus und der Fascia lata genutzt.

Bei diesem Zugang werden die Außenrotatoren der Hüfte durchtrennt. Dazu gehören die Mm. obturatorii interni, gemelli, M. quadratus femoris und M. piriformis. Die Muskeln werden zum Ende der Operation mittels Muskelnäht versorgt, um die Außenrotation auch weiterhin zu gewährleisten.[44]

1.5.1.4 Posteriorer Zugang (nach Moore)

Der posteriore Zugang beinhaltet eine Durchtrennung der Mm. gemelli, M. quadratus femoris, M. piriformis und eine Längsspaltung des M. gluteus maximus [45].

1.5.1.5 Medialer Zugang (nach Ludloff)

Beim medialen Zugang nach Ludloff wird das Hüftgelenk in Rückenlage durch die Muskellücke zwischen dem M. pectineus und dem M. adductor brevis freipräpariert. Dabei ist die Hüfte in Flexion und Abduktion positioniert. Dieser Zugang kommt meist bei Kindern mit Hüft dysplasien zur Anwendung.[46]

1.5.1.6 Anteriorer Zugang (Hueter Intervall)

Bei diesem Zugangsweg erfolgt der Zugang zum Hüftgelenk durch das sogenannte Hueter-Intervall (auch Smith-Peterson Intervall genannt), lateral zwischen dem M. tensor fasciae latae und dem M. sartorius auf der medialen Seite, wobei dadurch ein direkter und schneller Zugang zum Hüftgelenk und somit eine sichere und schonende Operationstechnik gewährleistet ist.[6]

1.6 Operation und perioperatives Management

Grundsätzlich sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieser Dissertation die Wahl des Anästhesieverfahrens im Ermessen der Anästhesist/-innen lag, während die Operierenden für die Wahl der Implantate und der Fixationsart zuständig waren. Bei sämtlichen Patient/-innen war postoperativ Vollbelastung erlaubt, die postoperative Analgesie erfolgte durch orales Metamizol und Ibuprofen, bei stärkeren Schmerzen auch mittels intravenöser Piritramid-Boli.

1.6.1 Operationsplanung

Im Rahmen einer präzisen Operationsplanung sind Schaftgröße, optimale Verankerung des Schaftes im Femur sowie die korrekte Position der Acetabulum- und Femurkomponenten festzulegen, um eine seitengleiche Beinlänge zu gewährleisten. Darüber hinaus kann zusätzlich die Distanz zwischen dem Trochanter minor und Conusspitze bestimmt werden. Diese kann intraoperativ zur Kontrolle des Implantatsitzes nachgemessen werden.[4] Zur Bestimmung von Größe und Position der Pfanne bedient man sich sog. Acetabulumsschablonen, um beurteilen zu können, welche Acetabulumkomponente für einen optimalen Sitz der Pfanne am besten geeignet ist.

Reine Pressfit-Anwendung

Anwendung mit zusätzlicher Schraubenfixation



Abb. 3: Allofit und Allofit-S-Hüftpfanne aus Reintitan*
(*Mit freundlicher Genehmigung der Firma Zimmer-Biomet)

Entsprechend kommen bei der Bestimmung von CCD-Winkel, Größe und Position des Prothesenschaftes Schablonen zum Einsatz. Sie werden so auf das Femur gelegt, dass der Schaft mit der korrekten Verankerung in den Markraum passt. (Abb. 4)



Abb. 4: Präoperative Planung*

(*Mit freundlicher Genehmigung der Firma Zimmer-Biomet)

1.6.2 Anatomische Anmerkungen

Während das Hüftgelenk über operative Zugänge grundsätzlich aus allen Richtungen erreicht werden kann, kam bei allen in Rahmen dieser Dissertation untersuchten Patient/-

innen ein minimalinvasiver direkter anteriorer Zugangsweg (DAA) über das oben bereits erwähnte Hueter-Intervall zur Anwendung. Zu beachten ist dabei, dass bei diesem Zugangsweg anatomisch bedingt eine höhere Gefahr besteht, den Nervus cutaneus femoris lateralis zu beschädigen, vor allem, wenn die Schnittführung nach distal zu verlängern ist.[47]

Zur Schonung dieses Nerven ist es nun sinnvoll, die Oberschenkelfaszie möglichst lateral über dem M. tensor fasciae latae zu eröffnen. Zur Orientierung kann ein regelmäßig nachweisbares Perforansgefäß dargestellt werden, das oberflächlich zu diesem Muskel durch die Faszie verläuft. Durch diesen anterioren Zugangsweg, erstmals 1881 von Carl Hueter veröffentlicht und im englischsprachigen Raum 1917 von Marius Smith-Peterson publiziert, wird also unter Verwendung des sogenannten Perforators quasi als „Wegweiser“ sichergestellt, dass weder einzelne Muskeln durchtrennt noch relevante Nervenstrukturen im Operationsgebiet geschädigt werden.

Somit gelingt durch Schonung der Musculi glutei medius et minimus ein muskelschonendes Vorgehen mit geringeren postoperativen Schmerzen, deutlich reduzierter Blutungsgefahr und niedrigen Luxationsraten.

Präzise anatomische Kenntnisse vorausgesetzt lassen sich bei exakter Präparation und standardisiertem operativen Vorgehen Läsionen des N. cutaneus femoris lateralis vermeiden. Kontraindikationen für einen anterioren Zugang sind nicht bekannt.[48,49,50,51]

1.6.3 Operationsdurchführung

Nach üblicher Vorbereitung beginnend mit der Allgemein- oder Spinalanästhesie werden die Patient/-innen in Rückenlage auf dem Operationstisch gelagert. Im weiteren Verlauf werden die unteren Extremitäten samt Tisch steril abgewaschen und abdeckt. Präoperativ erfolgt durch Anästhesist/-innen eine intravenöse Antibiotikagabe (z.B. Single-Shot-Antibiose mit Cefalozolin) und - falls keine Kontraindikationen vorliegen - eine intravenöse Gabe von 0,5 Gramm Tranexamsäure. Nach dem WHO-Team-Time-Out erfolgt im Rahmen eines direkten anterioren Zugangs der Hautschnitt beginnend zwei Querfinger lateral und zwei Querfinger distal der Spina iliaca anterior superior zur Schonung des Nervus cutaneus femoris lateralis am lateralen Rand des Musculus tensor fasciae latae. Danach erfolgt die Darstellung der Faszie und Längsspaltung derselben.

Nach Eröffnen der Faszie wird über das Hueter-Intervall auf den lateralen Schenkelhals vorgedrungen. Es folgt die Koagulation des Ramus ascendens der Arteria circumflexa femoris lateralis aus der Arteria profunda femoris und der begleitenden Venen. Im Anschluss daran Darstellung der Gelenkkapsel und Längsspaltung derselben. Nun werden die Anteile der Gelenkkapsel nach medial und lateral so weit wie möglich reseziert. Die Osteotomie parallel zur Linea intertrochanterica und Entfernung von Caput und Collum femoris folgen. Nach der Osteotomie wird die Pfanne freigelegt, und im Anschluss daran beginnt die Pfannenfräsung. Bei Bedarf kann eine Transplantation von autologer Spongiosa zum Auffüllen von Kavitäten im Bereich der Apex acetabuli erfolgen. Nach der Pfannenfräsung wird nun minimal-invasiv die Hüftgelenkspfanne implantiert.

In der angedeuteten 4er-Position wird der Femurschaft exponiert und der Femureingang dargestellt. Die Lagerung des Beines in der 4er-Position erfolgt in Hyperextension, Adduktion und Außenrotation. Nach exakter Femurpräparation erfolgt die Implantation des Femurschaftes, danach die Reposition und nach der Kontrolle der Beinlängen die Durchführung der intraoperativen Röntgenkontrolle. Nach Darstellung eines korrekten Implantationsergebnisses wird der Situs gespült, eine subtile Blutstillung folgt. Die Gabe von 1-2 Gramm Tranexamsäure intrakapsulär lokal erfolgt nach Ermessen der Operierenden.[52] Der nächste Schritt ist die Naht der Faszie bis zum wasserdichten Verschluss. Nach der Fasziennaht folgt die Subkutannaht und mit einer Intrakutannaht der Wundverschluss. Abschließend wird ein Spicaverband angelegt.

1.6.4 Tranexamsäure

Die Tranexamsäure (TXA) kommt als Antifibrinolytikum zur Prophylaxe und Behandlung von gastrointestinalen Blutungen, bei Epistaxis oder bei Blutungen im Rahmen bestimmter Operationen zum Einsatz, zum Beispiel bei der Implantation einer Hüfttotalendoprothese.[52] Dabei können bei diesen Eingriffen aufgrund des gut vaskularisierten Operationsgebietes größere Blutverluste mit der Folge einer möglichen höheren postoperativen Morbidität und Mortalität resultieren[53]. Da sich dadurch bedingt nicht selten eine Verlängerung der Krankenhausverweildauer ergibt, erscheint es sinnvoll, Strategien zur Anwendung zu bringen, die in der klinischen Routine zur Reduktion eines intra- und postoperativen Blutverlustes führen. Wie in randomisierten

kontrollierten Studien nachgewiesen werden konnte, reduziert die prophylaktische intravenöse Gabe von Tranexamsäure unmittelbar vor einem solchen Eingriff die intra- und postoperativen Blutungsmengen.[54]

Darüber hinaus kommt im Rahmen des Würzburger Procedere am Ende des operativen Eingriffs eine intraartikuläre Gabe von 1-2 Gramm TXA zur Anwendung, wobei alternativ dazu auch eine periartikuläre Infiltration mit Naropin und Adrenalin zur Analgesie und Blutstillung eingesetzt werden kann.

Während die Komplikationsrate nach aktueller Datenlage gering ist, sollte jedoch im Rahmen einer Risiko-Nutzen-Abwägung zeitnah beispielsweise nach frischen Myokardinfarkten, Lungenembolien, urogenitalen Blutungen, Stentimplantationen sowie bei bekannter Epilepsie auf die prophylaktische intravenöse Gabe von TXA verzichtet werden.[55]

1.6.5 Fast-track-Rehabilitation und Patient Blood Management

Fast-Track-Programme haben im letzten Jahrzehnt mehr und mehr an Bedeutung gewonnen, sodass dieses Konzept mittlerweile in vielen Ländern zum Einsatz kommt. Auch wenn diese Rehabilitationsprogramme in den USA oder den skandinavischen Ländern häufiger anzutreffen sind als in Deutschland, gewinnt gerade die Fast-Track-Endoprothetik im deutschsprachigen Raum immer mehr an Bedeutung.[56]

Während Fast-Track-Programme vor mehr als zwei Jahrzehnten von Professor H. Kehlet in Dänemark in der Viszeralchirurgie eingeführt wurden, ist derzeit darunter in der operativen Medizin ein Konzept zu verstehen, das eine Vielzahl perioperativer Maßnahmen zusammenfasst, die die postoperative Genesung erleichtern sollen.[57,58] Dabei stehen bei diesem interdisziplinären multimodalen Konzept neben der Vermeidung allgemeiner Komplikationen eine größtmögliche Schonung der Patient/-innen, eine effektive Schmerztherapie sowie eine Beschleunigung der postoperativen Rehabilitation im Vordergrund.[10]

Fester Bestandteil moderner Fast-Track-Programme ist die präoperative Berücksichtigung relevanter Begleiterkrankungen. So ist es beispielsweise wichtig, einen Diabetes mellitus oder eine präoperative Anämie in adäquater Weise zu behandeln, wobei Jorgensen et al. im Rahmen ihrer Studien nachweisen konnten, dass weder bei Raucher/-

innen noch bei Patient/-innen mit Alkoholabusus eine Verlängerung des stationären Aufenthaltes zu verzeichnen war.[59]

Da eine präoperative Anämie ein unabhängiger Risikofaktor für eine erhöhte perioperative Morbidität und Mortalität ist, kommt dem Patient blood management (PBM) im Rahmen von Fast-Track-Programmen eine besondere Bedeutung zu. Hier steht die Optimierung einer präoperativen Anämie im Vordergrund. So kann bei nachgewiesener Eisenmangelanämie die Behandlung oral oder bei enteralen Resorptionsstörungen mittels Eiseninfusionen erfolgen. Bei chronischen Erkrankungen kann eine Behandlung mit Erythropoetin indiziert sein. Intraoperativ besteht die Möglichkeit, in kontrollierter Hypotension zu operieren und antifibrinolytische Substanzen, wie zum Beispiel die Tranexamsäure, zu verwenden. Darüber hinaus kann mit einem Cell saver das intraoperativ abgesaugte Blut gereinigt und in Form einer autologen Infusion wieder zurückgeführt werden.[60] So wird in einigen Studien sogar die Meinung vertreten, ein gutes PBM bringe uns der „Utopie der blutungsfreien Chirurgie“ näher.[61] Zusammenfassend soll im Rahmen von Fast-Track-Programmen durch Optimierung der Behandlungsprozesse mit dem Ziel, eine höhere Patientenzufriedenheit zu erzielen,

- eine Verkürzung der stationären Behandlung,
- eine Reduzierung der Schmerzsymptomatik und des Schmerzmittelkonsums,
- eine Reduzierung postoperativer Komplikationen sowie
- eine schnellere Mobilisierung

erreicht werden.

Auch wenn eine im Rahmen dieser Fast-Track-Programme durchgeführte und bereits am OP-Tag beginnende Mobilisierung mittlerweile weit verbreitet ist, zeichnen sich die dazu durchgeführten Studien vielfach durch eine hohe Anzahl von Ausschlusskriterien aus. So werden nach wie vor ältere, adipöse und schwer erkrankte Patient/-innen häufig von einer Frühmobilisierung ausgeschlossen.

Diese Dissertation wurde nun durchgeführt, um zu untersuchen, ob eine bereits am Operationstag beginnende Mobilisierung zu einer Veränderung der Dauer des stationären Aufenthaltes und zu einer Veränderung der Erholungsphase nach der Operation führt. Dies war postoperativ anhand von Mobilität, Schmerzsymptomatik,

Schmerzmittelkonsum sowie der Art und Häufigkeit von Komplikationen zu untersuchen, und zwar ohne Ausschlusskriterien wie hohes Alter, ein BMI ≥ 30 oder eine ASA-Klassifikation ≥ 3 zugrunde zu legen.

Somit ergaben sich folgende Hypothesen:

1.7 Hypothesen

1.7.1 Primärhypothese

Der Beginn der Mobilisierung am Operationstag nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese führt im Vergleich zu einer späteren Mobilisierung zu einer Veränderung der Dauer der stationären Behandlung.

1.7.2 Sekundärhypothese

Der Beginn der Mobilisierung am Operationstag nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese führt im Vergleich zu einer späteren Mobilisierung zu einer Veränderung

- der Mobilität,
- der Schmerzsymptomatik,
- des Schmerzmittelkonsums
- sowie der Art und Häufigkeit von Komplikationen während des stationären Aufenthalts.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Um den Einfluss des Zeitpunktes der postoperativen Erstmobilisierung nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese zu untersuchen, wurde für diese Dissertation eine prospektive, randomisierte und klinische Studie durchgeführt.

2.2 Ethikvotum

Am 14.06.2019 wurde von der Ethikkommission der Universität Würzburg ein positives Ethikvotum (Zeichen: 16/19-sc) abgegeben.

2.3 Deutsches Register für Klinische Studien

Am 12.07.2019 konnte die Studie (ID: DRKS00017069) im Deutschen Register für Klinische Studien registriert werden.

2.4 Ein- und Ausschlusskriterien

Alle für die Analyse verwandten demografischen, anamnestischen und klinischen Daten wurden vom Personal des König-Ludwig-Hauses in Würzburg unabhängig von dieser Studie erfasst und sämtliche Patient/-innen, die nach Angaben des Klinik-Orbis-Systems für die Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese vorgesehen waren, während eines Zeitraumes von 6 Monaten für diese Studie gescreent. Die Daten wurden aus dem informationstechnischen System der Klinik (ORBIS; Dedalus HealthCare GmbH, Bonn, Deutschland) erhoben.

Einschlusskriterien

Unbedingte Voraussetzung für die Studienteilnahme war neben der Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese ein Mindestalter von 18 Jahren. Darüber hinaus mussten die Patient/-innen für den Studieneinschluss über die Studie aufgeklärt und von ihnen eine schriftliche Einverständniserklärung eingeholt werden.

Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterium war

- primär der nach anamnestischen Angaben zu erwartende Einsatz einer Wunddrainage aufgrund von Gerinnungsstörungen, thromboembolischen Ereignissen oder Herzerkrankungen, die eine hochdosierte Antikoagulation erforderte,
- sekundär, wenn intraoperativ unerwartet eine Wunddrainage eingelegt werden musste.

2.5 Anzahl und Auswahl der Patient/-innen

Jährlich werden im KLH in Würzburg ca. 700 Hüfttotalendoprothesen implantiert, der deutlich größere Teil aufgrund sekundärer Koxarthrosen.

Für diese prospektive, randomisierte klinische Studie wurden 350 Patient/-innen, die sich von Juli bis zum Dezember 2019 mit der Indikation zur Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese in unserer Poliklinik vorstellten, für eine potenzielle Studienteilnahme untersucht. Während bereits präoperativ 141 Patient/-innen vom Studienpersonal aus unterschiedlichen Gründen ausgeschlossen werden mussten, waren es intraoperativ 42 Patient/-innen.

Demzufolge konnten 167 Patient/-innen an der Studie teilnehmen. Diese wurden in zwei Gruppen randomisiert, wobei die Patient/-innen der Gruppe 0 bekanntlich am Tag der Operation mobilisiert wurden. In diese Gruppe wurde ein Patient randomisiert, dessen Operation erst am Abend erfolgen konnte. Somit konnte eine frühe Mobilisierung am OP-Tag nicht durchgeführt werden, der Patient musste von der Studie ausgeschlossen werden.

Die Mobilisierung der Patient/-innen der Gruppe 1 erfolgte am ersten postoperativen Tag. In dieser Gruppe musste ebenfalls ein Patient ausgeschlossen werden, da die Mobilisierung fälschlicherweise bereits am Tag der Operation stattgefunden hatte. So nahmen 165 Patient/-innen an der Studie teil, 82 Patient/-innen in Gruppe 0 und 83 Patient/-innen in Gruppe 1.

2.6 Randomisierung

Die Bereitstellung des Randomisierungsprotokolls erfolgte durch das Institut für Klinische Epidemiologie und Biometrie der Universität Würzburg, wobei eine völlig unabhängige Blockrandomisierung ermöglicht wurde. Die Einteilung in Gruppe 0 und Gruppe 1 erfolgte beim Eintreffen der Patient/-innen im Aufwachraum, sodass Chirurg/-innen und Anästhesist/-innen für die Studie verblindet waren.

2.7 Intervention

Mit Ausnahme der Physiotherapie im Aufwachraum am Operationstag war die Behandlung in beiden Randomisierungsgruppen gleich. Während alle Patient/-innen etwa die gleiche Zeit im Aufwachraum verbrachten, erfolgte für die Patient/-innen der Gruppe 0 ca. 4 Stunden nach der Operation die Mobilisierung aus dem Bett. In der Gruppe 1 erfolgte am OP-Tag keine Mobilisierung.

Im weiteren Verlauf des Operationstages wurden die Patient/-innen vom Pflegepersonal gebeten, ihre Schmerzintensität in Ruhe auf der NRS-Scala (0-10) zu bewerten.

Ab dem 1. postoperativen Tag erfolgte die Physiotherapie in beiden Gruppen ohne zeitliche Vorgaben standardisiert gleich, wobei die Physiotherapeut/-innen keinerlei Information über die Gruppenzugehörigkeit hatten.

2.8 Nachbeobachtung

Über die gesamte Zeit des stationären Aufenthaltes wurden täglich von Pflegepersonal, Physiotherapeut/-innen und Ärzt/-innen wichtige Untersuchungsergebnisse notiert.

Sämtliche Informationen wurden auf Klinikservern im Orbis-System gespeichert. Dabei wurden folgende Charakteristika dokumentiert:

2.9 Zielparameter der Primärhypothese

Length of stay und Readiness for discharge

Im Rahmen der Primärhypothese war nun zu überprüfen, ob der Beginn der Mobilisierung am Tag der Operation im Vergleich zu einem Mobilisierungsbeginn am ersten postoperativen Tag zu einer Veränderung der Dauer der stationären Behandlung (LOS) führte. In diesem Zusammenhang war auch die Zeit bis zum Erreichen der Entlassungsbereitschaft (RFD: Readiness for discharge) von Bedeutung. Sie ist definiert als die Anzahl der Krankenhausübernachtungen zwischen dem Tag der Operation und dem erstmaligen Erreichen folgender Entlassungskriterien:

- Selbstständige Mobilität einschließlich Treppensteigen und Toilettenbenutzung.
- Schmerzintensität (NRS) < 4.
- Unauffällige Wundverhältnisse, kein pathologischer Befund bezüglich pDMS.
- Kein Bedarf an hochpotenten Opioidanalgetika (WHO-Stufe <3)
- Keine regelmäßige Hilfe durch medizinisches Fachpersonal.

2.10 Zielparameter der Sekundärhypothese

Zum Vergleich der beiden Randomisierungsgruppen waren im Rahmen der Sekundärhypothese folgende Charakteristika zu überprüfen:

1. Mobilität

2. Schmerzsymptomatik
3. Schmerzmittelkonsum
4. Art und Häufigkeit von Komplikationen während des stationären Aufenthaltes.

Darüber hinaus wurden neben dem WOMAC Score v.a. die Wundverhältnisse, die peripheren Durchblutungsverhältnisse, die Motorik und die Sensibilität dokumentiert.

Mobilität: Gehschule

Um die Mobilität weiter differenzieren zu können, wurden die Stadien der Gehschule, die den **Stufen 1-5** zuzuordnen waren, bei jeder krankengymnastischen Übungsbehandlung dokumentiert.

- Stufe 1: Mobilisierung mit Unterstützung im Bett oder auf der Bettkante.
- Stufe 2: Mobilisierung mit Unterstützung zu ebener Erde.
- Stufe 3: Selbstständiges Gehen zu ebener Erde.
- Stufe 4: Selbstständige Mobilität mit Unterarmgehstützen, Treppensteigen ohne Hilfe durch medizinisches Fachpersonal, Toilettenbenutzung.
- Stufe 5: Selbstständiges Treppensteigen (ohne jede Hilfe).

Die so für alle Patient/-innen dokumentierten Stufen wurden dem Orbis System entnommen und später der statistischen Auswertung zugeführt.

Belastungs- und Ruheschmerzschmerz (NRS)

Belastungs- und Ruheschmerzen wurden täglich von Therapeut/-innen und Pflegepersonal mit Hilfe der Numeric Rating Scale erfasst und dokumentiert. Dabei handelt es sich um eine eindimensionale Skala, mit deren Hilfe die Patient/-innen die Schmerzintensität auf einer Skala von 0-10 einordnen. Dabei beschreibt ein angegebener Wert von 0 keinerlei Schmerzen, ein Wert von 10 maximal vorstellbare Schmerzzustände. Auch diese Daten wurden später zur statistischen Auswertung verwendet.

Schmerzmittelkonsum: Dokumentation mit Hilfe des WHO-Stufenschemas

Der Schmerzmittelkonsum wird häufig mit Hilfe des WHO-Stufenschemas erfasst. Es wurde von der Weltgesundheitsorganisation entwickelt und empfiehlt im Rahmen der Schmerztherapie den Einsatz von Opioidanalgetika und Nicht-Opioidanalgetika.

Es umfasst drei Stufen der analgetischen Therapie:

- Stufe 1: Nicht-Opioidanalgetika,
 - Paracetamol, Diclofenac, Ibuprofen, Naproxen.
- Stufe 2: Niederpotente Opioidanalgetika kombiniert mit Nicht-Opioidanalgetika,
 - Tramadol, Dihydrocodein, Tilidin/Naloxon.
- Stufe 3: Hochpotente Opioidanalgetika kombiniert mit Nicht-Opioidanalgetika,
 - Piritramid, Morphin, Fentanyl, Oxycodon, Buprenorphin, Hydromorphon.

Dabei erfolgte der Übergang von einer Stufe auf die nächsthöhere, wenn die Analgesie nicht ausreichte und wenn die Patient/-innen beispielsweise ihre Schmerzen auf der Numeric Rating Scala weiterhin mit einem Wert über 3 angaben.

Um nun den Schmerzmittelkonsum zu ermitteln, wurde dieses Schema auch in dieser Studie verwendet. Die jeweilige WHO-Stufe wurde vom Studienpersonal anhand der in der digitalen Patientenakte dokumentierten Daten ermittelt und der statistischen Auswertung zugeführt.

Komplikationen (unerwünschte Ereignisse)

Ein weiterer postoperativer Zielparameter dieser Studie war die Rate unerwünschter Ereignisse insbesondere am Tag der Operation. Dazu gehörten u.a.: Schwindel, starke postoperative Schmerzen (NRS > 7), Übelkeit und Erbrechen, wobei für das englische Postoperativ nausea and vomiting im deutschsprachigen Raum auch die Abkürzung PONV benutzt wird. Sie stellen Nebenwirkungen unterschiedlicher Anästhesieverfahren dar, sind Komplikationen bestimmter operativer Eingriffe und können somit auch nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese auftreten. An prophylaktischen und therapeutischen Maßnahmen stehen vor allem Modifikationen des Anästhesieverfahrens und Medikamente unterschiedlicher Wirkstoffgruppen im Vordergrund.

WOMAC Score

Der WOMAC Score (Western Ontario and Mac Master Universities Arthritis Index) ist ein Patient Reported Outcome Instrument (PRO) und wird im König-Ludwig-Haus standardmäßig zur Messung von Algofunktionen ermittelt. Dabei handelt es sich um einen 1982 in Kanada entwickelten und aus 24 Fragen bestehenden Fragebogen zu drei Bereichen:

- 5 Fragen zur Schmerzempfindung,
- 2 zu Beweglichkeit bzw. Steifigkeit des Gelenkes und
- 17 Fragen zu körperlichen Tätigkeiten des Alltages (physische Funktion).

Er wird bei Hüft- und Kniearthrosen verwendet, wobei die Patient/-innen für diese Arbeit darauf hingewiesen wurden, den Fragebogen auf das operativ zu versorgende bzw. versorgte Hüftgelenk zu beziehen. Er ist in 65 Sprachen erhältlich und wird häufig zur Anwendung gebracht, wobei ein hoher Punktwert immer als Hinweis auf eine schlechte Funktion zu werten ist. In der WOMAC Likert Version wird mit einer Skala von 0-4 (keine, mild, moderat, schwer, extrem) gearbeitet. Während jeder Parameter zunächst einzeln berechnet wird, werden die Punktwerte der Antwortmöglichkeiten addiert. Damit resultieren für die einzelnen Untergruppen folgende Punktwerte:

- Schmerz: max. 20 Punkte
- Gelenksteifigkeit: max. 8 Punkte
- Physische Funktion: max. 68 Punkte

Periphere Durchblutung, Motorik, Sensibilität: pDMS

Im Rahmen der täglichen Visite wurden standardisiert die periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität ins Orbis System eingetragen. Um auch diese Parameter statistisch auswerten zu können, wurden sie in zwei Klassen eingestuft. Klasse null entsprach einem unauffälligen Befund, Klasse eins einem auffälligen.

Wundverhältnisse

Die Daten bezüglich der Wundverhältnisse wurden gemäß ärztlicher Befunddokumentation täglich ebenfalls bei der Visite erhoben und dokumentiert. Um sie der statistischen Auswertung zuzuführen, wurden auch sie in zwei Klassen eingestuft und ausgewertet.

2.11 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung, die mit freundlicher Unterstützung von Herrn Dr. Axel Jakuscheit durchgeführt wurde, erfolgte mit den SPSS-Programmen für Windows in der Version 20.0.0 der Firma IBM-SPSS und Microsoft Excel in der Version 2010 der Firma Microsoft Corporation. (SPSS: Statistical Package for the Social Sciences).

Die Poweranalyse zur Berechnung der Stichprobengröße wurde vom örtlichen Institut für Klinische Epidemiologie und Biometrie in Würzburg durchgeführt. Auf der Basis früherer Daten von Labraca et al.[62] wurde eine Zeitdifferenz der Dauer der stationären Behandlung von 1,5 Tagen erwartet. Um diese Effektstärke mit einer Potenz von 0,8 und einem Alphafehler von 0,05 darzustellen, wurde eine minimale Stichprobengröße von 81 Patient/-innen pro Gruppe gewählt.

Zunächst erfolgte mit Hilfe des Shapiro-Wilk-Tests die Untersuchung der im Rahmen dieser Dissertation relevanten Charakteristika auf Normalverteilung. Wenn keine Normalverteilung nachzuweisen war, wurden die im Anschluss daran notwendigen Gruppenvergleiche unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests für numerische nichtparametrische Variablen durchgeführt. Falls sich eine Normalverteilung nachweisen ließ, kam der Student-t-Test für numerische parametrische Variablen zur Anwendung.

Die Auswertung sämtlicher Gruppenvergleichswerte p sind für die jeweiligen Charakteristika einzeln und in der Tabelle 8 zusammengefasst dokumentiert.

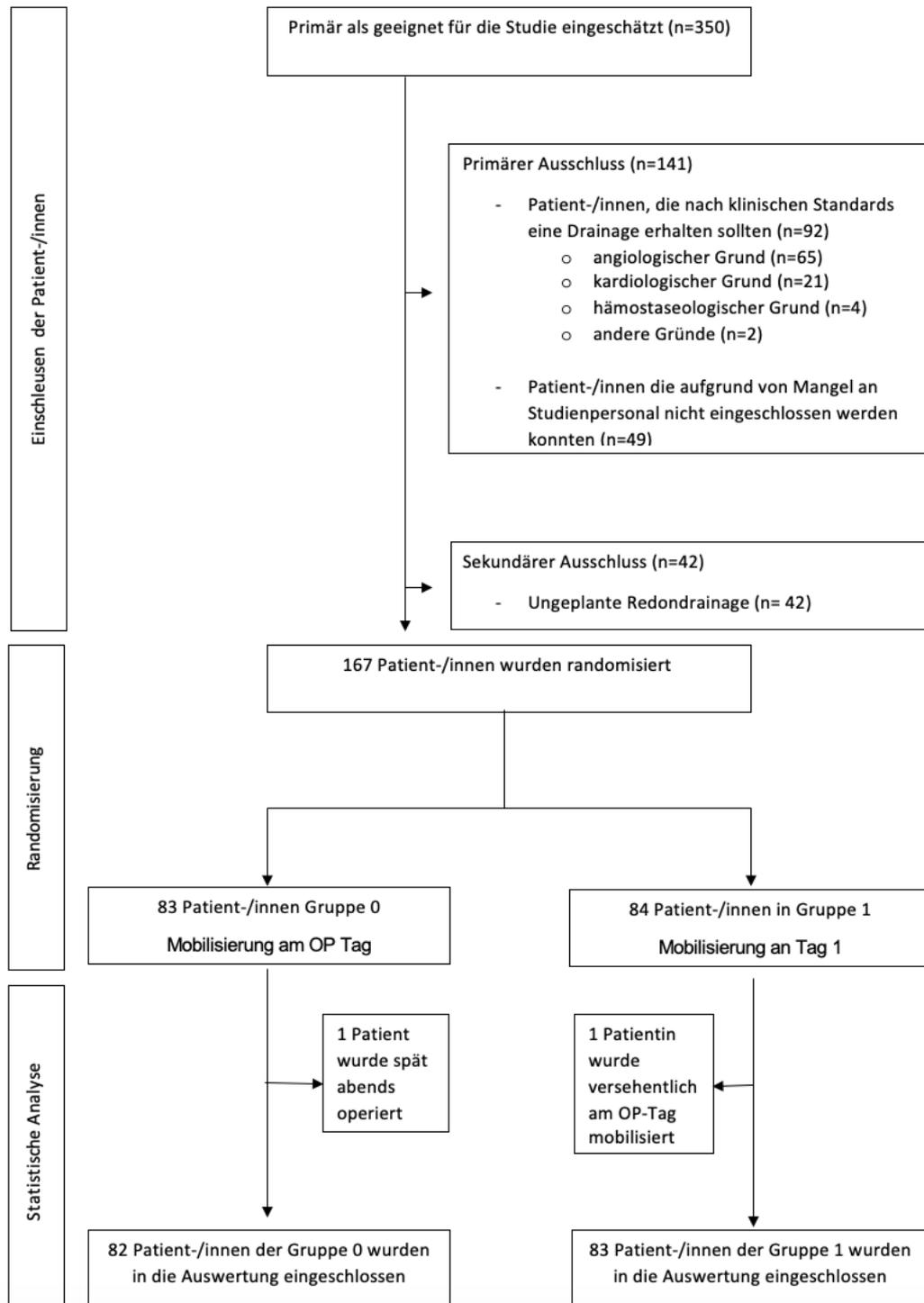
Ferner wurden Untergruppen für ältere Patient/-innen ($\text{Alter} \geq 75$ Jahre, adipöse Patient/-innen ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) und schwer erkrankte Patient/-innen ($\text{ASA} \geq 3$) gebildet, um deren Einfluss auf RFD und die postoperativen Komplikationen zu ermitteln.

Ein einfaches lineares Regressionsmodell wurde eingesetzt, um den Einfluss bestimmter Charakteristika auf die RFD zu untersuchen. Darüber hinaus kam ein logistisches Regressionsmodell zur Anwendung, um darzustellen, wer oder was in Bezug auf eine PONV-Symptomatik besonders gefährdet war.[63]

3 Ergebnisse

3.1 Screening und Patienteneinschluss

Abb. 5 Flussdiagramm



Im Rahmen dieser Studie wurden über einen Zeitraum von 6 Monaten 350 Patient/-innen, die für die Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese geplant waren, untersucht. Wie dem Flussdiagramm zu entnehmen ist, mussten davon 141 Personen aus unterschiedlichen Gründen primär von einer Teilnahme ausgeschlossen werden. Bei 42 der verbliebenen 209 Patient/-innen entschied sich der Operierende für die Einlage einer Wunddrainage, sodass diese Patient/-innen sekundär auszuschließen waren.

So standen für diese Studie letztendlich 167 Patient/-innen zur Verfügung. Der Gruppe 0 wurden 83 Patient/-innen zugeteilt, der Gruppe 1 gehörten 84 Patient/-innen an. In beiden Gruppen wurde jeweils ein Patient nicht zum richtigen Zeitpunkt mobilisiert, weshalb auch sie auszuschließen waren. Somit wurden letztendlich 165 Patient/-innen in die statistische Analyse einbezogen, 82 Patient/-innen in Gruppe 0 und 83 Patient/-innen in Gruppe 1.

Um nun die im Rahmen dieser Dissertation relevanten klinischen Charakteristika differenzierter untersuchen zu können, erfolgte deren Einteilung in die Kategorien **prä-, intra- und postoperativ**.

Präoperative Charakteristika: Alter, Geschlecht, BMI, ASA-Risikogruppen, Schmerzintensität, Long-term Opioidanalgetika, WOMAC Score, Hämoglobinwerte.

Intraoperative Charakteristika: Anästhesieverfahren, operativer Zugang, Prothesenfixierung, Schnitt-Naht-Zeit.

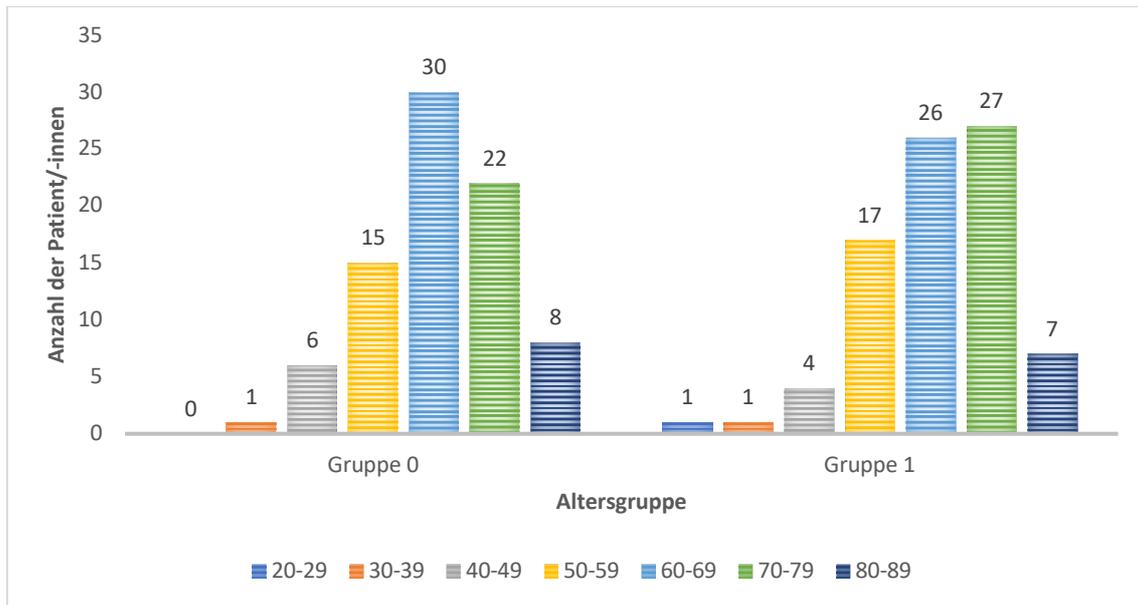
Postoperative Charakteristika: LOS, RFD, Mobilität, Schmerzintensität (Ruhe- und Belastungsschmerz), Schmerzmittelkonsum, unerwünschte Ereignisse und Komplikationen, WOMAC Score, Hämoglobinwerte.

3.2 Präoperative Charakteristika

Alter

Für diese Dissertation wurden die Daten von 165 Patient/-innen statistisch ausgewertet. Das Durchschnittsalter betrug für beide Gruppen 65,85 Jahre mit einer Standardabweichung von 10,47 Jahren. In der Gruppe 0 lag es bei 65,80 Jahren mit einer Standardabweichung von 10,18, in Gruppe 1 bei 66,10 Jahren bei einer Standardabweichung von 10,73. ($p = 0,73$)

Abb. 6: Altersverteilung



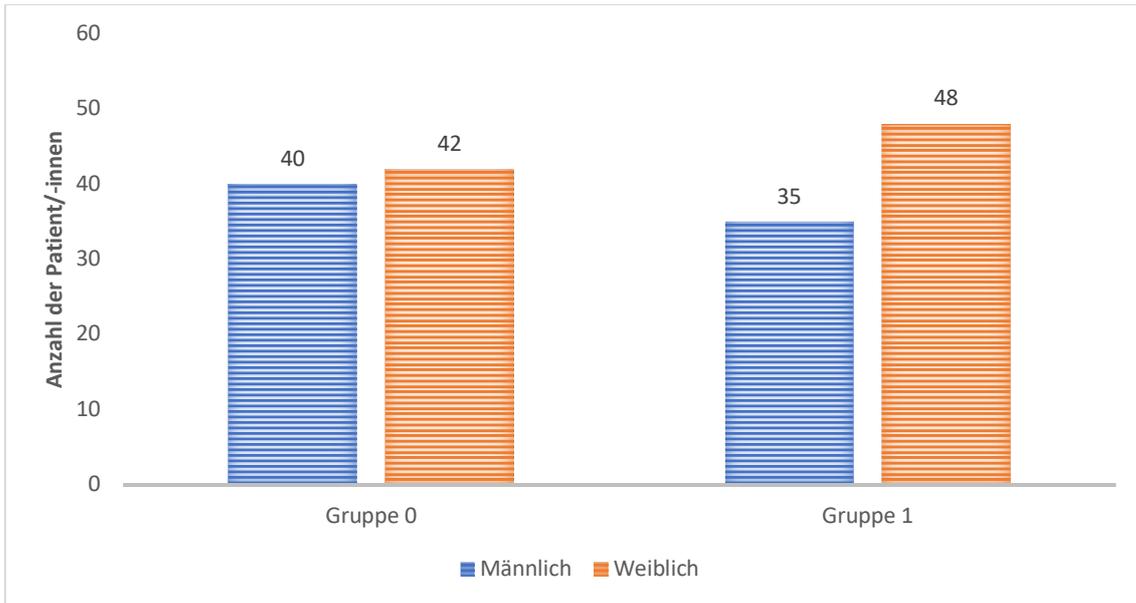
Zur Darstellung der Abbildung 6 wurde das Alter der Patienten/-innen bestimmten Altersstufen zugeordnet, und zwar von 20-29, 30-39 bis hin zu 80-89.

Geschlechtsverteilung

Von den in dieser Dissertation randomisierten Patient/-innen nahmen 75 Männer und 90 Frauen an der Studie teil. Somit ergab sich folgende Geschlechtsverteilung:

In der Randomisierungsgruppe 0 befanden sich 40 Männer und 42 Frauen, 35 Männer und 48 Frauen in Randomisierungsgruppe 1. ($p = 0,28$) (Abb. 7)

Abb. 7: Geschlechtsverteilung



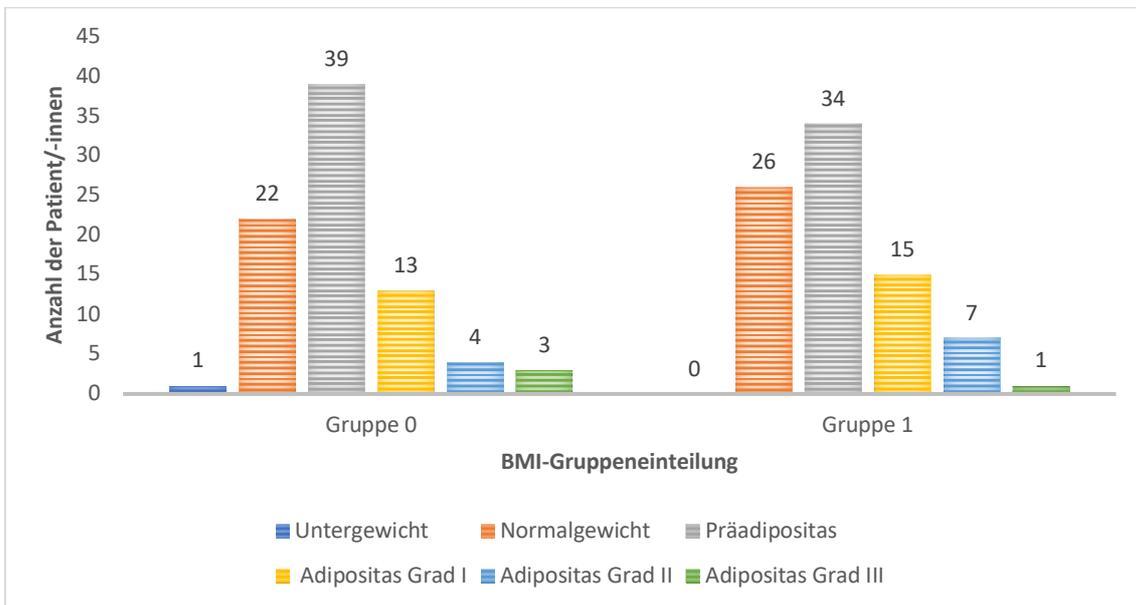
Body-Mass-Index (BMI)

Der Durchschnitts-Body-Mass-Index betrug bei diesem Kollektiv $27,58 \text{ kg/m}^2$ mit einer Standardabweichung von $4,77 \text{ kg/m}^2$. In der Gruppe 0 mit 82 Patient/-innen lag er durchschnittlich bei $27,52 \text{ kg/m}^2$ mit einer Standardabweichung von $5,14 \text{ kg/m}^2$, in Gruppe 1 mit 83 Patient/-innen bei $27,68 \text{ kg/m}^2$ bei einer Standardabweichung von $4,44 \text{ kg/m}^2$. ($p= 0,67$)

Um die Daten der Patient/-innen graphisch darstellen zu können, wurden folgende Untergruppen erstellt:

Untergewicht:	< 18,5;
Normalgewicht:	18,5-24,9;
Präadipositas:	25,0-29,9;
Adipositas Grad I:	30,0-34,9,
Adipositas Grad II:	35-39,9;
Adipositas Grad III:	> 40,0.

Abb. 8: BMI-Verteilung



ASA-Risikoklassifizierung

Die ASA-Klassifikation ist ein von der American Society of Anesthesiologists (ASA) vorgeschlagenes weitverbreitetes Scoring-System zur Beurteilung von Patient/-innen hinsichtlich ihres körperlichen Zustandes. Es dient der Abschätzung des perioperativen Risikos, das in 6 Schweregrade eingeteilt wird:

- ASA 1: Gesunde Patient/-innen
- ASA 2: Patient/-innen mit geringfügigen Erkrankungen ohne relevante Einschränkungen
- ASA 3: Patient/-innen mit Erkrankungen und deutlichen Beeinträchtigungen
- ASA 4: Patient/-innen mit lebensbedrohlichen Erkrankungen
- ASA 5: Moribunde Patient/-innen
- ASA 6: Verstorbene Patient/-innen mit Hirntod, Organspender/-innen

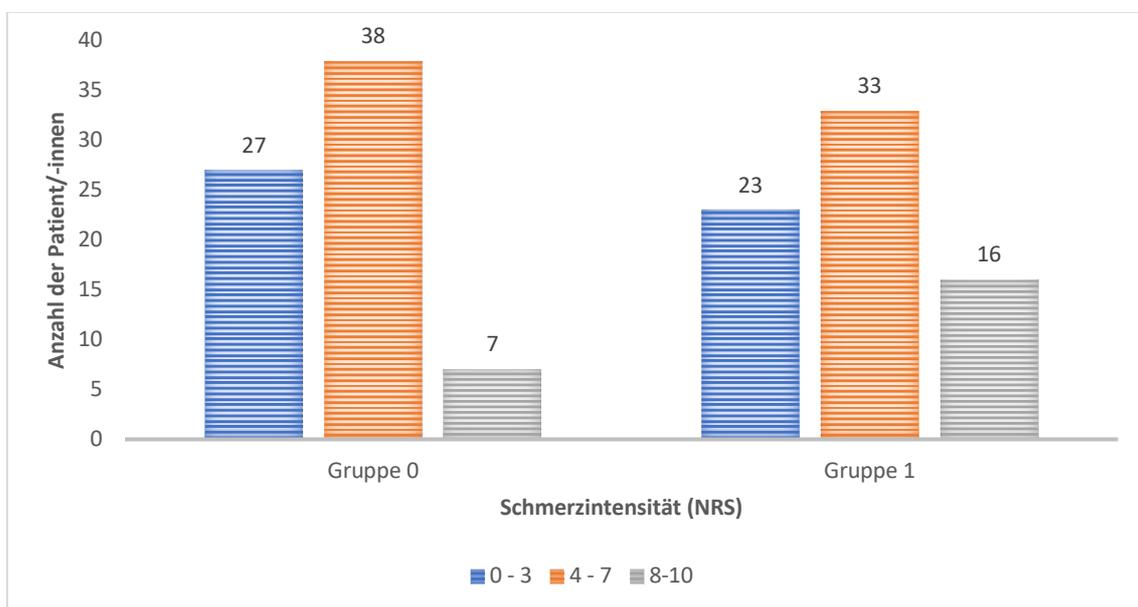
Die Durchschnittswerte für Gruppe 0 lagen präoperativ bei 2,04 ($\pm 0,51$), für die Gruppe 1 bei 1,98 ($\pm 0,49$). ($p = 0,44$)

Schmerzintensität:

Im Rahmen dieser Studie konnten bezüglich der präoperativen Schmerzintensität die Daten von nur 144 Patient/-innen statistisch ausgewertet werden, da von den 165

untersuchten Patient/-innen bei 21 von ihnen die präoperative Schmerzintensität nicht dokumentiert wurde. Der präoperative Durchschnittsschmerz lag bei 4,61 (NRS) mit einer Standardabweichung von 2,51. Diese 144 Patient/-innen wurden wiederum den bereits bekannten Gruppen zugeteilt, 72 Patient/-innen in Gruppe 0 und 72 in Gruppe 1. In der Gruppe 0 betrug der Durchschnittsschmerz 4,19 (NRS) mit einer Standardabweichung von 2,42, in Gruppe 1 im Durchschnitt 4,99 (NRS) bei einer Standardabweichung von 2,58. ($p=0,07$)

Abb. 9: Schmerzintensität am Aufnahmetag



Long-term Opioidanalgetika

Insgesamt wurden im gesamten Patientenkollektiv 12 Patient/-innen dokumentiert, die mit Long-term Opioidanalgetika therapiert wurden, wobei 6 Personen (7,3%) der Gruppe 0 zuzuordnen waren und ebenfalls 6 der Gruppe 1 (7,2%). ($p=0,71$)

WOMAC Score

Der oben bereits beschriebene WOMAC Score wurde sowohl unmittelbar vor der Operation als auch 12 Monate postoperativ durchgeführt. Präoperativ wurde in Gruppe 0 ein Score von 48,91 ($\pm 17,67$) ermittelt, in Gruppe 1 von 50,48 ($\pm 15,01$). ($p=0,07$)

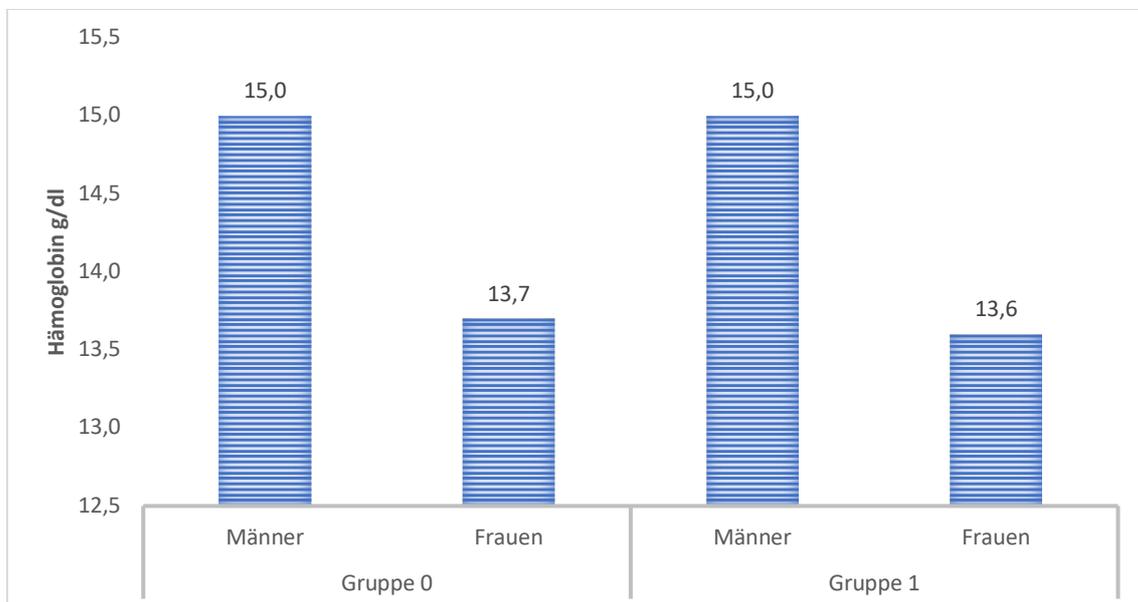
Hämoglobinwerte

Der Hämoglobin-Normalwert ist im Wesentlichen abhängig von Alter und Geschlecht. Während er bei Frauen einen Wert von 12-16 g/dl aufweisen sollte, liegt er bei Männern zwischen 13 und 17 g/dl.

Die Abbildung 10 zeigt die durchschnittlichen präoperativen Hämoglobinwerte in Gramm pro Deziliter für Männer und Frauen in den Randomisierungsgruppen.

Der durchschnittliche Hämoglobinwert lag in Gruppe 0 bei 14,36 g/dl mit einer Standardabweichung von 1,42 g/dl, in Gruppe 1 bei 14,14 g/dl mit einer Standardabweichung von 1,16 g/dl. ($p = 0,28$)

Abb. 10: Präoperative Hämoglobinwerte



3.3 Intraoperative Charakteristika

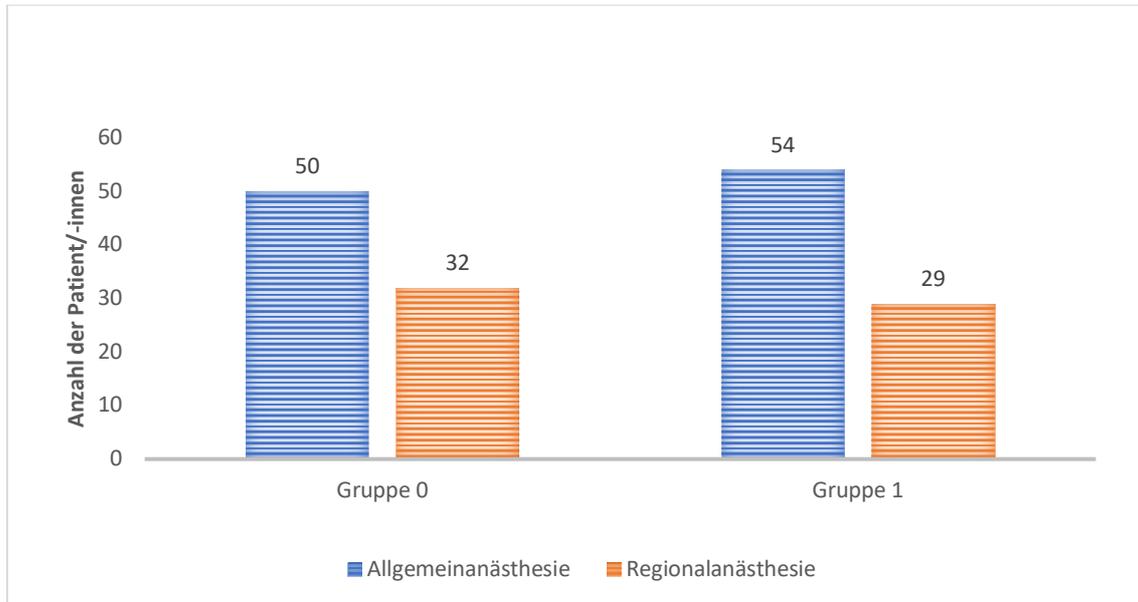
Anästhesieverfahren

Zur Implantation einer Hüfttotalendoprothese kamen im Rahmen dieser Dissertation zwei Anästhesieverfahren zur Anwendung. Zum einen die Allgemeinanästhesie in Form einer Intubationsnarkose (ITN), zum anderen die Regionalanästhesie in Form einer Spinalanästhesie. Von den 165 Patient/-innen erhielten 104 eine Intubationsnarkose (ITN) und 61 Patient/-innen eine Spinalanästhesie.

Die Verteilung der Anästhesieverfahren auf die Randomisierungsgruppen zeigte sich wie folgt:

Von den Patient/-innen der Gruppe 0 erhielten 50 Patient/-innen eine ITN und 32 eine Spinalanästhesie. Patient/-innen in Gruppe 1 erhielten 54 Patient/-innen eine ITN und 29 eine Spinalanästhesie. (Abb. 11)

Abb 11: Anästhesieverfahren



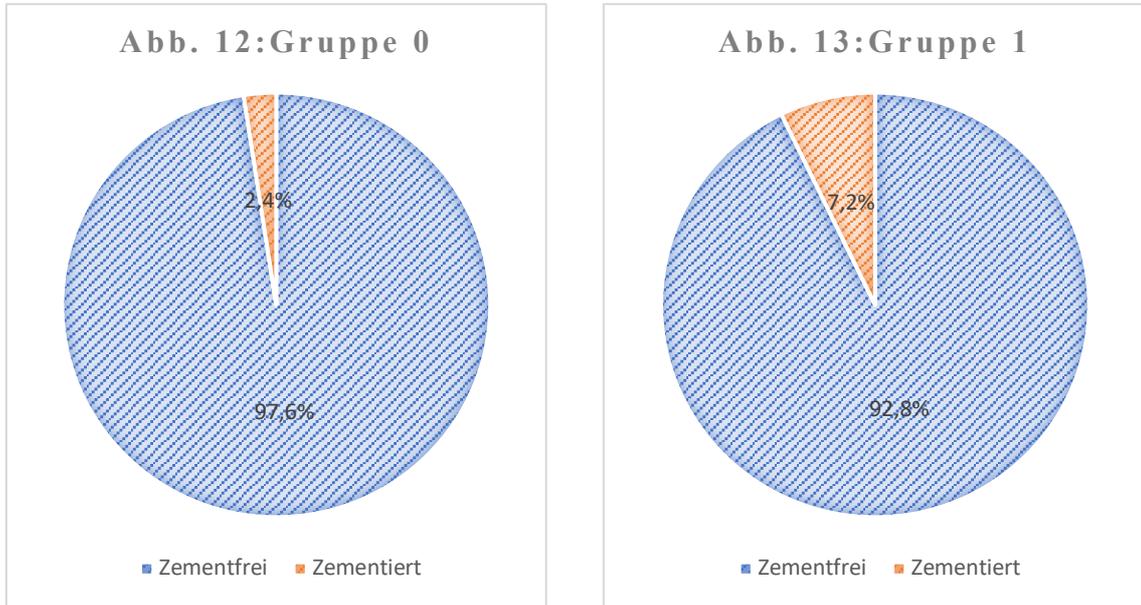
Operativer Zugangsweg

Zur Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese finden sich wie bereits erwähnt mehrere operative Zugangswege. Im KLH ist der muskelschonende direkte anteriore Zugang das Standardverfahren. Demnach wurden alle 165 Patient/-innen mit dem vorderen Zugang durch das Hueter-Intervall versorgt, d.h. Gruppe 0, 82 Patient/-innen, Gruppe 1, 83 Patient/-innen.

Prothesenfixierung

Grundsätzlich können Hüfttotalendoprothesen zementfrei oder mittels Knochenzement (PMMA-Polymethylmethacrylat) verankert werden. Die zementierte Version kommt beispielsweise bei älteren Patient/-innen mit osteoporotischem Knochen zum Einsatz. Von allen Teilnehmer/-innen dieser Studie wurden 157 Patient/-innen mit einer zementfreien Hüfttotalendoprothese versorgt. Dabei waren es in Gruppe 0 mit 80 Patient/-innen 97,6%, in der Gruppe 1 mit 77 Patient/-innen 92,8% (Abb. 12 und 13). ($p = 0,28$)

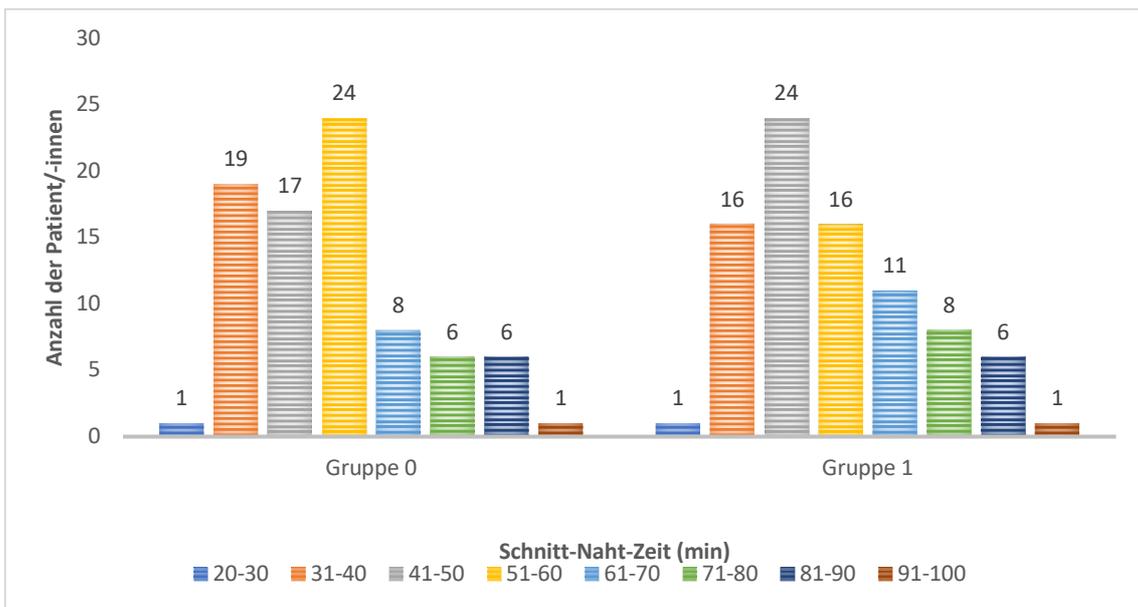
Abb. 12 und 13: Prozentualer Anteil der Prothesenfixation



Schnitt-Naht-Zeit

Die durchschnittliche Dauer der Operationen, genauer gesagt die Schnitt-Naht-Zeit, betrug 54,07 Minuten mit einer Standardabweichung von 15,68 Minuten. In der Gruppe 0 lag sie bei 53,62 Minuten mit einer Standardabweichung von 15,15 Minuten, in der Gruppe 1 wurde sie mit 54,13 Minuten bei einer Standardabweichung von 16,27 Minuten berechnet. Weitere Differenzierungen sind der Abbildung 14 zu entnehmen. (p = 0,94)

Abb. 14: Schnitt-Naht-Zeit



3.4 Postoperative Charakteristika

3.4.1 Charakteristika zur Untersuchung der Primärhypothese

Dauer des stationären Aufenthaltes (LOS)

Zur Überprüfung der Primärhypothese war gerade die Dauer der stationären Behandlung von besonderer Bedeutung. Dabei betrug die durchschnittliche Krankenhausverweildauer der Patient/-innen nach Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese im KLH Würzburg in der Gruppe 0 5,78 Tage ($\pm 1,11$), in der Randomisierungsgruppe 1 hingegen 6,22 Tage ($\pm 1,46$), sodass die frühmobilisierten Patient/-innen exakt 0,44 Tage früher aus der stationären Behandlung entlassen werden konnten. Aus bekannten Gründen wurde im Anschluss daran die Zeit bis zur Entlassungsbereitschaft (RFD) untersucht. ($p = 0,07$)

Readiness for discharge (RFD)

Die stationäre Verweildauer der Patient/-innen stellt einen Faktor dar, der von einer ganzen Reihe von Faktoren beeinflusst werden kann. Um solche Einflussfaktoren auszuschließen, wurde zusätzlich zur LOS die Readiness for discharge eingeführt. Die dafür zugrunde gelegten Kriterien wurden bereits auf der Seite 36 beschrieben.

Die Auswertung der ermittelten Daten ergab, dass Patient/-innen der Randomisierungsgruppe 0 im Durchschnitt nach 3,25 ($\pm 0,15$) Tagen entlassungsbereit waren, die Patient/-innen der Randomisierungsgruppe 1 durchschnittlich erst nach 3,99 ($\pm 0,21$) Tagen. Wie der Tabelle 8 zu entnehmen ist, ließ sich hier ein signifikanter Unterschied zwischen den Randomisierungsgruppen in Bezug auf das Erreichen der Entlassungsbereitschaft nachweisen. ($p = 0,01$)

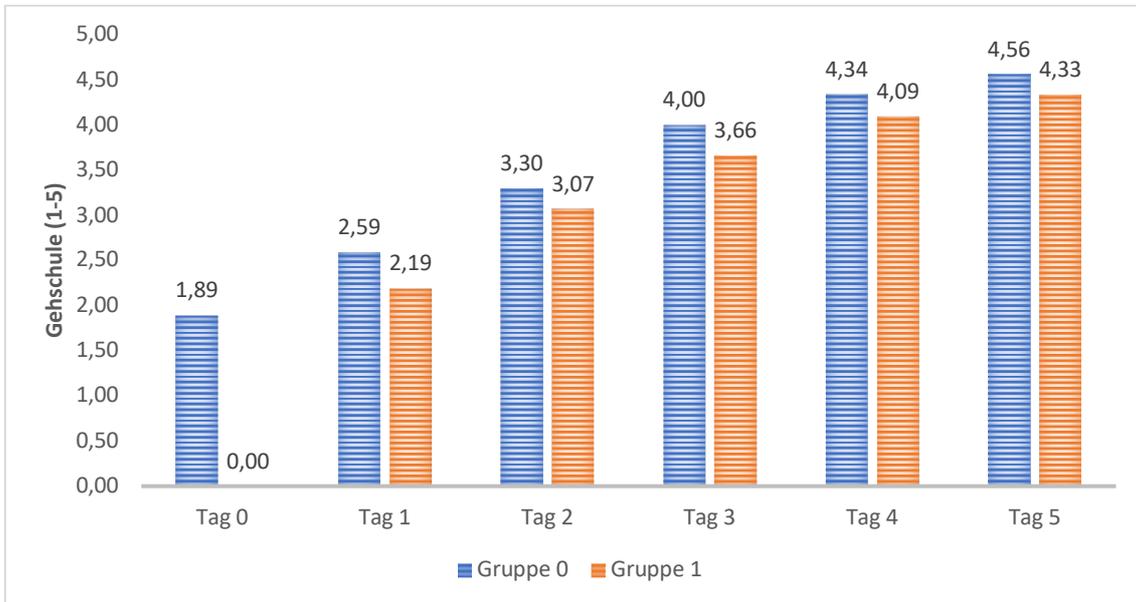
3.4.2 Charakteristika zur Untersuchung der Sekundärhypothese

Mobilität

Um die Mobilität der Patient/-innen zu dokumentieren zu können, wurde das klinikinterne, bereits beschriebene Modell der Gehschule (Stufe 1 bis Stufe 5) verwendet. Wie der Abbildung 15 zu entnehmen ist, waren die Patient/-innen der Gruppe 0 während der ersten fünf postoperativen Tage im Durchschnitt durchweg rascher zu mobilisieren als die Patient/-innen der Gruppe 1. Darüber hinaus erreichten die Patient/-innen der

Frühmobilisierungsgruppe die Stufe 4 der Gehschule bereits am 3. postoperativen Tag, den Patient/-innen der Gruppe 1 gelang dies erst einen Tag später. (Abbildung 15)

Abb. 15: Gehschule



Schmerzintensität (Ruhe- und Belastungsschmerz)

Ruhe- und Belastungsschmerzen wurden mit Hilfe der bereits beschriebenen Numeric Rating-Skala erfasst, wobei der täglich angegebene Ruheschmerz morgens und abends dokumentiert wurde. Wie der Abbildung 16 zu entnehmen ist, wurde für jeden Tag des stationären Aufenthaltes für beide Gruppen ein Durchschnittswert errechnet und dokumentiert. Auffällig sind hier die Unterschiede am dritten postoperativen Tag (Tabelle 3). In Gruppe 0 sinkt der durchschnittliche NRS-Wert an diesem Tag unter 1, während er in Gruppe 1 ansteigt. Der Belastungsschmerz (Tabelle 4) wurde direkt im Anschluss an die Mobilisierung erhoben.

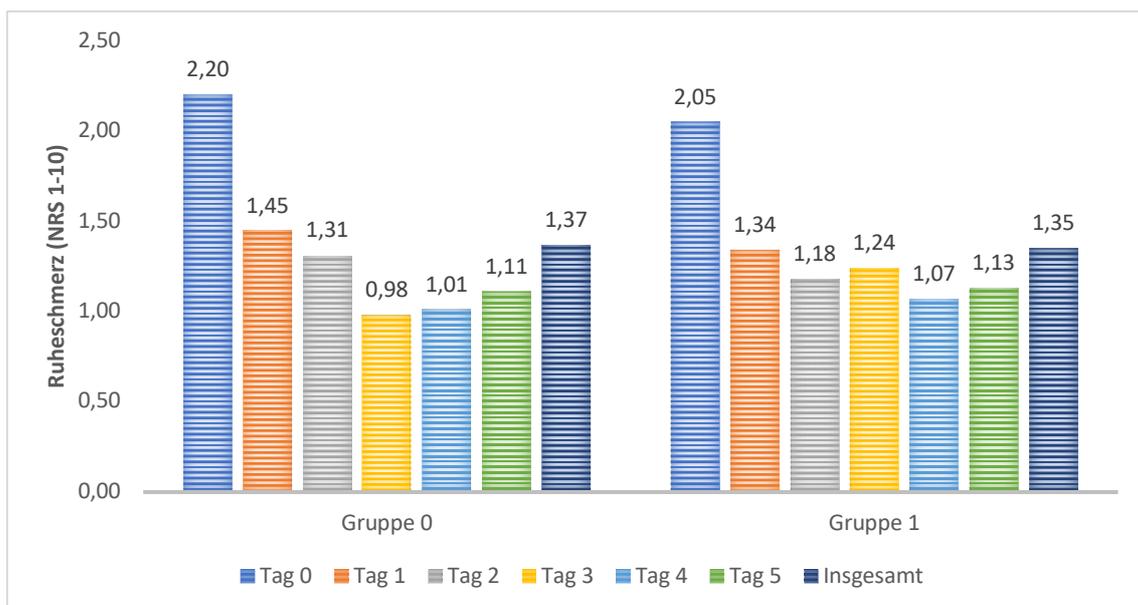
(Ruheschmerz: $p = 0,44$) (Belastungsschmerz: $p = 0,53$)

Tabelle 3

Ruheschmerz		
Mittelwert ± STABW		
	Gruppe 0	Gruppe 1
Tag 0	2,20±2,01	2,05±2,02
Tag 1	1,45±1,40	1,34±1,48
Tag 2	1,31±1,37	1,18±1,15
Tag 3	0,98±1,05	1,24±1,24
Tag 4	1,01±1,18	1,07±1,06
Tag 5	1,11±1,05	1,13±1,45
Alle	1,37±1,47	1,35±1,45

Tabelle 4

Belastungsschmerz		
Mittelwert ± STABW		
	Gruppe 0	Gruppe 1
Tag 0	2,60±1,77	
Tag 1	2,28±1,31	2,40±1,22
Tag 2	2,01±1,21	2,19±1,09
Tag 3	1,90±1,25	2,19±1,11
Tag 4	1,88±1,23	2,00±1,12
Tag 5	1,52±1,15	2,00±1,38
Alle	2,08±1,38	2,17±1,18

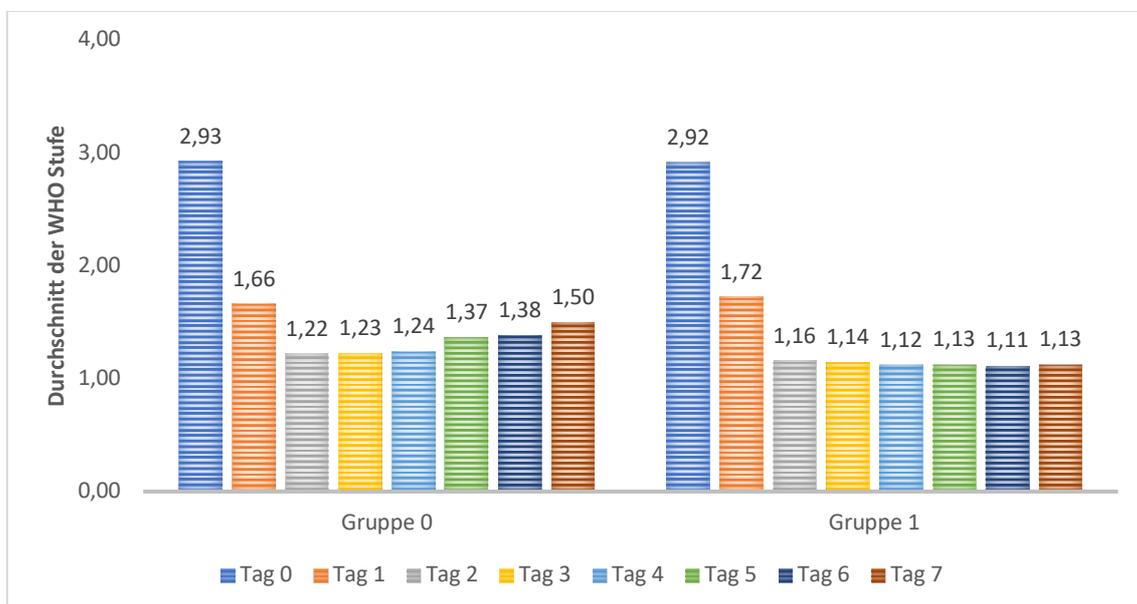
Abb. 16: Ruheschmerz**Schmerzmittelkonsum**

Nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese ist die Einnahme von Analgetika obligater Bestandteil der postoperativen Behandlung. Um die für das Gesamtergebnis so wichtige postoperative Mobilisierung in adäquater Weise durchführen zu können, ist eine schmerzfreie oder zumindest schmerzarme Situation von enormer Bedeutung. Selbstverständlich ist dabei auf Nebenwirkungen und Maximaldosen der verordneten Medikamente zu achten.

Um nun zu analysieren, ob der Beginn der Mobilisierung einen Einfluss auf den postoperativen Schmerzmittelkonsum hatte, wurden die Analgetika wie oben beschrieben dem WHO-Stufenschema zugeordnet und dokumentiert. Dabei erhielten Patient/-innen der Gruppe 0 durchschnittlich Medikamente der WHO-Stufe 1,61 ($\pm 0,67$), Patient/-innen der Gruppe 1 der WHO-Stufe 1,53 ($\pm 0,72$). ($p = 0,49$)

Eine Übersicht der beiden Gruppen hinsichtlich der durchschnittlichen WHO-Stufenschema-Medikation ist der Abbildung 17 zu entnehmen:

Abb. 17: Schmerzmittelkonsum



Komplikationen

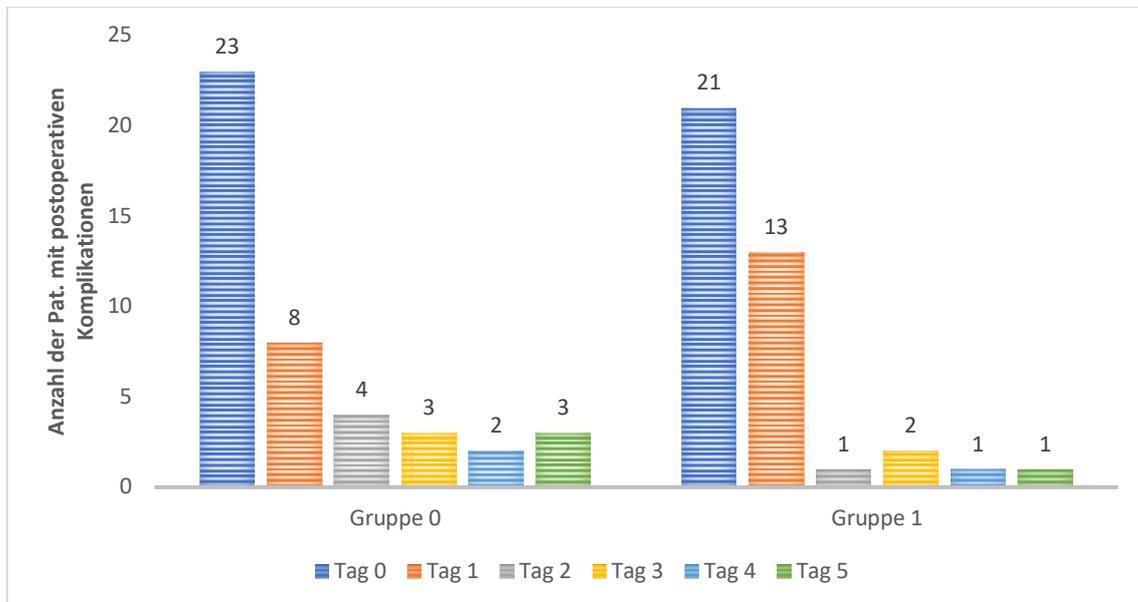
Im Rahmen postoperativ auftretender unerwünschter Ereignisse und Komplikationen standen Schwindel, Übelkeit und Erbrechen sowie extreme Schmerzen (NRS > 7) im Vordergrund.

Während am Operationstag 23 der Patient/-innen (28,05%) in Gruppe 0 an solchen Komplikationen litten, traten diese Ereignisse in Gruppe 1 bei 21 Patient/-innen (25,2%) auf. Die tägliche Anzahl der Patient/-innen mit postoperativen Komplikationen ist der Abbildung 18 zu entnehmen.

Mit Hilfe der Aufzeichnungen im Orbis-System wurden darüber hinaus Komplikationen während der ersten 90 Tage nach der Operation dokumentiert. Während innerhalb der

Gruppe 1 keine Revisionsoperationen erfasst wurden, war dies in der Gruppe 0 bei 3 Patient/-innen der Fall. Ursache dafür waren eine rezidivierende Hüftluxation und zwei periprothetische Femurfrakturen. ($p = 0,73$)

Abb. 18: Postoperative Komplikationen



WOMAC Score (12 Monate postoperativ)

Wie bereits beschrieben wurde der WOMAC Score auch postoperativ ermittelt. Dabei fand sich in Gruppe 0 ein Score von 12,92 ($\pm 16,31$), in Gruppe 1 ein Score von 9,00 ($\pm 10,48$). ($p = 0,30$)

Hämoglobinwerte

Während präoperativ der durchschnittliche Hämoglobinwert in Gruppe 0 bei 14,36 g/dl ($\pm 1,42$) und in Gruppe 1 bei 14,14 g/dl ($\pm 1,16$) lag, fand er sich postoperativ in Gruppe 0 bei 12,2 g/dl ($\pm 1,45$) und in Gruppe 1 bei 12,1 g/dl ($\pm 1,53$). ($p = 0,25$)

3.5 Lineares und logistisches Regressionsmodell

Lineares Regressionsmodell für die RFD

Bei der linearen Regression handelt es sich um ein statistisches Verfahren, bei dem eine abhängige Variable durch eine oder mehrere unabhängige Variablen dargestellt wird. Dabei werden grundsätzlich die Variablen, mit deren Hilfe die abhängige Variable erklärt

werden soll, als unabhängige Variablen bezeichnet.[63] Während die abhängige Variable im untersuchten Zusammenhang die RFD darstellt, gehören zu den unabhängigen Variablen:

- Alter
- Randomisierung
- BMI.

So konnte im Rahmen dieser Studie dargestellt werden, dass gerade das Alter, die Randomisierung sowie der BMI einen signifikanten Einfluss auf die RFD haben (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Lineares Regressionsmodell für RFD

Koeffizienten						
Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		standardisierte Koeffizienten	t	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
4	(Konstante)	1,806	1,697		1,064	0,289
	Alter bei OP	0,045	0,012	0,283	3,687	0,000
	Randomisierung	0,631	0,24	0,201	2,628	0,010
	Body-Mass-Index	0,080	0,026	0,247	3,154	0,002

Logistisches Regressionsmodell für PONV

Bei der logistischen Regression handelt es sich um ein statistisches Analyseverfahren, mit dem lineare Zusammenhänge zwischen zwei Variablen untersucht werden können. Damit konnte die Frage beantwortet werden, ob ein Zusammenhang besteht zwischen bestimmten Charakteristika und einer PONV-Symptomatik.

Wie der Tabelle 6 zu entnehmen ist, ließ sich nachweisen, dass Frauen im Vergleich zu Männern ein signifikant höheres Risiko hatten, eine PONV-Symptomatik zu entwickeln. In diesem Zusammenhang ist auch die Operationsdauer zu nennen. So konnte dargestellt werden: Je länger die Schnitt-Naht-Zeit, desto größer das Risiko für das Auftreten einer PONV-Symptomatik. Auch hier konnte ein statistisch signifikanter Einfluss dargestellt werden.

Tabelle 6: Logistisches Regressionsmodell für PONV

a In Schritt 1 angegebene Variablen: Geschlecht (0=W, 1=M)

b In Schritt 2 angegebene Variablen: Schnitt-Naht-Zeit (Minuten)

Wald= Wald-Statistik

Sig. = Signifikanz

Exp(B) = Odds-Ratio

Variablen in der Gleichung							
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Schritt 1a	Geschlecht	-1,087	0,417	6,794	1	0,009	0,337
	Konstante	-0,6	0,235	6,499	1	0,011	0,549
Schritt 2b	Schnitt-Naht-Zeit	0,027	0,013	4,355	1	0,037	1,027
	Geschlecht	-1,256	0,437	8,275	1	0,004	0,285
	Konstante	-2,006	0,722	7,725	1	0,005	0,134

3.6 Bildung von Untergruppen

Über die Fragestellungen der Primär- und Sekundärhypothese hinaus wurden aus o. g. Gründen für diese Arbeit sog. Hochrisiko-Untergruppen gebildet. Dazu gehören Patient/-innen mit

- einem Alter ≥ 75 Jahren,
- einem BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$
- und einem ASA-Score ≥ 3 .

Um nun die Untergruppen für ältere Patient/-innen zu definieren, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein klinisch relevanter Grenzwert von ≥ 75 Jahren bestimmt, da von diesem Alter an mit einer höheren postoperativen Mortalität, einer höheren Komplikationsrate und einer längeren Krankenhausverweildauer zu rechnen ist.[64]

Um die Untergruppe der adipösen Patient/-innen zu definieren, wurde die Adipositas-Klassifikation der WHO gewählt (BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$).

Zur Definition der Untergruppe der schwer erkrankten Patient/-innen kam die körperliche Statusklassifikation der ASA für Patient/-innen mit mindestens einer schweren systemischen Erkrankung zur Anwendung (ASA ≥ 3).[65]

Von den 165 untersuchten Patient/-innen gehörte etwa die Hälfte zumindest einer Hochrisiko-Untergruppe an, 53,7% (n=44) der Patient/-innen der Gruppe 0, 47% (n=39) der Gruppe 1.

Tabelle 7: Einteilung und Anzahl der Patient/-innen in den Untergruppen

	Gruppe 0	Gruppe 1
Alter \geq 75 Jahren	20 (24,4%)	21 (25,3%)
BMI \geq 30 kg/m ²	20 (24,4%)	23 (27,7%)
ASA-Score \geq 3	12 (14,6%)	9 (10,8%)
Mindestens in einer Gruppe	44 (53,7%)	39 (47%)

Auswirkungen der Untergruppen (Alter \geq 75 Jahren), BMI \geq 30 kg/m², ASA \geq 3) auf RFD (A) und die Komplikationen (B) (Tabelle 8)

Um nun zu klären, ob die Frühmobilisierung bei den Patient/-innen der Untergruppen Auswirkungen auf die RFD und die postoperativen Komplikationen hatte, wurden die Untergruppen näher untersucht.

ad A:

Alter \geq 75 Jahre

Wie zu erwarten, wurde die Entlassungsbereitschaft der Patient/-innen mit diesem Risikoprofil zu einem späteren Zeitpunkt erreicht als in der Normalpopulation. Jedoch war in dieser Untergruppe ein größerer RFD-Unterschied nachzuweisen (Tabelle 8). Während die Gruppe 0 bereits nach 3,85 Tagen (\pm 0,34) entlassungsbereit war, gelang dies in Gruppe 1 erst nach 4,81 Tagen (\pm 0,39), ein Unterschied von 0,96 Tagen. Dagegen konnte in der Altersgruppe $<$ 75 Jahren lediglich ein Unterschied von 0,74 Tagen aufgezeigt werden. (3,25 vs. 3,99). ($p = 0,06$)

BMI \geq 30 kg/m²

Bei adipösen Patient/-innen der Gruppe 0 war mit durchschnittlich 3,25 Tagen (\pm 0,28) die Entlassungsbereitschaft ebenso schnell zu erreichen wie in der Normalpopulation, die Patient/-innen der Gruppe 1 benötigten allerdings 4,39 Tage (\pm 0,49). Somit war die RFD in der Gruppe 0 exakt 1,14 Tage kürzer als in der Gruppe 1, (3,25 vs. 4,39). ($p = 0,05$)

ASA ≥ 3

Auch bei Patient/-innen mit einem höheren ASA-Score war zu erwarten, dass sie im Vergleich zur Gesamtpopulation eine spätere Entlassungsbereitschaft aufwiesen. Mit einem Wert von 4,08 ($\pm 0,4$) in Gruppe 0 und einem Wert von 5,11 ($\pm 0,86$) in Gruppe 1 lagen auch sie über der Entlassungsbereitschaft der Normalpopulation, jedoch war die RFD der Gruppe 0 um ca. einen Tag kürzer als in der Gruppe 1 (4,08 vs. 5,11). ($p = 0,42$)

ad B:

Alter ≥ 75 Jahre

Zur weiteren Differenzierung der klinischen Charakteristika wurden Schwindel, Übelkeit und Erbrechen sowie extreme Schmerzen am Operationstag untersucht. So litten von den präoperativ 20 Patient/-innen (24,4%) der Gruppe 0 und den 21 Patient/-innen (25,3%) der Gruppe 1 postoperativ in der Gruppe 0 3 Patient/-innen (15%), in der Gruppe 1 5 Patient/-innen (23,8%) an diesen unerwünschten Ereignissen. (Tabelle 8)

BMI ≥ 30 kg/m²

Von den präoperativ 20 Patient/-innen (24,4%) der Gruppe 0 und den 23 Patient/-innen (27,7%) der Gruppe 1 litten postoperativ exakt 5 Patient/-innen in Gruppe 0 (25%) und 7 Patient/-innen in Gruppe 1 (30,4%) an o.g. Komplikationen.

ASA ≥ 3

Von den schwer erkrankten Patient/-innen der Gruppe 0 zeigten 3 (25%) o.g. Komplikationen, in Gruppe 1 waren es ebenfalls 3 Patient/-innen (33%).

Somit litten von 12 präoperativen Patient/-innen (14,6%) der Gruppe 0 nach Frühmobilisierung nur 3 Patient/-innen (25%) unter diesen unerwünschten Ereignissen, von den 9 Patient/-innen (10,8%) der Gruppe 1 waren es postoperativ genau 3 Patient/-innen (33%).

4 Diskussion

4.1 Limitationen

Wissenschaftliche Studien sind in der Medizin von enormer Bedeutung, wobei unterschiedliche Studienarten zur Auswahl stehen. Für diese Arbeit wurde eine randomisierte klinische Studie mit prospektivem Studiendesign gewählt. Dabei steht grundsätzlich eine Überprüfung einer oder mehrerer Hypothesen zur Wirksamkeit einer Behandlungsmethode im Vordergrund. Dazu wurden sowohl prä- als auch postoperativ Fragebögen zur Anwendung gebracht und unterschiedliche Daten erhoben. Während solche Datenerhebungen oft zu inkompletten Datensätzen führen, fanden sich in dieser prospektiven Studie nur wenige Informationen unvollständig, sodass dies für die Auswertung von ungeordneter Bedeutung war.

Fallzahlen im Vergleich zu ähnlichen Studien

Da im Rahmen dieser Studie untersucht werden sollte, wie die Primär- und Sekundärhypothese zu beurteilen waren, war in der Planungsphase eine Effektstärke mit einer Potenz von 0,8 und ein Alphafehler von 0,05 gewählt worden, um auf der Basis früherer Daten von Labraca et al.[62] eine adäquate Fallzahl bestimmen zu können. Um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen, wurden für diese Studie 165 Patient/-innen zugrunde gelegt. Im Vergleich zu anderen Studien, wie z.B. der von Okamoto et al.[13] mit 126 Patient/-innen, erwies sich diese Patientenzahl als adäquat.

Ausschlusskriterien im Vergleich zu ähnlichen Studien

Während in anderen Studien Patient/-innen beispielsweise aufgrund von mehr oder weniger relevanten Begleiterscheinungen wie höherem Alter, Übergewicht und höheren ASA-Klassifikationen ausgeschlossen wurden, wurden in diese Studie sämtliche Patient/-innen aufgenommen und alle Patient/-innen, die am Operationstag mobilisiert wurden, mit allen andern verglichen, und zwar unabhängig von Alter, Body-Mass-Index und ASA- Risikoklassifikation. Einziges Ausschlusskriterium war die Verwendung einer Wunddrainage. In einer Studie von Chua et al.[66] konnten dagegen aus oben erwähnten Gründen lediglich 9,4% der Patient/-innen am Operationstag mobilisiert werden.

Nachbeobachtung

Wie im Rahmen der Sekundärhypothese gefordert, umfasste diese Studie grundsätzlich die Daten der Patient/-innen vom ersten Kontakt zum KLH bis zum Zeitpunkt der Entlassung. Darüber hinaus wurde hier lediglich ermittelt, ob innerhalb von 90 Tagen Revisionsoperationen stattfanden. In anderen Studien dagegen umfasste der Beobachtungszeitraum bis zu einem Jahr postoperativ mit dem Ergebnis, dass auch ein Jahr nach der Operation eine Reduktion der Revisionsoperationen dargestellt werden konnte und auch zu diesem Zeitpunkt noch eine erhöhte Patientenzufriedenheit zu verzeichnen war.[67] Dies konnte anhand dieser Studiendaten nicht thematisiert werden, da der Beobachtungszeitraum postoperativ keinen so langen Zeitraum umfasste.

Darüber hinaus können die Ergebnisse dieser Studie nicht auf alle Patient/-innen nach Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese übertragen werden, da sämtliche Studienteilnehmer/-innen über einen direkten anterioren Zugang operiert wurden, dieser muskelschonende Zugangsweg mit geringerer Schmerzintensität und geringerem Blutverlust verbunden ist und sich bei höheren Blutverlusten im Rahmen anderer Zugangswege eine Frühmobilisierung insbesondere bei Risikopatient/-innen schwieriger gestalten kann.[68]

Außerdem ist die Aussagekraft der erhobenen Befunde weiter eingeschränkt, da Patient/-innen primär oder sekundär aufgrund der Verwendung einer Wunddrainage ausgeschlossen wurden. So sind weitere Untersuchungen zu empfehlen, um herauszufinden, ob diese Patient/-innen wirklich von der Frühmobilisierung ausgeschlossen werden sollten.

Ferner beruht die Untergruppenanalyse auf einer zu geringen Anzahl von Patient/-innen. Obwohl die Unterschiede hier bis zum Erreichen der RFD größer waren als in der Gesamtpopulation, waren die Unterschiede vor allem in Bezug auf den ASA-Score ≥ 3 nicht signifikant (Tabelle 8).

Letztendlich besteht die Möglichkeit, dass die Erwartungen der Physiotherapeut/-innen an das Behandlungsergebnis die Aussagekraft der erhobenen Befunde einschränkt, da der therapeutische Erfolg nicht nur vom aktuellen Zustand der Patient/-innen selbst sondern auch vom Ergebnis der Physiotherapie des Vortages beeinflusst werden kann.

WOMAC Score vs. Oxford Hip Score

Im Rahmen dieser Arbeit kam ein sogenanntes Patient Reported Outcome in Form des WOMAC Scores zum Einsatz, um die Einschränkungen der Patient/-innen in Bezug auf Schmerzen, Beweglichkeit und physische Funktion prä- und postoperativ vergleichen zu können. Obwohl dieser Score weit verbreitet ist, finden sich einige Varianten, die bei nicht-standardisierter Durchführung eine einheitliche Aussagekraft einschränken können.[69] So existieren neben dem WOMAC Score der Oxford Hip Score (OHS) sowie der Harris Hip Score (HHS), die eine gleichwertige Alternative zum WOMAC Score darstellen.[70] Aufgrund dieser Gleichwertigkeit und der in dieser Studie zugrunde gelegten standardmäßigen Ermittlung des WOMAC-Scores zeigte sich keine Notwendigkeit, alternative Scores anzuwenden, sodass der zusätzliche Einsatz des OHS oder HHS nicht notwendig erschien.

Andere Studien

Grundsätzlich erfolgte die Operationseinteilung nach dem Zufallsprinzip, sodass die Ergebnisse mit einem normalen Tagesablauf einer orthopädischen Klinik zu vergleichen sind. Demgegenüber werden manche Studien mit diesen oder ähnlichen Fragestellungen in Kliniken durchgeführt, in denen die Fast-Track-Programme seit Jahren etabliert sind. Da hier von besonders spezialisierten Teams auszugehen ist, lassen sich die dort erhobenen Daten eher selten auf den klinischen Alltag übertragen. Letztlich sind Fast-Track-Programme bei uns noch nicht so etabliert wie in skandinavischen Ländern oder den USA.[71]

Operierende mit unterschiedlicher OP-Erfahrung

Die für diese Dissertation durchgeführten totalendoprothetischen Eingriffe wurden von zehn Operierenden mit unterschiedlicher Operationserfahrung durchgeführt, sodass durchaus die Möglichkeit einer verlängerten Schnitt-Naht Zeit mit einem erhöhten Risiko für Wundinfektionen bestand.[71] Um den Einfluss solcher Faktoren zu minimieren, wäre es von Vorteil gewesen, wenn ein und derselbe Operierende für alle Patient/-innen der Studie zuständig gewesen wäre. Dies ist jedoch im Klinikalltag schwer durchführbar und hätte auch wegen möglicherweise auftretender individueller Leistungsschwankungen der Operierenden nur eine eingeschränkte klinisch relevante Aussagekraft mit sich gebracht.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Wie oben bereits erwähnt, wurden sämtliche im Rahmen dieser Dissertation erhobenen Charakteristika in die Kategorien prä-, intra- und postoperativ eingeteilt. Diese sollen im Folgenden eingehend diskutiert werden.

Diskussion der Ergebnisse präoperativer Charakteristika

Alter

Während das Durchschnittsalter der Patient/-innen der Gruppe 0 65,80 Jahre ($\pm 10,18$) betrug, fand sich in Gruppe 1 ein Wert von 66,10 ($\pm 10,73$). Dabei war bei einem p-Wert von 0,73 kein signifikanter Unterschied bezüglich der beiden Gruppen nachweisbar. (Tabelle 8)

Nach langer Leidenszeit mit therapieresistenten Beschwerden ist es nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese oberstes Ziel, die Patient/-innen so schnell wie möglich in Alltag bzw. Berufsleben zu integrieren. Aufgrund der demografischen Entwicklung mit zunehmender Alterung der Bevölkerung erscheint es jedoch von großer Bedeutung, Behandlungskonzepte nicht nur für junge, weniger stark erkrankte Patient/-innen zu erstellen, sondern auch für die älteren, um die LOS und RFD positiv zu beeinflussen. In einer randomisierten prospektiven Studie aus dem Jahr 2020 konnten Petersen et al. bereits zeigen, dass Patient/-innen auch ab einem Alter von 85 Jahren von Fast-Track-Programmen profitieren, und das ohne Erhöhung der Wiederaufnahme- oder Sterblichkeitsraten. Dabei ließ sich die LOS um zwei Tage reduzieren.[72] Um nun zu überprüfen, ob auch die Patient/-innen dieser Studie im Rahmen der Fast-Track Programme insbesondere durch die Frühmobilisierung profitierten, wurde zunächst das o. g. lineare Regressionsmodell erstellt. Hier konnte dargestellt werden, dass das Alter grundsätzlich einen signifikanten Einfluss auf die Readiness for discharge hat (Tabelle 5), wobei sich für die RFD bei Patient/-innen ab 75 Jahren für die Gruppe 0 ein Wert von 3,85 Tagen ($\pm 0,34$) und für die Gruppe 1 von 4,81 Tagen ($\pm 0,39$) ergab. Somit erreichten die Patient/-innen der Gruppe 0 die Entlassungsbereitschaft 0,96 Tage früher als die Gruppe 1, sodass die Ergebnisse von Petersen et al. im Rahmen dieser Studie im Wesentlichen Bestätigung finden konnten.

Geschlecht

Während in Gruppe 0 eine Geschlechtsverteilung von 40/42 (m/f) nachzuweisen war, fand sich in Gruppe 1 eine Verteilung von 35/48 (m/f). Auch hier zeigte die unabhängige Blockrandomisierung Erfolg, weil für die Geschlechtsverteilung kein signifikanter Unterschied zwischen den Randomisierungsgruppen nachzuweisen war.

Zusätzlich war im Rahmen dieser Arbeit zu klären, ob ein Zusammenhang zwischen bestimmten Charakteristika und einer PONV-Symptomatik bestand. Dies gelang mit Hilfe des erstellten logistischen Regressionsmodells, wobei wie beschrieben in dieser Studie gezeigt werden konnte, dass Frauen im Vergleich zu den Männern ein signifikant höheres Risiko hatten, eine PONV-Symptomatik zu entwickeln. (Tabelle 6)

BMI

Während der letzten Jahre konnte in Deutschland ein ständig steigender BMI beobachtet werden. Zwischen 1997 – 1999 lag die Adipositasprävalenz noch bei 20,7%, während sie zwischen 2008 – 2011 auf 23,6% anstieg.[73] Bereits 2008 wurde von Busato et al. beschrieben, dass ein hoher BMI einen Risikofaktor für die Implantation einer Hüfttotalendoprothese darstellt.[74] Umso wichtiger ist es, auch für diese Patient/-innen ein effektives Behandlungskonzept auf den Weg zu bringen, um die RFD zu verkürzen. Dies ist von besonderer Bedeutung, da eine Studie aus den Niederlanden von Peters et al. 2020 für Patient/-innen mit einem hohen BMI ($> 30 \text{ kg/m}^2$) zeigen konnte, dass gerade diese Studienteilnehmer/-innen nach Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese am meisten von einer postoperativen Verbesserung der angegebenen körperlichen Funktionsfähigkeit, Schmerzlinderung und Lebensqualität profitierten.[75] Im Rahmen dieser Studie konnte nun nachgewiesen werden, dass die frühmobilisierten Patient/-innen mit einem $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ durch eine kürzere RFD im Vorteil waren. (Tabelle 8)

Auch Okamoto et al. untersuchten den Einfluss einer am Operationstag beginnenden Mobilisierung auf die RFD. Dabei wurden jedoch Patient/-innen bereits präoperativ von der Studie ausgeschlossen, wenn ein erhöhtes Risiko für Komplikationen anzunehmen war und der BMI über 30 kg/m^2 lag.[13] In unserer Studie jedoch wurde kein/-e Patient/-in aufgrund eines hohen BMI ausgeschlossen. Während hier der durchschnittliche BMI in der Gruppe 0 bei $27,52 \text{ kg/m}^2 (\pm 5,14)$ und in Gruppe 1 bei $27,68 \text{ kg/m}^2 (\pm 4,44)$ lag,

finden sich die Durchschnittswerte in der Studie von Okamoto bei $28,5 \text{ kg/m}^2 (\pm 4,5)$ in Gruppe 0 und $27,7 \text{ kg/m}^2 (\pm 4,4)$ in Gruppe 1.

ASA-Risikogruppen

Diese Dissertation wurde u. a. durchgeführt, um zu untersuchen, ob für Patient/-innen mit einem bestimmten Risikoprofil allein der Zeitpunkt der Mobilisierung einen Einfluss auf die RFD hat. Dabei kam wie bereits erwähnt unter anderem die ASA-Klassifikation zur Anwendung.

Okamoto et al. konnten bereits nachweisen, dass die Frühmobilisierung die Readiness for discharge signifikant verkürzt. Allerdings gestaltet sich die Interpretation dieser Studie schwierig, da nicht nur Patient/-innen mit einem $\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$, sondern auch Patient/-innen mit einem ASA-Score > 2 von der Studie ausgeschlossen wurden, wobei gerade für diese Gruppe ein signifikant erhöhtes Risiko für intra- und postoperative Komplikationen diskutiert wird.[76, 77]

In unserer Studie lag nun der durchschnittliche ASA-Score für die Gruppe 0 bei $2,04 (\pm 0,51)$, für Gruppe 1 bei $1,98 (\pm 0,49)$. Während Peters et al. 2020 nachweisen konnten, dass auch Patient/-innen mit einem höheren ASA-Score (3-4) von der postoperativen Verbesserung der angegebenen körperlichen Funktionsfähigkeit, Schmerzlinderung und Lebensqualität profitieren[75], konnte im Rahmen dieser Studie dargestellt werden, dass für unsere Studienteilnehmer/-innen trotz des ASA Scores ≥ 3 in Gruppe 0 eine RFD nach 4,08 Tagen ($\pm 0,40$) ermittelt wurde, während der Wert bei Gruppe 1 bei 5,11 Tagen ($\pm 0,86$) lag.

Schmerzintensität

Wie oben beschrieben wurden im Rahmen dieser Studie im Hinblick auf die präoperative Schmerzintensität die Daten von nur 144 Patient/-innen statistisch ausgewertet, da von den 165 untersuchten Patient/-innen bei 21 von ihnen die präoperative Schmerzintensität nicht dokumentiert wurde. Sie lag für alle anderen Patient/innen bei 4,61 (NRS) mit einer Standardabweichung von 2,51, wobei dieser Wert im Wesentlichen dem von Okamoto et al.[13] dokumentierten entspricht. Diese 144 Patient/-innen wurden wiederum in die bereits bekannten Gruppen aufgeteilt, 72 Patient/-innen in Gruppe 0 und 72 in Gruppe 1. In der Gruppe 0 betrug der Durchschnittsschmerz 4,19 (NRS) mit einer

Standardabweichung von 2,42, in Gruppe 1 im Durchschnitt 4,99 (NRS) bei einer Standardabweichung von 2,58, sodass die Patient/-innen der Gruppe 1 präoperativ unter deutlich mehr Schmerzen litten als die der Gruppe 0.

Hämoglobinwert und Patient Blood Management

Unter Patient Blood Management (PBM) versteht man ein interdisziplinäres multimodales Behandlungskonzept zur Optimierung einer präoperativen Anämie, zur Reduktion perioperativer Blutverluste sowie zum rationalen Einsatz von Blutprodukten. [60,61]

Nach Definition der WHO ist von einer Anämie auszugehen, wenn der Hb-Wert bei Frauen < 12 g/dl und bei Männern < 13 g/dl zu finden ist.

Da wie bereits ausgeführt ein niedriger präoperativer Hämoglobinwert ein perioperatives Risiko darstellt, war er in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung und im Rahmen dieser Dissertation auch zu bestimmen. So sind bei elektiven operativen Eingriffen wie der Implantation einer Hüfttotalendoprothese Blutverluste > 500 ml durchaus möglich, sodass schon aus diesem Grund die Optimierung einer präoperativen Anämie anzustreben ist. Von 378.069 endoprothetischen Eingriffen errechneten Meybohm et al. für elektive Hüfttotalendoprothesen in Deutschland in einem Zeitraum von 2012 bis 2018 eine Prävalenz für eine präoperative Anämie von 22,9%[78]. Zudem konnten auch Grosso et al. darlegen, dass eine präoperative Anämie bei endoprothetischen Eingriffen ein Risikofaktor für das Auftreten perioperativer Komplikationen ist und die Revisionsrate der Patient/-innen erhöht.[79] So wurden die präoperativen Hämoglobinwerte dieser Studie in Gruppe 0 im Durchschnitt mit 14,36 g/dl ($\pm 1,34$) und in Gruppe 1 mit 14,2 g/dl ($\pm 1,25$) errechnet, postoperativ wurde in Gruppe 0 ein Wert von 12,2 g/dl ($\pm 1,45$) und in Gruppe 1 exakt 12,1 g/dl ($\pm 1,35$) ermittelt.

Dabei fanden sich in Gruppe 0 präoperativ 3 Frauen mit einem Hb < 12 g/dl, in Gruppe 1 war es lediglich eine Patientin. Bei den Männern ließ sich sowohl in Gruppe 0 als auch in Gruppe 1 jeweils 1 Patient mit einem Hb < 13 g/dl nachweisen, ohne dass dies prä- oder postoperativ zu Konsequenzen (z.B. einer Bluttransfusion), zu perioperativen Komplikationen oder einer postoperativen Revision geführt hätte. So konnte trotz einiger niedriger präoperativer Hämoglobinwerte eine dadurch bedingte Erhöhung des perioperativen Risikos in dieser Studie nicht dargestellt werden. Die Prävalenz für eine

präoperative Anämie betrug lediglich 3,03%, sodass die in der Arbeit von Meybohm et al. angegebene Prozentzahl von 22,9 % im Rahmen dieser Arbeit nicht bestätigt werden konnte.

Diskussion der Ergebnisse intraoperativer Parameter

Anästhesieverfahren

Von den 165 der Studie zugeführten Patient/-innen erhielten 104 eine Intubationsnarkose (ITN) und 61 eine Spinalanästhesie. Davon wurden in der Gruppe 0 51 Patient/-innen mit einer ITN versorgt, 31 erhielten eine Spinalanästhesie, in Gruppe 1 waren es 54 Patient/-innen mit einer ITN und 29 mit einer Spinalanästhesie.

Während Harsten et al. in einer 2015 veröffentlichten Studie beschrieben, dass im Vergleich zur Spinalanästhesie die ITN zu einer kürzeren LOS, einer geringeren PONV-Symptomatik und einer geringer ausgeprägten orthostatischen Dysregulation führt[80], gaben wiederum Pu und Sun in einer 2019 veröffentlichten Metaanalyse an, dass die Spinalanästhesie gegenüber einer ITN von Vorteil sei. In dieser Metaanalyse mit insgesamt 487 Patient/-innen wurden 5 Studien nach Implantation primärer Hüfttotalendoprothesen bearbeitet. Dabei hatten die Patient/-innen nach durchgeführter Spinalanästhesie eine signifikant kürzere LOS und eine signifikant geringere PONV Symptomatik[81]. Da sich diese Dissertation jedoch nicht mit dem Vergleich ITN vs. Spinalanästhesie beschäftigt, können die Ergebnisse dieser beiden o.g. Studien nicht weiter kommentiert werden. Da sowohl Vollnarkose als auch Spinalanästhesie Vor- und Nachteile bieten, sollte die Wahl des Narkoseverfahrens interdisziplinär auf die individuellen Bedürfnisse der Patient/-innen abgestimmt werden.

Operativer Zugangsweg

Der im KLH zu Würzburg seit 2008 standardmäßig durchgeführte minimalinvasive vordere Zugang durch das Hueter-Intervall wurde bei sämtlichen Patient/-innen zur Anwendung gebracht. Er zeichnet sich durch einen geringeren Blutverlust, weniger Schmerzen und aufgrund der muskelschonenden Technik durch eine schnellere Rekonvaleszenz aus[82, 83]. Da die Anzahl der operativen Zugangswege zum Hüftgelenk vergleichsweise groß ist und dadurch postoperativ Unterschiede in Bezug auf Muskelschädigung, Mobilisation und Rehabilitation resultieren, lassen sich die

postoperativen Ergebnisse von Studien mit anderen Zugangswegen nur begrenzt vergleichen.

Trotz exzellenter Ergebnisse werden minimal invasive Zugänge nach wie vor kontrovers diskutiert. So konnte in einer Metaanalyse von Migliorini et al. 2019 bei 4761 Patient/-innen, die eine Hüfttotalendoprothese erhielten, keine Vorteile eines minimal-invasivem Zugangs im Vergleich zu anderen Zugängen beschrieben werden.[84]

Auch Moerenhout et al. kamen 2020 in einer prospektiven, randomisierten, multizentrischen Studie zu dem Ergebnis, dass der minimal invasive anteriore Zugang im Vergleich zum posteriorem keine signifikanten Vorteile in Bezug auf LOS und Mobilität zeigt. Allerdings wurde hier eine sehr kleine Anzahl an Patient/-innen untersucht. (28 anterior, 27 posterior). Darüber hinaus wurde in dieser Studie kein Fast-Track Programm durchgeführt.[85] Es ist daher nicht auszuschließen, dass gerade die Kombination direkter anteriorer Zugänge mit Fast-Track Programmen zu deutlich besseren Ergebnissen führt. Hier können weitere Studien wichtige Informationen liefern.

Prothesenfixierung

Von den 165 Patient/-innen dieser Studie wurden 157 mit einer zementfreien Hüfttotalendoprothese versorgt, wobei sich die Haltbarkeit dieser Implantate nicht genau bestimmen lässt. Das Deutsche Ärzteblatt berichtet in einem Beitrag vom April 2019 von einer britischen Arbeitsgruppe, die aufgrund einer Metaanalyse von Fallserien und nationalen Endoprothesenregistern endoprothetisch versorgte Gelenke untersuchte. Danach beträgt die Haltbarkeit von Hüftendoprothesen nach 15-20 Jahren ca. 75%, nach 25 Jahren mindestens 50%. Während in Deutschland derzeit jährlich ca. 219.000 Hüftendoprothesen implantiert werden, waren ca. 30.000 Revisionsoperationen (mit und ohne Prothesenwechsel) zu verzeichnen.[86]

Da aufgrund der demografischen Entwicklung mit immer älter werdenden Patient/-innen auch Revisionsoperationen an Häufigkeit zunehmen werden, wurde im Rahmen dieser Studie primär eine zementfreie Prothesenimplantation angestrebt.

So erhielten 97,6% (n=80) der Patient/-innen in Gruppe 0 und 92,8% (n=77) der Patient/-innen in Gruppe 1 eine zementfrei Hüfttotalendoprothese. Während in Schweden derzeit 93% der Hüfttotalendoprothesen zementfrei implantiert werden, sind es in Deutschland laut Sendtner et al. nur 65%.[21]

In Deutschland kommen Fast-Track Programme im Vergleich zu den Vereinigten Staaten und auch einigen europäischen Ländern deutlich seltener zur Anwendung. Dies resultiert zum einen aus der Tatsache, dass in Deutschland Innovationen nicht immer zeitnah umgesetzt werden können, zum anderen steht dem möglicherweise eine Besonderheit des deutschen Gesundheitswesens im Weg. Die für die Patient/-innen resultierenden zweckmäßigen und notwendigen Behandlungskosten werden von den Krankenversicherungen übernommen und entsprechend dem deutschen Fallpauschalensystem, den Diagnosis related groups (G-DRG), vergütet. Mit diesen Pauschalen haben die Krankenhäuser die anfallenden Kosten zu decken. Dies wird jedoch aus unterschiedlichen Gründen immer schwieriger. Dennoch wurde das Budget für die Implantation von Hüfttotalendoprothesen im Jahr 2019 um 4,28% und im Jahr 2020 um 4,34% gekürzt[71].

Schnitt-Naht-Zeit

Nicht nur im Rahmen der orthopädischen Chirurgie bringen Operationen Risiken mit sich. Laut Nowak et al. hat bei Implantationen von Hüfttotalendoprothesen die Operationsdauer einen signifikanten Einfluss auf postoperative Komplikationen. So konnte im Rahmen dieser Arbeit mit Hilfe des logistischen Regressionsmodells Folgendes dargestellt werden: Je länger die Schnitt-Naht-Zeit ist, desto größer ist das Risiko für das Auftreten einer PONV Symptomatik. Wie der Tabelle 6 zu entnehmen ist, konnte auch hier ein statistisch signifikanter Einfluss dargestellt werden.

Während es intraoperativ in seltenen Fällen zu Gefäß- und Nervenverletzungen, Beinlängendifferenzen und vor allem bei zementloser Verankerung zu einer Sprengung des Oberschenkelschaftes kommen kann, treten bei längerer Operationsdauer darüber hinaus postoperativ vermehrt Wundinfektionen, Thrombosen und Blasenentzündungen auf.[87,88]

Dies konnte im Rahmen unserer Studie nicht beobachtet werden, zumal die durchschnittlich errechneten Schnitt-Naht-Zeiten in Gruppe 0 und Gruppe 1 keinen signifikanten Unterschied aufwiesen. So betragen sie für die Gruppe 0 durchschnittlich 53.62 (\pm 15.15) Minuten und für die Gruppe 1 54.13 (\pm 16.27) Minuten.

In beiden Gruppen fand sich die durchschnittliche Operationsdauer innerhalb der von Nowak et al. beschriebenen optimalen Zeitspanne von 40 – 90 Minuten. In diesem

Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass für eine möglichst kurze Schnitt-Naht-Zeit und den Erfolg von Fast-Track Programmen eine optimale Zusammenarbeit von Anästhesist/-innen und Operierenden von enormer Bedeutung ist. Gerade dadurch wird eine möglichst frühe Mobilisierung ermöglicht, sodass neben einer kürzeren RFD auch geringere postoperative Komplikationsraten resultieren können.

Diskussion der Ergebnisse postoperativ relevanter Charakteristika

LOS und RFD

Ohne weitere Daten zu kennen, liegt die Vermutung nah, dass postoperativ eine frühzeitige Mobilisierung zu einer Veränderung der LOS führt. Die durchschnittliche Dauer des stationären Aufenthaltes nach primärer Implantation einer Hüfttotalendoprothese betrug im KLH in Gruppe 0 5,78 ($\pm 1,11$) Tage und in Gruppe 1 6,22 ($\pm 1,46$) Tage, wobei sich somit zwischen den beiden Randomisierungsgruppen ein Unterschied von 0,44 Tagen nachweisen ließ. Da jedoch aus vielfachen Gründen die Möglichkeit besteht, dass Patient/-innen später aus der stationären Behandlung entlassen werden als es möglich gewesen wäre, wurde zusätzlich die sogenannte Readiness for Discharge verwendet. Mit Hilfe der oben bereits erwähnten Kriterien konnte dabei nachgewiesen werden, dass Patient/-innen der Randomisierungsgruppe 0 durchschnittlich 0,74 Tage früher entlassungsbereit waren als die Patient/-innen der Gruppe 1. (Tabelle 8)

So ergab die Auswertung der RFD, dass die Zeit bis zur Entlassungsbereitschaft bei einer am Operationstag beginnenden Mobilisierung im Vergleich zu einem Mobilisierungsbeginn am Tag nach der Operation signifikant verkürzt wird. Dadurch konnten Ergebnisse anderer Studien bestätigt werden.[13, 57, 89]

Mobilität

Um die Mobilität der Patient/-innen zu dokumentieren, wurde das klinikinterne, bereits beschriebene Modell der Gehschule Stufe 1-5 verwendet. Dabei erreichten im Durchschnitt die Patient/-innen der Gruppe 0 an Tag 3, die Patient/-innen in Gruppe 1 jedoch erst an Tag 4 die Stufe 4 der Gehschule. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass die Patient/-innen der Gruppe 0 im Vergleich zu denen der Gruppe 1 in Bezug auf Mobilität während der ersten 5 postoperativen Tage deutlich im Vorteil waren (Abb. 15).

Eine Metaanalyse aus dem Jahr 2018 von Deng et al. bestätigte diese Ergebnisse. Dabei konnte zwar eine signifikante Reduktion von LOS, postoperativen Komplikationen, Transfusionsrate und Mortalität dargestellt werden, ein signifikanter Einfluss auf den Bewegungsumfang, die sog. „range of motion“ (ROM), konnte jedoch nicht beobachtet werden.[90] Demgegenüber zeigte eine Studie von Götz et al. aus dem Jahr 2021, dass durch Fast-track-Programme durchaus eine signifikante Verbesserung der ROM erreicht werden kann.[9] Die Untersuchung der ROM war jedoch nicht Bestandteil dieser Studie.

Schmerzsymptomatik

Wie beschrieben war im Rahmen dieser Studie mit Hilfe der Numerischen Rating Skala zwischen Ruhe- und Belastungsschmerzen zu unterscheiden.

Die täglichen Ruheschmerzen der Patient/-innen wurden von den Pflegekräften erfasst. Hierbei schien die Methode, bei allen Patient/-innen den zuerst und zuletzt gemessenen Wert des Tages zu dokumentieren, geeignet. Die dabei zu verzeichnenden täglichen Schmerzpitzen konnten allerdings nicht berücksichtigt werden, sodass lediglich die zuerst und zuletzt dokumentierten Werte in die Studie einfließen konnten.

Die Belastungsschmerzen wurden im Anschluss an die Mobilisierung ebenfalls täglich erhoben. Da an Sonntagen keine Mobilisierung der Patient/-innen erfolgen konnte, wurde an diesen Tagen auch kein Wert dokumentiert. Während sich der Ruheschmerz in der Gruppe 0 durchschnittlich bei 1,37 (\pm 1,47) und für die Gruppe 1 bei 1,35 (\pm 1,45) fand, konnte in der Gruppe 0 ein Belastungsschmerz von 2,08 (\pm 1,38) und die Gruppe 1 von 2,17 (\pm 1,18) ermittelt werden. Somit war im Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf die Schmerzsymptomatik kein relevanter Unterschied festzustellen.

Schmerzmittelkonsum

Der Schmerzmittelkonsum wurde mit Hilfe des oben beschriebenen WHO-Stufenschemas dokumentiert. Alle Patient/-innen erhielten am Operationstag ein Medikament der WHO-Stufe-III.

Wie eine Reihe von Studien nachweisen konnten, hatten Patient/-innen, die an Fast-Track Programmen teilnahmen, gerade in der postoperativen Phase weniger Schmerzen und benötigten daher auch weniger Analgetika. Bei einer ganzen Reihe dieser Studien wurden jedoch Patient/-innen aus unterschiedlichen Gründen ausgeschlossen. So konnte in einer

Studie von Götz et al.[9] zwar eine Reduktion der postoperativen Schmerzmedikation nachgewiesen werden, allerdings wurden Patient/-innen mit chronischen Schmerzen ausgeschlossen. Darüber hinaus war eine Spinalanästhesie für die Teilnahme obligat. Ferner erhielten sämtliche Patient/-innen in dieser Studie zusätzlich eine Injektion von Lokalanästhetika periazetabulär und/oder femoral mit 200 mg Ropivacain, sodass die Reduktion der postoperativen Schmerzmedikation auch dadurch zu erklären ist. So war es Aufgabe dieser Arbeit, die postoperative Schmerzmedikation ohne Therapiemaßnahmen dieser Art zu ermitteln.

Um nun zu analysieren, ob der Beginn der Mobilisierung einen Einfluss auf die postoperative Schmerzmitteleinnahme hatte, wurden die verabreichten Analgetika dem WHO-Stufenschema zugeordnet und dokumentiert. Dabei erhielten Patient/-innen der Gruppe 0 durchschnittlich Medikamente der WHO-Stufe 1,61 ($\pm 0,67$), Patient/-innen der Gruppe 1 der WHO-Stufe 1,53 ($\pm 0,72$). Im Vergleich der beiden Randomisierungsgruppen ließ sich hinsichtlich des postoperativen Schmerzmittelkonsums letztendlich kein relevanter Unterschied beobachten.

Sollte über eine orale Schmerzmedikation hinaus ein erhöhter Schmerzmittelbedarf zu erwarten sein, können weitere Maßnahmen zur Anwendung kommen. So stellt eine sog. Lokale infiltrative Analgesie (LIA) eine zusätzliche Möglichkeit dar, postoperative Schmerzen effektiv und sicher zu lindern. Dieses Verfahren kann sowohl intra- als auch postoperativ zur Anwendung kommen. Laut Sandri et al. 2020 ist dieses Verfahren nicht nur sicher, sondern reduziert auch das Risiko postoperativer Komplikationen. Außerdem soll die Anwendung der LIA die Beweglichkeit verbessern und - falls intraoperativ injiziert - den Blutverlust minimieren.[91]

Komplikationen (unerwünschte Ereignisse)

Zu unerwünschten Ereignissen gehören postoperativ vor allem Schwindel, Übelkeit und Erbrechen sowie starke Schmerzen. Sie stellen im Rahmen postoperativer Behandlungsphasen keine Seltenheit dar. Ca. 20-30% der Patient/-innen klagen nach chirurgischen Eingriffen allein über Übelkeit und Erbrechen[92].

Eine Studie von Krenk et al. beschrieb 2012 im Rahmen von Fast-Track Programmen eine signifikante Veränderung dieser postoperativen Ereignisse mit einer Symptomreduktion von mehr als 50% nach einer Woche.[92] Trotz der Möglichkeit zur

PONV-Prophylaxe kam es bei Patient/-innen unserer Studie zu diesen Komplikationen, und zwar am Operationstag in Gruppe 0 zu 28,05% und in Gruppe 1 zu 25,2%.

Mit dem Ziel, herauszufinden, welchen Patient/-innen man prophylaktische Maßnahmen zur Vermeidung einer PONV-Symptomatik zukommen lassen sollte, wurden nun bestimmte Charakteristika untersucht. Mit Hilfe des o.g. logistischen Regressionsmodells fanden sich wie beschrieben zwei Parameter, die einen statistisch relevanten Einfluss auf die PONV-Symptomatik hatten. Während bei Frauen ein signifikant höheres Risiko für diese Symptomatik nachzuweisen war, galt dies auch für Patient/-innen mit einer längeren Operationsdauer, sodass gerade in diesen Fällen eine PONV-Prophylaxe anzuraten ist.

Auch in anderen Studien konnte dargestellt werden, dass bestimmte Parameter das Risiko für eine PONV-Symptomatik signifikant erhöhen. Dazu gehören:

Das weibliche Geschlecht, Nichtraucher/-innen, Übelkeit bei Voroperation und eine postoperative längere Opiattherapie[92]. Abgesehen vom weiblichen Geschlecht und der Operationsdauer wurden diese Risikofaktoren im Rahmen dieser Studie nicht erfasst.

Wie bereits erwähnt sind Komplikationen Teil des chirurgischen Behandlungsrisikos. Zur erfolgreichen Vermeidung allgemeiner Komplikationen steht eine Reihe von Maßnahmen zur Verfügung. Dazu gehören unter anderem auch die Fast-Track Programme. Die frühe postoperative Mobilisierung ist in diesem Zusammenhang ein wichtiger Faktor.

Während zu diesem Themenkomplex die bereits erwähnte Metaanalyse von Masaracchio et al.[12] 2017 kein erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen feststellen konnte, berichteten Savaridas et al. bereits 2012, dass Patient/-innen sogar weniger Komplikationen erlitten, wenn sie an einem Fast-track-Programm teilnahmen.[93]

Dabei ist jedoch anzumerken, dass die Teilnehmer/-innen dieser Studie eine präoperative Schulung erhielten. Auch wenn endgültig noch nicht geklärt ist, ob Patient/-innenschulungen einen positiven Einfluss auf die postoperativen Ergebnisse haben, könnte dies ein zusätzlicher Grund für die geringere Komplikationsrate sein.[94] Eindeutig nachgewiesen werden konnte, dass adäquate Schulungen von Mitarbeiter/-innen die postoperativen Ergebnisse positiv beeinflussen[95].

In einer weiteren Metaanalyse kamen Zhu et al. 2017 zu dem gleichen Ergebnis. Auch hier konnte eine signifikante Reduktion postoperativer Komplikationen nachgewiesen

werden.[96] Die größten Unterschiede zwischen Fast-Track- und Non-Fast-Track Programmen fanden sich jedoch bei Kniegelenktotalendoprothesen, wie z.B. von den Hertog et al. [97] und Auyong et al. beschrieben. [98]. Eine Metaanalyse, die sich im Zusammenhang mit Fast-Track-Studien allein auf Hüfttotalendoprothesen beschränkt, konnte nicht ermittelt werden.

Zu diesem Themenkomplex werden immer wieder neue, z.T. auch sich widersprechende Studien veröffentlicht. Eine aktuelle von Keulen et al. aus dem Jahr 2021 umfasste 525 Patient/-innen (90 primäre Hüfttotalendoprothesen, 277 primäre Knieendoprothesen und 185 primäre monokondyläre Schlittenprothesen), die initial für ambulante gelenkendoprothetische Eingriffe vorgesehen waren. Dabei wurden sämtliche Komplikationen und Wiederaufnahmen in einem 90-tätigen Follow-up auf Zeitpunkt und Ursachen untersucht und anhand der LOS verglichen. Da im Rahmen dieser Studie nach 30 Tagen eine Komplikationsrate von 9,95% und nach 90 Tagen von 15% ermittelt wurde und dabei die Wiederaufnahmerate 2,5 % nach 30 Tagen und 4,2% nach 90 Tagen betrug, bleibt als Schlussfolgerung festzuhalten, dass auch im Rahmen dieser Studie keine erhöhte Komplikationsrate nachgewiesen werden konnte.[99]

Im Gegensatz dazu wurde in einer Studie von Berg et al., ebenfalls aus dem Jahr 2021, beschrieben, dass durch Fast-Track-Programme nach Implantationen von Hüfttotalendoprothesen ein erhöhtes Risiko, z. B. für Revisionen, resultiert.[100] Allerdings ist hier kritisch anzumerken, dass in dieser Studie 69,7% der Hüfttotalendoprothesen zementiert wurden (in unserer Studie waren es lediglich 2,4%) und mit 62,5% überwiegend der hintere Zugang zum Hüftgelenk gewählt wurde. Möglicherweise sind diese Resultate auf den hohen Anteil an zementierten Prothesen und auf den posterioren Zugangsweg zurückzuführen.

Bei sämtlichen in Rahmen dieser Dissertation untersuchten Patient/-innen kam wie erwähnt der direkte anteriore Zugang (DAA) zur Anwendung. Auch wenn es das Ziel ist, durch eine Kombination dieses Zuganges mit Fast-Track Programmen postoperative Komplikationen zu reduzieren, können diese nicht immer verhindert werden.

So besteht eine wichtige Komplikationsmöglichkeit in der Läsion des Nervus cutaneus femoris lateralis (NCFL), vor allem, wenn die Schnittführung nach distal zu verlängern

ist.[47] Kommt es bei chirurgischen Eingriffen zu dieser Schädigung, resultieren postoperativ typische Symptome wie Parästhesien und brennende Schmerzen im Bereich der Vorder- oder Außenseite des betreffenden Oberschenkels (Meralgia paraesthetica).

Eine solche Läsion kann durch erfahrene Chirurg/-innen statistisch signifikant minimiert werden.[47] Da der DAA seit 2008 im KLH als Standardzugangsweg gilt, waren die 10 Chirurg/-innen dieser Studie mit diesem Zugang bestens vertraut oder wurden von erfahrenen Operierenden angeleitet, sodass diese Komplikation bei keinem/-r der operierten Patient/-innen dokumentiert wurde. Alle 10 Chirurg/-innen operierten die Patient/-innen der Gruppe 0, 9 von ihnen führten die Operationen der Gruppe 1 durch.

Während Rudert et al. in der Anwendung des DAA wie zuvor beschrieben zunehmende Vorteile sehen, kamen Eto et al. 2017 in Bezug auf diesen Zugang zu einem anderen Ergebnis. Dabei betrug bei einem DAA die durchschnittliche Dauer von der Primärendoprothetik bis zur Revisions-OP 3,0 Jahre ($\pm 2,7$), bei einem nicht anterioren Zugang 12,0 Jahre ($\pm 8,8$), sodass sich in dieser Studie ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit direktem anterioren und nicht-antierem Zugang ergab. Zusätzlich fanden sich in dieser Studie aseptische Schaftlockerungen bei der Gruppe mit direktem anterioren Zugang signifikant häufiger.[101]

Im Rahmen dieser Studie waren nun Art und Häufigkeit von Komplikationen während des stationären Aufenthaltes zu untersuchen. Dabei wurden für diesen Zeitraum keine der allseits bekannten unerwünschten Ereignisse wie Blutungen, Wundheilungsstörungen, Phlebothrombosen oder Embolien dokumentiert. Neben den o. g. Komplikationen fanden sich allerdings innerhalb der ersten 90 Tage nach der Operation 3 Patient/-innen der Gruppe 0, die sich einer Revisionsoperation unterziehen mussten. Dabei handelte es sich um eine rezidivierende Luxation sowie zwei periprothetische Frakturen. Nur einer dieser Patient/-innen gehörte den Untergruppen an. Innerhalb der Randomisierungsgruppe 1 wurden keine Revisionsoperationen erfasst. Darüber hinaus konnten keine weiteren schwerwiegenden Komplikationen verzeichnet werden.

WOMAC Score (im Vergleich prä- und postoperativ)

Um prä- und postoperativ Fragen zu Schmerzempfindung, Beweglichkeit der Gelenke und weitere Fragen zu körperlichen Alltagsfähigkeiten beantworten zu können, wurde wie bereits erläutert der WOMAC Score dokumentiert.

Wie beschrieben lag der durchschnittliche Score für die Patient/innen der Gruppe 0 präoperativ bei 48.91 (\pm 17.67), für Patient/-innen der Gruppe 1 bei 50.48 (\pm 15.01). Dabei wurde postoperativ in Gruppe 0 ein Durchschnittswert von 12.92 (\pm 16.31) ermittelt, in Gruppe 1 von 9.00 (\pm 10.48). Somit ist festzuhalten, dass sich der WOMAC Score im Vergleich prä- zu postoperativ deutlich verbesserte. Trotz aller Bemühungen konnte der Score allerdings nicht bei allen Patient/-innen abgefragt werden. Während in der Gruppe 0 72 Patient/-innen an der Befragung teilnahmen, waren es in Gruppe 1 lediglich 67.

Auch wenn unsere Daten belegen, dass die Werte des postoperativen WOMAC Scores im Vergleich zu den präoperativen ein deutliche Reduktion der abgefragten Charakteristika aufzeigten, gestaltet sich eine einheitliche Auswertung aufgrund unterschiedlicher Varianten dieses Scores schwierig.[69] So ist die Beurteilung eines postoperativen Ergebnisses mit Hilfe des WOMAC Scores aufgrund möglicher Schwächen nach wie vor nicht unumstritten. Dazu gehören neben einer schwachen Evidenz für die Untergruppen der Gelenksteifigkeit Schwächen bei der Entdeckung von Veränderungen in der Untergruppe physische Funktion.[69]

Zu dem Thema WOMAC Score existiert eine ganze Reihe von Arbeiten. Eine Studie von Marques et al. beschrieb 2021 bei jüngeren Patient/-innen und nach präoperativer Schulung eine Verbesserung des WOMAC Scores. Demgegenüber äußerten bereits 2014 McDonald et al. ihre Zweifel an einer Schmerzreduktion und Verbesserung des postoperativen Ergebnisses durch Schulungen dieser Art. Im Rahmen dieser McDonald-Studie erwies sich eine solche Schulung lediglich bei Patient/-innen mit psychischen Erkrankungen oder unrealistischen Erwartungshaltungen als sinnvoll.[94]

Analyse der Untergruppen

Bekanntermaßen können Patient/-innen, die an Fast-Track Programmen teilnehmen, von diesen Programmen profitieren. Unklar ist jedoch, ob gerade die frühe Mobilisierung bei Patient/-innen mit erhöhten Risiken (Alter \geq 75 Jahren, BMI \geq 30 kg/m², ASA Score \geq 3) aufgrund von vermehrten Schmerzen[102, 103], orthostatischen Dysregulationen[104]

und/oder Komplikationen bei der Anästhesie[105,106,107] von Vorteil ist, zumal in der Bevölkerung in den letzten Jahren ein Anstieg des BMI zu verzeichnen ist[108]. Um dieser Frage nachzugehen, wurden die o. g. Untergruppen gebildet und ausgewertet.

Während im Gesamtkollektiv für die RFD in der Gruppe 0 ein Wert von 3,25 Tagen ($\pm 0,15$) und in Gruppe 1 von 3,99 Tagen ($\pm 0,21$) nachzuweisen war und sie somit in der Gruppe 0 signifikant kürzer war als in Gruppe 1, fanden sich auch in allen Untergruppen größere RFD-Unterschiede (Tabelle 8): Ab einem Alter von 75 Jahren war die RFD bei den Patient/-innen der Gruppe 0 exakt 0,96 Tage kürzer als bei den Patient/-innen der Gruppe 1. (3,85 vs, 4,81).

Ab einem BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ konnten die Patient/-innen der Gruppe 0 den Tag der Entlassungsbereitschaft genau 1,14 Tage früher als die Patient/-innen der Gruppe 1 erreichen. Somit war die RFD in der Gruppe 0 exakt 1,14 Tage kürzer als in der Gruppe 1 (3,25 vs. 4,39).

Auch bei einem ASA-Score ≥ 3 erreichten die Patient/-innen der Gruppe 0 den Tag der Entlassungsbereitschaft früher als die Vergleichsgruppe, wobei der RFD der Gruppe 0 um ca. einen Tag kürzer dokumentiert wurde als in der Gruppe 1 (4,08 vs. 5,11).

Für die postoperativ aufgetretenen unerwünschten Ereignisse bzw. Komplikationen ist Folgendes festzuhalten:

Während im Gesamtkollektiv unerwünschte Ereignisse am Operationstag ähnlich häufig auftraten (Gruppe 0 exakt 23 (28,05%) und in Gruppe 1 genau 21 (25,2%) Patient/-innen), fanden sich in der Untergruppe

- Alter ≥ 75 Jahren in der Gruppe 0 lediglich 3 (15%) Patient/-innen, in der Gruppe 1 exakt 5 (23,8%),
- BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ in der Gruppe 0 genau 5 (25%) Patient/-innen, in der Gruppe 1 exakt 7 (30,4%),
- ASA-Score ≥ 3 in der Gruppe 0 3 (25%) Patient/-innen und in der Gruppe 1 ebenfalls 3 (33%).

Somit ist für festzuhalten:

Während in allen **Untergruppen** größere RFD-Unterschiede resultierten und der Tag der Entlassungsbereitschaft in der Gruppe 0 zwar nicht signifikant, jedoch deutlich früher erreicht wurde als in Gruppe 1, konnte die Rate unerwünschter Nebenwirkungen bei

diesen Patient/-innen verringert werden. Für Patient/-innen mit einem höheren BMI war dies in einer Studie von Shin et al. bereits 2021 nachgewiesen worden.

5 Zusammenfassung

Die Implantation einer Hüfttotalendoprothese ist eine der erfolgreichsten operativen Eingriffe der letzten Jahrzehnte. Aufgrund der demografischen Entwicklung und exzellenter postoperativer Ergebnisse wird die Anzahl dieser Eingriffe in den nächsten Jahren weiter zunehmen. So kommen Fast-Track-Programme mehr und mehr zur Anwendung, um die postoperative Mobilität der Patient/-innen zu verbessern und eine frühzeitige Entlassungsbereitschaft zu ermöglichen.

Neben einer adäquaten Schmerztherapie nimmt dabei die frühe Mobilisierung eine zentrale Rolle ein, wobei ältere, adipöse und schwer erkrankte Patient/-innen häufig von einer Frühmobilisierung ausgeschlossen werden. Folglich war es Ziel dieser Studie, die Wirkung einer am Operationstag beginnenden Mobilisierung zusätzlich mit Fokus auf diese Patient/-innen zu untersuchen.

So konnten die Ergebnisse dieser Studie die Effektivität einer Frühmobilisierung bestätigen und nachweisen, dass nach Implantation einer primären Hüfttotalendoprothese und unter Verwendung eines direkten anterioren Zuganges eine bereits am Operationstag beginnende Mobilisierung mit einer signifikant kürzeren RFD verbunden war (3,25 vs. 3,99 Tage; $p < 0,01$). Zudem waren die frühmobilisierten Patient/-innen in Bezug auf ihre Mobilität während der ersten fünf Tage nach der Operation deutlich im Vorteil. Eine vermehrte Schmerzsymptomatik, ein vermehrter Schmerzmittelkonsum oder eine höhere Komplikationsrate konnte während des stationären Aufenthaltes nicht dargestellt werden. (Tabelle 8).

Auch bei älteren, adipösen und schwer erkrankten Patient/-innen ließ sich nach sofortiger postoperativer Mobilisierung ein positiver Effekt nachweisen. Während die Komplikationsrate durch die bereits am Operationstag beginnende Mobilisierung verringert werden konnte (Gruppe 0 vs. Gruppe 1: 15% vs. 23,8%; 25% vs. 30,4%; 25% vs. 33%), waren die RFD-Unterschiede in allen Untergruppen größer (3,85 vs. 4,81; 3,25 vs. 4,39; 4,08 vs. 5,11 Tage), so dass im Rahmen von Fast-Track-Programmen diese Patient/-innen aus o. g. Gründen nicht von einer frühen Mobilisierung ausgeschlossen werden sollten. Als interessanter Nebenbefund dieser Studie konnte eine höhere Rate von 90-Tage-Komplikationen bei frühmobilisierten Patient/-innen beobachtet werden, so dass weitere Studien erforderlich sein werden, um die Wirkung einer Frühmobilisierung über einen längeren Beobachtungszeitraum zu überprüfen.

Tabelle 8: Klinische Charakteristika

Klinische Charakteristika	Mobilisierung am Tag der OP (Gr.0)	Mobilisierung am Tag nach der OP (Gr. 1)	Gruppenvergleich p-Wert
Eingeschlossene Pat., n	82	83	-
Alter ≥ 75 Jahre n (%)	20 (24,4%)	21 (25,3%)	-
BMI ≥ 30 kg/m ² , n (%)	20 (24,4%)	23 (27,7%)	-
ASA ≥ 3 n (%)	12 (14,6%)	9 (10,8%)	-
Präoperative Charakteristika			
Alter in Jahren	65,80 ± 10,18	66,10 ± 10,73	0,73
Geschlecht w/m	42/40	48/35	0,28
BMI kg/m ²	27,52 ± 5,14	27,68 ± 4,44	0,67
ASA-Risikogruppen (1-6) Ø	2,04 ± 0,51	1,98 ± 0,49	0,44
Schmerzintensität (NRS)	4,19 ± 2,42	4,99 ± 2,58	0,07
Long-term Opioid-Analgetika n (%)	6 (7,3%)	6 (7,2%)	0,71
WOMAC -Score (Punkte)	48,91 ± 17,67	50,48 ± 15,01	0,07
Hb-Werte g/dl	14,36 ± 1,42	14,14 ± 1,16	0,28
Intraoperative Charakteristika			
Anästhesieverfahren (ITN/Spinal)	50 / 32	54 / 29	-
Direkter anteriorer Zugang n (%)	82 (100 %)	83 (100 %)	-
Zementlose Prothesenfixierung n (%)	80 (97,6%)	77 (92,8%)	0,28
Schnitt-Naht-Zeit min.	53,62 ± 15,15	54,13 ± 16,27	0,94
Postoperative Charakteristika			
LOS (Tage):	5,78 ± 1,11	6,22 ± 1,46	0,07
RFD (Tage): Zeit bis zur Entlassungsbereitschaft	3,25 ± 0,15	3,99 ± 0,21	0,01
Mobilität (Erreichen Gehschule Stufe 4)	3. post-OP Tag	4. post-OP Tag	
Ruheschmerzen (NRS)	1,37 ± 1,47	1,35 ± 1,45	0,44
Belastungsschmerzen (NRS)	2,08 ± 1,38	2,17 ± 1,18	0,53
Schmerzmittelkonsum WHO-Stufe	1,61 ± 0,67	1,53 ± 0,72	0,49
Unerw. Ereignisse am OP-Tag n (%) (PONV, starke Schmerzen)	23 (28,05%)	21 (25,2%)	0,73
WOMAC-Score: postop. (Punkte)	12,92 ± 16,31	9 ± 10,48	0,30
Hb-Werte g/dl	12,2 ± 1,45	12,1 ± 1,53	0,25
RFD für Alter ≥ 75 Jahre (Tage)	3,85 ± 0,34	4,81 ± 0,39	0,06

RFD für BMI \geq 30 kg/m ² (Tage)	3,25 \pm 0,28	4,39 \pm 0,49	0,05
RFD für ASA \geq 3 (Tage)	4,08 \pm 0,4	5,11 \pm 0,86	0,42
Komplikationen am OP-Tag: Alter \geq 75 Jahre (PONV, starke Schmerzen)	3 (15%)	5 (23,8%)	0,7
Komplikationen am OP-Tag: BMI \geq 30 kg/m ² (PONV, starke Schmerzen)	5 (25%)	7 (30,4%)	0,75
Komplikationen am OP-Tag: ASA \geq 3 (PONV, starke Schmerzen)	3 (25%)	3 (33%)	1,00
Revisions-OP (90 Tage postop.) n	3	0	0,12

6 Literaturverzeichnis

1. Koppert, W., Blessed pain relief. Dtsch Arztebl Int, 2013. 110(4): p. 43-44.
2. Scharf H P., Rüter A., Pohlemann T. et al., Orthopädie und Unfallchirurgie: Fachwissen nach der neuen Weiterbildung, 2. Auflage. 2011. Elsevier Urban und Fischer, p. 744.
3. Rudert M., Zementfreie Hüftendoprothese: minimalinvasiver anteriorer Zugang. 2019: Springer-Verlag, Vorwort, p. 2.
4. Gollwitzer, H., [The minimally invasive AMIS technique for total hip replacement : Video article]. Orthopade, 2018. 47(9): p. 782-787.
5. De Ladoucette, A. et al., Fast track protocol for primary total hip arthroplasty in non-trauma cases reduces the length of hospital stay: Prospective French multicenter study. Orthop Traumatol Surg Res, 2020. 106(8): p. 1527-1531.
6. Noeth, U. and Rudert, M. [Minimally invasive hip arthroplasty]. Orthopade, 2012. 41(5): p. 337.
7. Alecci, V. et al., Comparison of primary total hip replacements performed with a direct anterior approach versus the standard lateral approach: perioperative findings. J Orthop Traumatol, 2011. 12(3): p. 123-129.
8. Clarius, M. and Clarius, LM., [Fast-track arthroplasty-intra- and post-operative management]. Orthopade, 2020. 49(4): p. 318-323.
9. Gotz, J.S. et al., 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, 2021.

10. Schwenk, W., Spies, C., Müller J.M., Fast Track in der operativen Medizin. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag, 2009.
11. Wainwright, T.W. et al., Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS (R)) Society recommendations. *Acta Orthop*, 2020. 91(1): p. 3-19.
12. Masaracchio, M. et al., 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*, 2017. 12(6): p. e0178295.
13. Okamoto, T. et al., Day-of-Surgery Mobilization Reduces the Length of Stay After Elective Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2016. 31(10): p. 2227-2230.
14. Schünke, M. et al., Prometheus: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. LernAtlas der Anatomie. Stuttgart: Thieme, 2005.
15. Platzer, W. Taschenatlas der Anatomie, Band 1, Bewegungsapparat. Vol. 6. 1999: Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
16. Scharf, H.-P. et al., Orthopädie und Unfallchirurgie: Facharztwissen nach der neuen Weiterbildungsordnung. 2011: Elsevier Health Sciences.
17. Schiebler, T.H., Schmidt, W., Zilles, K., Anatomie: Zytologie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie des Menschen. 2013: Springer-Verlag.
18. Scharf H P., Rüter A., Pohlemann T. et al., Orthopädie und Unfallchirurgie: Fachwissen nach der neuen Weiterbildung, 2 Auflage. 211. Elsevier Urban und Fischer, p.748.
19. Deutschland, S.B. Die 20 häufigsten Operationen insgesamt (OPS 5). 2020; Available from: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/drg-operationen-insgesamt.html>.
20. Nowossadeck, E., Einfluss der demografischen Alterung auf die Inanspruchnahme der medizinischen Rehabilitation in Deutschland bis 2040. *Die Rehabilitation*, 2019. 58(02): p. 96-103.
21. Wessinghage, D., Themistocles Gluck: Von der Organexstirpation zum Gelenkersatz. *Dtsch Arztebl*, 1995. 92(33): A-2180.

22. Wiles, P., The surgery of the osteoarthritic hip. *Br J Surg*, 1958. 45(193): p. 488-497.
23. Charnley, J., Arthroplasty of the hip. A new operation. *Lancet*, 1961. 1(7187): p. 1129-1132.
24. Honel, M. et al., Comparison of robotic-assisted and manual implantation of a primary total hip replacement. A prospective study. 2003: *J Bone Joint Surg Am* 85-A (8), p. 1470-1478.
25. Viktor, A., Knospe, J., Probst, C., Müller, MC., Individualisierte Endoprothesen: Passgenaue Kniegelenke aus dem 3-D-Drucker. *Dtsch Arztebl*, 2020. 117(44): A-2106 / B-1790.
26. Sendtner, E., Boluki D., Grifka J., [Current state of doing minimal invasive total hip replacement in Germany, the use of new implants and navigation--results of a nation-wide survey]. *Z Orthop Unfall*, 2007. 145(3): p. 297-302.
27. Scharf H P., Rüter A., Pohlemann T. et al., *Orthopädie und Unfallchirurgie: Fachwissen nach der neuen Weiterbildung, 2 Auflage*. 211. Elsevier Urban und Fischer, p. 25, 88.
28. Niethard, F.U., Pfeil J., Biberthaler P., *Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2009: 6. Auflage, Georg Thieme Verlag. p. 168-169.
29. Wirth, C.J. et al., *Praxis der Orthopädie 2001: 3. Auflage* Georg Thieme Verlag, p. 454-469.
30. Schai, P. and Exner, G., Stellenwert und Ergebnisse der Imhäuser-Osteotomie bei Epiphyseolysis capitis femoris. *Der Orthopäde*, 2002. 31(9): p. 900-907.
31. Seidl, T., Lohmaier J., Trouillier H.H., Früherkennung der Hüftdysplasie. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 2011. 159(8): p. 758-761.
32. Weber, M. and Ganz, R., Die Berner periazetabuläre Osteotomie. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, 2002. 14(2): p. 99-121.
33. Kellgren, J.H. and Lawrence J.S., Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis*, 1957. 16(4): p. 494-502.
34. Ruchholtz, S. et al., *Orthopädie und Unfallchirurgie essentials: Intensivkurs zur Weiterbildung*. 2019: Springer.
35. Niethard, F.U., Pfeil J., Biberthaler P., *Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2017: Georg Thieme Verlag. p. 545-546.

36. S2k-Leitlinie Koxarthrose, AWMF-Registriernummer: 033-001, Version vom 08.07.2019, p. 8-26.
37. Barrett, W.P. et al., Prospective, Randomized Study of Direct Anterior Approach vs Posterolateral Approach Total Hip Arthroplasty: A Concise 5-Year Follow-Up Evaluation. *J Arthroplasty*, 2019. 34(6): p. 1139-1142.
38. Goebel, S. et al., Reduced postoperative pain in total hip arthroplasty after minimal-invasive anterior approach. *Int Orthop*, 2012. 36(3): p. 491-498.
39. von Rottkay, E. et al., Function and activity after minimally invasive total hip arthroplasty compared to a healthy population. *Int Orthop*, 2018. 42(2): p. 297-302.
40. Reichert, J.C. et al., A prospective randomized comparison of the minimally invasive direct anterior and the transgluteal approach for primary total hip arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018. 19(1): p. 241.
41. Nogler, M. and Thaler, M., Operative Zugangswege zur Hüfte beim älteren Menschen. *Der Orthopäde*, 2017. 46(1): p. 18-24.
42. Henky, P., The anterolateral Watson Jones approach in total hip replacement in the supine position. *Interactive Surgery*, 2007. volume 2: p. 138–143.
43. Petis, S. et al., Surgical approach in primary total hip arthroplasty: anatomy, technique and clinical outcomes. *Can J Surg*, 2015. 58(2): p. 128-139.
44. Ait Mokhtar, M., Postero-posterolateral approach in total hip arthroplasty. *Int Orthop*, 2020. 44(12): p. 2577-2585.
45. Hoberg, M., Rudert, M., Tillmann, B., Minimal-invasive Hüftendoprothetik – was muss geschont werden? *Orthopäde*, 2012. 41:338–345.
46. Tarassoli, P. et al., The medial approach for the treatment of children with developmental dysplasia of the hip. *Bone Joint J*, 2014. 96-B(3): p. 406-413.
47. Grob, K. et al., Distal extension of the direct anterior approach to the hip poses risk to neurovascular structures: an anatomical study. *J Bone Joint Surg Am*, 2015. 97(2): p. 126-132.
48. Rachbauer, F., Kain, M SH., Leunig, M., The history of the anterior approach to the hip. *Orthop Clin North Am*, 2009. 40(3): p. 311-320.
49. Connolly, K.P. and Kamath, A.F., Direct anterior total hip arthroplasty: Literature review of variations in surgical technique. *World J Orthop*, 2016. 7(1): p. 38-43.

50. Siguier, T., Siguier, M., Brumpt, B., Mini-incision anterior approach does not increase dislocation rate: a study of 1037 total hip replacements. *Clin Orthop Relat Res*, 2004(426): p. 164-173.
51. Rudert, M. et al., The Wuerzburg procedure: the tensor fasciae latae perforator is a reliable anatomical landmark to clearly identify the Hueter interval when using the minimally-invasive direct anterior approach to the hip joint. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016. 17: p. 57.
52. Fillingham, Y.A. et al., The Efficacy of Tranexamic Acid in Total Hip Arthroplasty: A Network Meta-analysis. *J Arthroplasty*, 2018. 33(10): p. 3083-3089 e4.
53. Elsamadicy, A.A. et al., Association of Intraoperative Blood Transfusions on Postoperative Complications, 30-Day Readmission Rates, and 1-Year Patient-Reported Outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017. 42(8): p. 610-615.
54. Goldstein, M. et al., Tranexamic Acid Prophylaxis in Hip and Knee Joint Replacement. *Dtsch Arztebl Int*, 2017. 114(48): p. 824-830.
55. Goldstein, M. et al., Prophylaktische Gabe von Tranexamsäure bei Hüft-und Kniegelenkersatzeingriffen. *Dtsch. Arztebl.*, 2017. 114: p. 824-830.
56. Nöth U., Geiser T., Kranich T. et al., Fast-Track- Strategien in der Hüftendoprothetik *Orthopäde*, 4/2019. 48: p. 330-336.
57. Ansari, D. et al., Fast-track surgery: procedure-specific aspects and future direction. *Langenbecks Arch Surg*, 2013. 398(1): p. 29-37.
58. Hansen, T.B. et al., [Fast-track hip arthroplasty]. *Ugeskr Laeger*, 2017. 179(51).
59. Jorgensen, C.C. et al., Outcomes in smokers and alcohol users after fast-track hip and knee arthroplasty. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2013. 57(5): p. 631-638.
60. Yuan, M. et al., [Perioperative blood management for total hip/knee arthroplasty]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2020. 34(12): p. 1612-1618.
61. Pinilla-Gracia, C. et al., [Transfusion trend in total hip arthroplasty following the implementation of a Patient Blood Management protocol.]. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba*, 2020. 77(1): p. 39-44.
62. Labraca, N.S. et al., Benefits of starting rehabilitation within 24 hours of primary total knee arthroplasty: randomized clinical trial. *Clin Rehabil*, 2011. 25(6): p. 557-566.

63. Bortz, J., Schuster, C., Statistik für Human-und Sozialwissenschaftler: Limitierte Sonderausgabe. 2011: Springer-Verlag.
64. Lin, H.S. et al., Frailty and post-operative outcomes in older surgical patients: a systematic review. *BMC Geriatr*, 2016. 16(1): p. 157.
65. ASA Physical Status Examination Classification. American Society of Anesthesiologists-Committee on Economics.
66. Chua, M.J. et al., Early mobilisation after total hip or knee arthroplasty: A multicentre prospective observational study. *PLoS One*, 2017. 12(6): p. e0179820.
67. Winther, S.B. et al., 1-year follow-up of 920 hip and knee arthroplasty patients after implementing fast-track. *Acta Orthop*, 2015. 86(1): p. 78-85.
68. Graves, S.C. et al., Does Surgical Approach Affect Patient-reported Function After Primary THA? *Clin Orthop Relat Res*, 2016. 474(4): p. 971-981.
69. Copsey, B. et al., Problems persist in reporting of methods and results for the WOMAC measure in hip and knee osteoarthritis trials. *Qual Life Res*, 2019. 28(2): p. 335-343.
70. Soderman, P., Malchau, H., Is the Harris hip score system useful to study the outcome of total hip replacement? *Clin Orthop Relat Res*, 2001(384): p. 189-97.
71. Noeth, U., Rackwitz, L., Clarius, M., [Challenges of fast-track arthroplasty in Germany]. *Orthopade*, 2020. 49(4): p. 334-337.
72. Petersen, P.B. et al., Fast-track hip and knee arthroplasty in older adults-a prospective cohort of 1,427 procedures in patients ≥ 85 years. *Age Ageing*, 2020. 49(3): p. 425-431.
73. Mensink, G.B.M. et al., Übergewicht und Adipositas in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 2013. 56(5): p. 786-794.
74. Busato, A. et al., Influence of high BMI on functional outcome after total hip arthroplasty. *Obes Surg*, 2008. 18(5): p. 595-600.
75. Peters, R.M. et al., Which patients improve most after total hip arthroplasty? Influence of patient characteristics on patient-reported outcome measures of 22,357 total hip arthroplasties in the Dutch Arthroplasty Register. *Hip Int*, 2020: p. 1120700020913208.

76. de Thomasson, E. et al., [Perioperative complications after total hip revision surgery and their predictive factors. A series of 181 consecutive procedures]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 2001. 87(5): p. 477-488.
77. Story, D.A., Postoperative complications in elderly patients and their significance for long-term prognosis. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2008. 21(3): p. 375-379.
78. Meybohm, P. et al., Preoperative Anaemia in Primary Hip and Knee Arthroplasty. *Z Orthop Unfall*, 2020. 158(2): p. 194-200.
79. Grosso, M.J. et al., The Effect of Preoperative Anemia on Complications After Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2020. 35(6S): p. 214-S218.
80. Harsten, A. et al., Total intravenous general anaesthesia vs. spinal anaesthesia for total hip arthroplasty: a randomised, controlled trial. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2015. 59(3): p. 298-309.
81. Pu, X., Sun, J.M., General anesthesia vs spinal anesthesia for patients undergoing total-hip arthroplasty: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*, 2019. 98(16): p. e14925.
82. Wang, Z. et al., A systematic review and meta-analysis of direct anterior approach versus posterior approach in total hip arthroplasty. *J Orthop Surg Res*, 2018. 13(1): p. 229.
83. Sendtner, E. et al., Tackling the learning curve: comparison between the anterior, minimally invasive (Micro-hip(R)) and the lateral, transgluteal (Bauer) approach for primary total hip replacement. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2011. 131(5): p. 597-602.
84. Migliorini, F. et al., Total hip arthroplasty: minimally invasive surgery or not? Meta-analysis of clinical trials. *Int Orthop*, 2019. 43(7): p. 1573-1582.
85. Moerenhout, K. et al., Direct anterior versus posterior approach for total hip arthroplasty: a multicentre, prospective, randomized clinical trial. *Can J Surg*, 2020. 63(5): p. E412-E417.
86. Siegmund-Schultze, N., Haltbarkeit von Hüftendoprothesen: Drei Viertel der künstlichen Hüftgelenke halten 15 bis 20 Jahre. *Dtsch Arztebl* 2019. 116(15): A-739 / B-609 / C-598.

87. Nowak, L.L., Schemitsch, E.H., Duration of surgery affects the risk of complications following total hip arthroplasty. *Bone Joint J*, 2019. 101-B(6_Supple_B): p. 51-56.
88. Orland, M.D. et al., Surgical Duration Implicated in Major Postoperative Complications in Total Hip and Total Knee Arthroplasty: A Retrospective Cohort Study. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*, 2020. 4(11): p. e20 00043.
89. Vendittoli, P.A. et al., Enhanced recovery short-stay hip and knee joint replacement program improves patients outcomes while reducing hospital costs. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2019. 105(7): p. 1237-1243.
90. Deng, Q.F. et al., Impact of enhanced recovery after surgery on postoperative recovery after joint arthroplasty: results from a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J*, 2018. 94(1118): p. 678-693.
91. Sandri, M., Blasi, A., De Blasi, R.A., PENG block and LIA as a possible anesthesia technique for total hip arthroplasty. *J Anesth*, 2020. 34(3): p. 472-475.
92. Krenk, L., Rasmussen, L.S., Kehlet, H., Delirium in the fast-track surgery setting. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 2012. Sep; 26(3): 345-53.
93. Savaridas, T. et al., Reduced medium-term mortality following primary total hip and knee arthroplasty with an enhanced recovery program. A study of 4,500 consecutive procedures. *Acta Orthop*, 2013. 84(1): p. 40-43.
94. McDonald, S. et al., Preoperative education for hip or knee replacement. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014(5): p. CD003526.
95. Dayucos, A. et al., Creation and Evaluation of a Preoperative Education Website for Hip and Knee Replacement Patients-A Pilot Study. *Medicina (Kaunas)*, 2019. 55(2).
96. Zhu, S. et al., Enhanced recovery after surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J*, 2017. 93(1106): p. 736-742.
97. den Hertog, A. et al., Pathway-controlled fast-track rehabilitation after total knee arthroplasty: a randomized prospective clinical study evaluating the recovery pattern, drug consumption, and length of stay. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012. 132(8): p. 1153-1163.

98. Auyong, D.B. et al., Reduced Length of Hospitalization in Primary Total Knee Arthroplasty Patients Using an Updated Enhanced Recovery After Orthopedic Surgery (ERAS) Pathway. *J Arthroplasty*, 2015. 30(10): p. 1705-1709.
99. Keulen, M.H.F. et al., Rates and Causes of 90-day Complications and Readmissions Following Outpatient Hip and Knee Arthroplasty: A Retrospective Analysis of 525 Patients in a Single Institution. *J Arthroplasty*, 2021. 36(3): p. 863-878.
100. Berg, U. et al., Fast-Track Programs in Total Hip and Knee Replacement at Swedish Hospitals-Influence on 2-Year Risk of Revision and Mortality. *J Clin Med*, 2021. 10(8).
101. Eto, S. et al., The Direct Anterior Approach is Associated With Early Revision Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2017. 32(3): p. 1001-1005.
102. Pinto, P.R. et al., A comparison of predictors and intensity of acute postsurgical pain in patients undergoing total hip and knee arthroplasty. *J Pain Res*, 2017. 10: p. 1087-1098.
103. Morin, C. et al., Obese Patients Who Receive an Opioid-Sparing Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Protocol are at Increased Risk of Persistent Pain After Breast Surgery. *Ann Surg Oncol*, 2020. 27(12): p. 4802-4809.
104. Hajjar, I., Postural blood pressure changes and orthostatic hypotension in the elderly patient: impact of antihypertensive medications. *Drugs Aging*, 2005. 22(1): p. 55-68.
105. Apfel, C.C. et al., Evidence-based analysis of risk factors for postoperative nausea and vomiting. *Br J Anaesth*, 2012. 109(5): p. 742-753.
106. Macintyre, P.E., Loadman, J.A., Scott, D.A., Opioids, ventilation and acute pain management. *Anaesth Intensive Care*, 2011. 39(4): p. 545-558.
107. Wang, Y. et al., Risk factors of postoperative nausea and vomiting after total hip arthroplasty or total knee arthroplasty: a retrospective study. *Ann Transl Med*, 2020. 8(17): p. 1088.
108. Shin, H.D. et al., "Does ERAS benefit higher BMI patients? A single institutional review". *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2021. 74(3): p. 475-479.

I Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
Abb.	Abbildung
ASA	American Society of Anesthesiologists
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
CCD	Centrum Collum Diaphyse
DAA	Direct anterior approach
dL	Deziliter
DRG	Diagnosis Related Group
ERAS	Enhanced recovery after surgery
ERP	Enhanced recovery program
FTP	Fast track program
g	Gramm
Hb.	Hämoglobin
HHS	Harrison Hip Score
IMC	Intermediate Care
ITN	Intubationsnarkose
Kg/kg	Kilogramm
li.	links
LIA	local infiltration analgesia
Lig.	Ligamentum
LOS	Length of stay
M.	Musculus
Min/min	Minuten
Mm.	Musculi
n.	Anzahl
N.	Nervus
n. Chr.	nach Christus
NCFL	Nervus cutaneus femoris lateralis
Nn.	Nervi

NRS	Numeric Rating Scale
o.g.	oben genannten
OHS	Oxford Hip Score
p-Wert	Signifikanzniveau
PBM	Patient Blood Management
pDMS	periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität
PENG	Pericapsular nerve group
PMMA	Polymethylmethacrylat
PONV	Postoperative nausea and vomiting
re.	rechts
RFD	Readiness for discharge
SA	Spinalanästhesie
sog.	sogenannt
STABW	Standardabweichung
TXA	Tranexamsäure
V.	Vena
Vv.	Venae
WHO	World health organization
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
z.B.	Zum Beispiel

II Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Acetabulum re. Hüftgelenk
- Abb. 2: Blutgefäßversorgung re. Schenkelhals
- Abb. 3: Allofit und Allofit-S-Hüftpfanne aus Reintitan
- Abb. 4: Präoperative Planung (Femurkopf, Femurschaft)
- Abb. 5: Flussdiagramm
- Abb. 6: Altersverteilung der Randomisierungsgruppe
- Abb. 7: Geschlechtsverteilung
- Abb. 8: BMI-Verteilung der Randomisierungsgruppen
- Abb. 9: Schmerzintensität Aufnahmezeitpunkt
- Abb. 10: Präoperativer Hämoglobinwert
- Abb. 11: Anästhesieverfahren

Abb. 12: Gruppe 0 Anteil zementierter Prothesen

Abb. 13: Gruppe 1 Anteil zementierter Prothesen

Abb. 14: Schnitt-Naht-Zeit

Abb. 15: Gehschule

Abb. 16: Ruheschmerz

Abb. 17: Schmerzmittelkonsum

Abb. 18: postoperative Komplikationen

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ursachen sekundärer Arthrosen

Tabelle 2: Klassifikation röntnologischer Schweregrade bei Koxarthrosen

Tabelle 3: Ruheschmerz

Tabelle 4: Belastungsschmerz

Tabelle 5: Lineares Regressionsmodell

Tabelle 6: Logistisches Regressionsmodell

Tabelle 7: Einteilung und Anzahl der Patient/innen in Risikogruppen

Tabelle 8: Klinische Charakteristika

IV WOMAC SCORE

Seite 1 von 3

König-Ludwig-Haus, Brettreichstr. 11, 97074 Würzburg, Tel: 0931/8030

Patient:

Geb.Dat.:

Gelenk:	<input type="radio"/> Hüfte	<input type="radio"/> Knie	erhoben am:
Seite:	<input type="radio"/> rechts	<input type="radio"/> links	erhoben durch:
Art:	<input type="radio"/> Erstimplantation	<input type="radio"/> Wechsel	OP am:
Zeitpunkt:	<input type="radio"/> prä-OP	<input type="radio"/> 1 Jahr (post-OP)	

Womac-D Arthroseindex

Anleitung zum Ausfüllen

Sie werden gebeten, die Stärke Ihrer Schmerzen, Ihrer Steifigkeit oder Behinderung anzugeben. Bitte beachten Sie, je weiter rechts Sie das „X“ eintragen, umso mehr Schmerzen, Steifigkeit oder Behinderung haben Sie.

A. Schmerzfragen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der **Schmerzen in dem betroffenen Gelenk**. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie **in den letzten 2 Tagen** verspürt haben. Bitte kreuzen Sie je eine zutreffende Zahl an.

Wie starke Schmerzen haben Sie beim

- Gehen auf ebenem Boden
(keine) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (extreme)
- Treppen hinauf- und hinuntersteigen
(keine) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (extreme)
- Nachts im Bett
(keine) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (extreme)
- Sitzen
(keine) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (extreme)
- Aufrecht stehen
(keine) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (extreme)

B. Fragen zur Steifigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die **Steifigkeit** (nicht die Schmerzen) **in dem betroffenen Gelenk**. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihre Gelenke bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie **in den letzten 2 Tagen** verspürt haben.

Bitte kreuzen Sie je eine zutreffende Zahl an.

- Wie stark ist die Steifigkeit gerade nach dem Erwachen am Morgen?
(keine) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (extreme)
- Wie stark ist die Steifigkeit nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?
(keine) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (extreme)

C. Fragen zur körperlichen Tätigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im **Alltag zu bewegen** und sich um sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den **Schwierigkeitsgrad** an, den Sie **in den letzten 2 Tagen** wegen Beschwerden **in dem betroffenen Gelenk** gehabt haben.

Bitte kreuzen Sie je eine zutreffende Zahl an.

- | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----------|
| 1. Treppen hinuntersteigen
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 2. Treppen hinaufsteigen
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 3. Aufstehen vom Sitzen
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 4. Stehen
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 5. Sich zum Boden bücken
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 6. Gehen auf ebenem Boden
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 7. Einsteigen ins Auto/Aussteigen aus dem Auto
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 8. Einkaufen (Alltagseinkauf)
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 9. Socken/Strümpfe anziehen
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 10. Aufstehen vom Bett
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 11. Socken/Strümpfe ausziehen
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 12. Liegen im Bett
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 13. In die Badewanne/aus dem Bad steigen
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 14. Sitzen (auf dem Stuhl, Couch etc.)
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 15. Sich auf die Toilette setzen/Aufstehen von der Toilette
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 16. Anstrengende Hausarbeiten
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |
| 17. Leichte Hausarbeiten
(keine) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | (extreme) |

EuroQol

Bitte geben Sie an, welche Aussagen Ihren **heutigen Gesundheitszustand** am besten beschreiben, indem Sie ein Kreuz „X“ in ein Kästchen jeder Gruppe machen.

1. Beweglichkeit/Mobilität

- Ich habe keine Probleme herumzugehen.
- Ich habe einige Probleme herumzugehen.
- Ich bin ans Bett gebunden.

2. Für sich selbst sorgen

- Ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen.
- Ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen.
- Ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder anzuziehen.

3. Allgemeine Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familien- oder Freizeitaktivitäten)

- Ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen.
- Ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen.
- Ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen.

4. Schmerzen/körperliche Beschwerden

- Ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden.
- Ich habe mäßige Schmerzen oder Beschwerden.
- Ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden.

5. Angst/Niedergeschlagenheit

- Ich bin nicht ängstlich oder deprimiert.
- Ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert.
- Ich bin extrem ängstlich oder deprimiert.

6. Verglichen mit meinem allgemeinen Gesundheitszustand während der vergangenen 12 Monate ist mein heutiger Gesundheitszustand

- besser
- im Großen und Ganzen etwa gleich
- schlechter

7. Verglichen mit meinem allgemeinen Gesundheitszustand während der vergangenen 12 Monate ist mein heutiger (gefühlter) Gesundheitszustand

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

(Mir geht es heute
sehr gut.)

(Mir geht es heute
sehr schlecht.)

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

V Danksagung

Für diese Dissertation schulde ich vielen Menschen ein herzliches Dankeschön.

Bei Herrn Prof. Dr. med. Maximilian Rudert möchte ich mich für die Überlassung des wissenschaftlichen Themas und für die Möglichkeit, diese Arbeit in der von ihm geleiteten Abteilung durchführen zu können, besonders bedanken.

Herrn Dr. med. Axel Jakuscheit gebührt als meinem wissenschaftlichen Betreuer und Leiter dieser Arbeit in allerhöchstem Maße Dank für die zuverlässige Hilfe und seine Geduld, insbesondere hinsichtlich der Auswertung der erhobenen Daten und der Durchführung aufwendiger statistischer Tests.

Allen Pflegekräften, Physiotherapeut/-innen und Ärzt/-innen des KLH danke ich für die erstklassige Mitarbeit während des gesamten Studienverlaufs.

Zuletzt möchte ich meinen Eltern für ihre Unterstützung danken, schwierige Fragestellungen mit mir zu erörtern, die Texte systematisch zu ordnen und sprachlich klar zu formulieren.

VI Eigene Veröffentlichung

Oberfeld J, von Hertzberg-Boelch SP, Weissenberger M, Holzapfel BM, Rudert M, Jakuscheit A. Effect of Mobilization on the Day of Surgery After Total Hip Arthroplasty in Elderly, Obese, and Severely Diseased Patients. *J Arthroplasty*. 2021 Nov;36(11):3686-3691. doi: 10.1016/j.arth.2021.06.024. Epub 2021 Jun 25. PMID: 34284936.