

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Orthopädie und Physikalische Medizin des
Universitätsklinikums Halle (Saale)

(Direktor: Prof. Dr. med. Karl-Stefan Delank)

**Minimalinvasive vs. transgluteale Hüftprothesenimplantation –
Ergebnisse einer prospektiv randomisierten Studie**

Dissertation

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

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

von

Jan Wilhelm Droege

geboren am 08.06.1977 in Bielefeld

Betreuer: Prof. Dr. med. D. Wohlrab

Gutachter: 1.) Prof. Dr. med. D. Wohlrab
2.) Prof. Dr. med. M. Tingart (Aachen)
3.) Prof. Dr. med. P. Eysel (Köln)

Eröffnung des Verfahrens: 01.11.2011

Öffentliche Verteidigung: 12.04.2012

Referat

Minimalinvasive Operationstechniken ermöglichen im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren die Implantation von Totalendoprothesen am Hüftgelenk ohne scharfe Durchtrennung der Muskulatur. Ziel der vorliegenden prospektiv randomisierten Studie war der Nachweis möglicher relevanter Vorteile bei der Frührehabilitation in Abhängigkeit vom operativen Zugang sowie möglicher Unterschiede im Muskeltrauma, der Implantatposition, der postoperativen Schmerzen und Knochendichte. Jeweils 20 Patienten mit einseitig operationspflichtiger Coxarthrose wurden nach Randomisierung des Zuganges und Implantation einer Hüfttotalendoprothese (MAYO[®]-Schaft; TRILOGY[®]-Pfanne, Fa. Zimmer, Warsaw) untersucht. Der Vergleich der klinischen Resultate erfolgte nach Erhebung des Harris-Hip-Scores (HHS) und einer visuellen Analogskala präoperativ, am 3. und 10. Tag p.o. sowie 6 und 12 Wochen p.o. Zur Evaluierung des Muskeltraumas wurde präoperativ sowie 6, 12, 18, 24 und 48 Stunden p.o. eine Kontrolle von Creatinkinase und Myoglobin durchgeführt. Radiologische Auswertungen konnten anhand von Röntgenkontrollen und Knochendichtemessungen während des stationären Aufenthaltes sowie 3 Monate p.o. erfolgen. Signifikant höhere Punktzahlen ($p < 0,05$) im gesamt HHS und der Funktion zeigten sich 6 und 12 Wochen nach minimalinvasiver Operation. Vorteile im Bewegungsumfang fanden sich 6 Wochen p.o. in der MIS Gruppe. Die Myoglobinwerte waren bei minimalinvasiver Implantation nach 12 und 18 Stunden p.o. signifikant niedriger bezogen auf den Ausgangswert. Unterschiede bei Schmerzintensität und Implantatposition ließen sich nicht nachweisen. Bei letzterer fielen jedoch Extremwerte auf, welche ausschließlich in der MIS Gruppe zu finden waren. Insgesamt sprechen die Resultate für geringfügige rehabilitative Vorteile innerhalb der ersten 3 Monate p.o. und geringere Muskeltraumatisierung bei gleichwertigen Resultaten. Auffälligkeiten in der Röntgenauswertung deuten jedoch auf den chirurgischen Anspruch des Verfahrens hin, weshalb sorgfältige Patientenselektion und erfahrene Operateure erforderlich scheinen. Diese Resultate stehen nur bedingt im Einklang mit bisherigen Studien. Während einige Autoren von positiven Resultaten berichten, sehen zahlreiche keine Unterschiede oder gar Risiken minimalinvasiver Verfahren. Grund hierfür kann die fehlende einheitliche Definition des Terminus „minimalinvasiv“ sein.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Das Hüftgelenk – funktionelle Anatomie und Biomechanik | 1 |
| 1.2 | Ursachen und Entstehung der Coxarthrose | 3 |
| 1.3 | Klinik und Diagnostik der Coxarthrose | 4 |
| 1.4 | Die Therapie der Coxarthrose | 6 |
| 1.5 | Hüftendoprothetik | 7 |
| 1.6 | Zugangswege zum Hüftgelenk | 11 |
| 2 | Zielstellungen | 13 |
| 3 | Material und Methodik | 14 |
| 3.1 | Die Studienpopulation | 14 |
| 3.2 | Ein- und Ausschlusskriterien | 15 |
| 3.3 | Die Zugangswege | 16 |
| 3.3.1 | Der transgluteale Zugang nach Bauer | 16 |
| 3.3.2 | Der minimalinvasive modifizierte Zugang nach Watson-Jones | 17 |
| 3.4 | Die Implantate | 18 |
| 3.4.1 | Das MAYO® Kurzschaft System | 19 |
| 3.4.2 | Das Trilogy® Hüftpfannensystem | 20 |
| 3.5 | Der Harris-Hip-Score | 20 |
| 3.6 | Die visuelle Analogskala | 22 |
| 3.7 | Die Labordiagnostik | 23 |
| 3.7.1 | Creatinkinase (CK) | 23 |
| 3.7.2 | Myoglobin | 24 |
| 3.8 | Die radiologische Auswertung | 24 |
| 3.8.1 | Die Bestimmung der Pfanneninklination | 25 |
| 3.8.2 | Die Bestimmung der Pfannenanteversion | 26 |
| 3.8.3 | Die Bestimmung der Schaftposition | 27 |
| 3.8.4 | Die Knochendichtemessung | 27 |
| 3.9 | Die statistische Auswertung | 28 |
| 4 | Ergebnisse | 29 |
| 4.1 | Ergebnisse des Harris-Hip-Scores | 29 |
| 4.1.2 | Harris-Hip-Score Komplex 2 – Funktion | 30 |
| 4.1.3 | Harris-Hip-Score Komplex 3 – Abwesenheit von Deformitäten | 33 |
| 4.1.4 | Harris-Hip-Score Komplex 4 – Bewegungsumfang | 33 |
| 4.2 | Ergebnisse der VAS | 34 |

| | |
|---|----|
| 4.3 Ergebnisse der Labordiagnostik | 35 |
| 4.3.1 Creatinkinase | 35 |
| 4.3.2 Myoglobin | 35 |
| 4.4 Ergebnisse der radiologischen Diagnostik | 37 |
| 4.4.1 Pfanneninklination..... | 37 |
| 4.4.2 Pfannenanteversion..... | 37 |
| 4.4.3 Schaftpositionierung | 38 |
| 4.4.4 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence..... | 39 |
| 4.4.5 Knochendichte | 40 |
| 5 Diskussion..... | 42 |
| 6 Zusammenfassung..... | 55 |
| 7 Literatur | 57 |
| 8 Thesen | 66 |

Abkürzungen und Symbole

| | | |
|----------|---|---------------------------------|
| a.p. | - | anteroposterior |
| Abb. | - | Abbildung |
| ADP | - | Adenosindiphosphat |
| ATP | - | Adenosintriphosphat |
| Arcsin | - | inverser Sinus |
| BMI | - | Body-Mass-Index |
| bzw. | - | beziehungsweise |
| °C | - | Grad Celsius |
| ca. | - | circa |
| CCD | - | Caput-Collum-Diaphyse |
| CK | - | Creatinkinase |
| CT | - | Computertomographie |
| DEXA | - | Dual Energy X-Ray Absorbtion |
| et al. | - | und andere |
| etc. | - | et cetera |
| ggf. | - | gegebenenfalls |
| h | - | Stunde |
| HHS | - | Harris-Hip-Score |
| HSS | - | Hospital for Special Surgery |
| LA | - | lange Achse |
| Lig. | - | Ligamentum |
| µg/l | - | Mikrogramm pro Liter |
| µmol/lxs | - | Mikromol pro Luxsekunde |
| M. | - | Musculus |
| MIS | - | minimalinvasiv |
| Mm. | - | Musculi |
| MRT | - | Magnetresonanztomographie |
| mg | - | Milligramm |
| N. | - | Nervus |
| NSAR | - | Nicht steroidale Antirheumatika |
| OP | - | Operation |
| PE | - | Polyethylen |
| PMMA | - | Polymethylmethacrylat |
| p.o. | - | post operationem |
| SA | - | kurze Achse |

| | | |
|------|---|----------------------|
| Std. | - | Standard |
| Tab. | - | Tabelle |
| VAS | - | visuelle Analogskala |

1 Einleitung

1.1 Das Hüftgelenk – funktionelle Anatomie und Biomechanik

Das Hüftgelenk ist das Bindeglied zwischen Rumpf und unterer Extremität. Es hat somit eine entscheidende Funktion für die Fortbewegung des Menschen. Hier artikulieren Femur und Acetabulum in Form eines Nussgelenkes, einer Sonderform des Kugelgelenkes. Der artikulierende Teil des Acetabulum wird gebildet von der mit hyalinem Knorpel überzogenen Facies lunata acetabuli. Nach kaudal findet die in diese Richtung offene Pfanne Abschluss durch das Lig. transversum acetabuli. Dieses Band bildet wie auch der Rand des knöchernen Acetabulums den Ansatz für das Labrum acetabuli, welches die Fläche der Gelenkpfanne vergrößert. Insgesamt werden ca. 2/3 des Femurkopfes von den Strukturen der Gelenkpfanne umschlossen. Die Pfannenöffnungsebene ist von der Transversalebene um 40 bis 50 Grad nach lateral und von der Sagittalebene um 10 bis 20 Grad nach ventral gekippt (Jerosch und Heisel, 2001; Murray, 1993).

Auch am Femur finden sich hüftgelenksnah charakteristische Winkel. Den Winkel zwischen Schenkelhals und Femurdiaphyse bezeichnet man als CCD-Winkel. Dieser liegt beim Erwachsenen zwischen 120 und 130 Grad. Eine Veränderung dieses Winkels bewirkt eine Änderung der Kraftverhältnisse im Hüftgelenk: Ist der CCD Winkel vergrößert kommt es zu einer vermehrten Belastung des Gelenkes, ist er vermindert ist die Belastung des Schenkelhalses vergrößert, die des Gelenkes jedoch verkleinert (Debrunner, 2005; Hackenbroch, 2002; Jerosch und Heisel, 2001). Der zweite bedeutsame Winkel ist der Antetorsionswinkel. Dieser beschreibt die Torsion der Längsachse des Schenkelhalses zur Querachse der Femurkondylen, welche im Mittel 12 Grad mit einer Schwankungsbreite zwischen 4 und 20 Grad aufweist.

Der knöcherne Komplex des Hüftgelenkes wird eingefasst durch eine straffe bindegewebige Kapsel die durch das Lig. iliofemorale, ischiofemorale und pubofemorale verstärkt wird. Das Lig. iliofemorale stellt die kräftigste Einzelbandstruktur des Körpers dar und ist die wesentliche Struktur zur Kontakterhaltung zwischen Hüftkopf und Gelenkpfanne (Moriggl, 2009; Schiebler et al., 1997).

Neben den ligamentären Verbindungen umspannen mehrere Muskelgruppen das Hüftgelenk, unterstützen die Stabilität desselben und ermöglichen die aktive

Bewegung. Die ventralen Muskeln des Hüftgelenkes und des Oberschenkels, dienen der Flexion und Rotation sowie im Falle des M. sartorius und M. tensor fasciae latae die Abduktion. Die mediale Muskelgruppe, die Adduktoren, ermöglichen Adduktion, Flexion und Außenrotation. Die dorsale Muskelgruppe lässt sich unterteilen in die Glutealmuskulatur und in kleinere Muskeln, welche an der dorsalen Beckenseite entspringen. Letztere dienen der Außenrotation, Adduktion und Extension. Die Glutealmuskulatur hat eine besondere Rolle bei der Stabilisierung des Beckens. Der M. gluteus maximus ist der kräftigste Strecker im Hüftgelenk und verhindert das Kippen des Beckens nach vorne. Die Mm. gluteus medius et minimus verhindern beim Gehen das Abkippen des Beckens zur Seite des Spielbeines (Putz, 2000; Schiebler et al., 1997). Die gesamte Oberschenkelmuskulatur wird von einer straffen Faszie, der Fascia lata umspannt, welche lateral durch den Tractus iliotibialis verstärkt wird. Der Muskelapparat ermöglicht dem Hüftgelenk eine Beweglichkeit von Extension/Flexion 10-0-130 Grad, Abduktion/Adduktion 40-0-30 Grad und Außenrotation/Innenrotation 50-0-40 Grad (Schiebler et al., 1997).

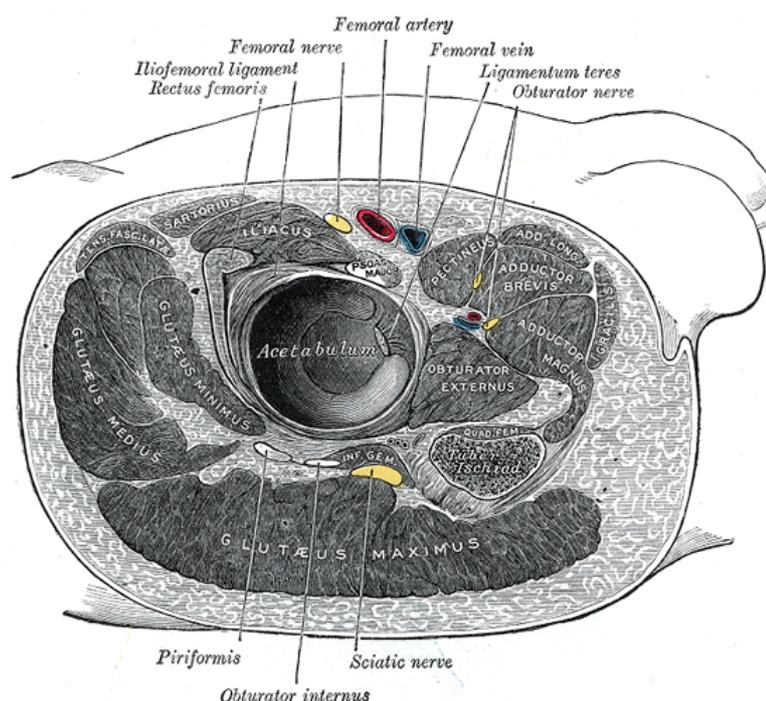


Abb. 1: Strukturen, die das Hüftgelenk umgeben [Aus (Gray, 1918)]

Zur Stabilisierung eines Gelenkes bedarf es einer Gegenkraft, welche dem Drehmoment, das an diesem Gelenk angreift entgegenwirkt und diese somit neutralisiert. Dieses wird im Bereich des Hüftgelenkes durch die Kraft der Abduktoren gewährleistet. Da diese Kraft allerdings mit einem ca. dreimal kürzeren Hebelarm am

Trochanter major angreift als das zu neutralisierende Drehmoment, ist entsprechend etwa das Dreifache des Drehmoments notwendig um dasselbe zu neutralisieren. Die Summe dieser Kräfte wirkt direkt auf das Hüftgelenk und beträgt rechnerisch annähernd das Drei- bis Vierfache des Körpergewichtes. Siehe dazu auch Abb. 2 (Debrunner, 2005; Jerosch und Heisel, 2001). Bergmann et al. konnten durch Implantation von Endoprothesen mit Messfunktion die Druckkräfte am Hüftgelenk exakt nachweisen. Es fanden sich Kräfte von 280% des Körpergewichtes beim langsamen Gehen, 480% beim schnellen Gehen, 550% beim Laufen und schließlich Kräfte von bis zu 870% des Körpergewichtes beim unbeabsichtigten Straucheln. Letzteres konnte nicht bewußt reproduziert werden (Bergmann et al., 1993).

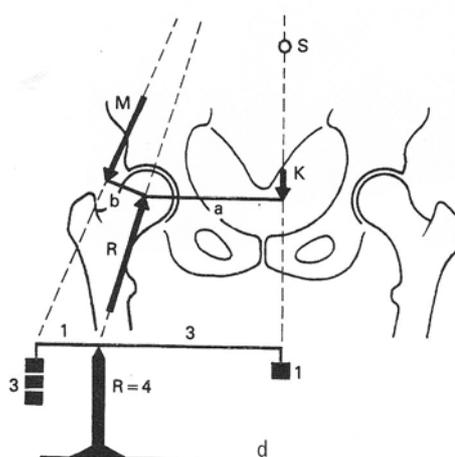


Abb. 2: Wirkung der Kräfte am Hüftgelenk [Aus (Debrunner, 2005)]

1.2 Ursachen und Entstehung der Coxarthrose

Der Begriff Arthrose bezeichnet Veränderungen der Gelenke, welche trotz unterschiedlicher Ursachen sämtlich zur Knorpeldegeneration bis hin zur vollständigen Zerstörung der Gelenkfläche führen. Sämtliche gelenkbildenden Strukturen werden von diesem Prozess betroffen (Günther und Fickert, 2009; Reichelt, 1993). Es kann zwischen primären oder idiopathischen und sekundären Arthrosen unterschieden werden. Fehlen bei primären Arthrosen erkennbare Ursachen der Erkrankung, bedarf es bei sekundären Arthrosen fassbarer Gelenkverletzungen, anatomischer Auffälligkeiten oder Systemerkrankungen als Grundlage für die Entstehung der Arthrose. Als mögliche Ursachen sind hier angeborene Gelenkfehlstellungen wie zum Beispiel die Hüft dysplasie oder die Coxa valga und vara zu sehen, welche zu pathologischer Krafteinleitung im Hüftbereich führt. Folgezustände von

Knochennekrosen im Hüftkopfbereich wie zum Beispiel des Morbus Perthes stören die Gelenkkongruenz und führen zur Arthrose. Gleiches gilt für posttraumatische Zustände nach Frakturen oder anderen Verletzungen der gelenkbildenden Strukturen. Auch metabolische Erkrankungen wie Gicht oder Systemerkrankungen wie die rheumatoide Arthritis führen zum Knorpelschaden. Zahlreiche weitere Erkrankungen wären an dieser Stelle zu nennen.

Unabhängig von definierten Ursachen sind zahlreiche weitere Risiken bekannt. So gelten hohes Lebensalter und Übergewicht als Risikofaktoren. Ferner weisen insbesondere Männer radiologische Zeichen einer Coxarthrose auf, allerdings klagen Frauen häufiger über Symptome (Sun et al., 1997). Als exogener Einfluss ist zum Beispiel der Beruf zu nennen. So kommt es gehäuft zu Coxarthrosen bei Landwirten (Hackenbroch, 2002). Insgesamt ist die Arthrose als Geschehen zu sehen, das von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird. (Debrunner, 2005; Günther und Fickert, 2009; Hackenbroch, 2002; Reichelt, 1993)

Auf zellulärer Ebene stellt eine degenerative Gelenkerkrankung eine Dysbalance zwischen anabolen und katabolen Prozessen im Knorpel dar, wobei die exakte Ursache bislang nicht geklärt ist. Knorpel bildet sich aus Chondrozyten, die von ihnen produzierten Matrix und Wasser, welches durch Proteoglykane gebunden und durch Kollagene gehalten wird. Zum Erhalt der dem Gewebe eigenen mechanischen Eigenschaften bedarf es einer ständigen Erneuerung, wobei Matrixkomponenten abgebaut und neu synthetisiert werden. Durch Schädigung der Knorpelsubstanz kommt es zur vermehrten Bildung nicht knorpeltypischer Matrixkomponenten, einer damit verbundenen vermehrten Einlagerung von Wasser und schließlich zu einer verminderten Resistenz gegenüber mechanischen Belastungen mit weiterer Knorpeldestruktion (Günther und Fickert, 2009).

1.3 Klinik und Diagnostik der Coxarthrose

Initialsymptom einer degenerativen Hüfterkrankung ist der Schmerz. Dieser tritt in der Regel zunächst als Belastungsschmerz auf, welcher in Ruhe sistiert. Im weiteren Verlauf der Erkrankung zeigen sich Ruhe- und Nachtschmerz. Auch der sogenannte „Anlaufschmerz“ ist charakteristisch für degenerative Gelenkerkrankungen. Die Patienten berichten nach längeren Ruhephasen über starke Schmerzen bei den ersten Schritten, welche innerhalb kurzer Zeit verschwinden. Zuweilen wird dieses

charakteristische Schmerzbild von akuten Schmerzschüben unterbrochen. Diese sind Ausdruck einer akuten Synovitis im betroffenen Gelenk, einer aktivierten Coxarthrose (Debrunner, 2005; Gradinger et al., 2009; Günther und Fickert, 2009).

Neben den Schmerzen berichten Patienten über zunehmendes Hinken und ausgeprägte Bewegungseinschränkungen in der erkrankten Hüfte. Einschränkungen des Bewegungsausmaßes zeigen sich insbesondere hinsichtlich der Innenrotation, der Abduktion und der Extension. Korrespondierend hierzu kommt es zu Kontrakturen im Flexions-, Außenrotations- und Adduktionssinne. Letzteres wird vom Patienten häufig als subjektive Beinverkürzung wahrgenommen. Eine tatsächliche Beinverkürzung kann bei fortschreitender Coxarthrose Ausdruck einer zunehmenden Deformierung des Hüftkopfes oder eines Höherentretens desselben sein (Debrunner, 2005; Reichelt, 1993).

Die Diagnostik der Coxarthrose ist eine Domäne der konventionellen Röntgenuntersuchung. Hier zeigen sich die typischen Zeichen der Arthrose als direkte Folge der Knorpelschädigung oder sekundärer Umbauprozesse. Bei beginnender Coxarthrose kommt es im Bereich des Acetabulums zu Umbaureaktionen und Veränderungen der physiologischen Sklerose der Pfanne. Erste osteophytäre Anbauten kommen häufig im Bereich der Fovea capitis zur Ausbildung. Die fortgeschrittene Coxarthrose zeigt deutliche Verschmälerungen oder gar Aufhebung des Gelenkspaltes als Korrelat der Knorpeldestruktion. Es kommt zur Ausbildung einer subchondralen Sklerose, von Geröllzysten und Osteophyten. Zuweilen sind Verkalkungen von gelenkbildenden Strukturen wie Kapsel oder Labrum auffällig. Das Endstadium der Erkrankung ist gekennzeichnet durch „Dezentrierungszeichen“. Es kommt zur Endrundung des Hüftkopfes mit Osteophytenbildung kaudal an Hüftkopf und Pfanne sowie am medialen Schenkelhals (Günther und Fickert, 2009). Siehe hierzu auch Abbildung 3.

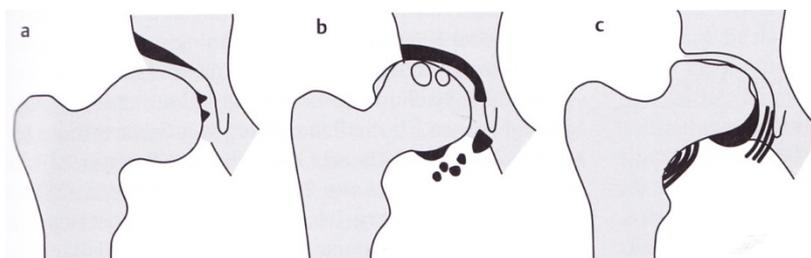


Abb. 3: Röntgenzeichen der Coxarthrose (nach Dihlmann) a: Frühzeichen;
b: fortgeschrittenes Stadium; c: Dezentrierungszeichen
[Abb. aus (Günther und Ziegler, 2006)]

Weitere bildgebende Verfahren dienen maximal der Gewinnung von Zusatzinformationen. So besteht die Möglichkeit der exakten Vermessung der Hüftwinkel in der CT oder der Darstellung der Knorpelschicht und der weichteiligen Gelenkbestandteile sowie von degenerativen Veränderungen der Muskulatur in der MRT. Letztendlich dient eine Kontrolle des Entzündungslabors der Abgrenzung zu akut entzündlichen Geschehnissen (Chládek et al., 2007; Debrunner, 2005; Günther und Fickert, 2009).

1.4 Die Therapie der Coxarthrose

Ziel der Arthrosetherapie ist primär die Reduktion des Schmerzes und sofern möglich die Verzögerung der Erkrankungsprogredienz. Konservative Maßnahmen sollten hierbei den Beginn des ärztlichen Vorgehens darstellen. Hier zeigen sich krankengymnastische Übungsbehandlung, physikalische Therapie vor allem in Form von Wärmeanwendungen verschiedenster Art und Balneotherapie als effektiv. Analgetika und antiphlogistische Medikamente – NSAR wie Ibuprofen oder Diclofenac – bringen häufig gute Linderung. Diese ist allerdings meist nur von kurzer Dauer. Ferner sind diese Medikamente aufgrund ihrer Nebenwirkungen besonders beim alten Menschen nur kurzfristig indiziert und sollten entsprechend auf aktivierte Phasen der Erkrankung beschränkt bleiben. Als gelenkentlastende Maßnahmen haben sich die Benutzung eines Gehstockes auf der gesunden Körperseite und Schuhzurichtungen in Form von gepufferten Absätzen oder Einlagen auf der erkrankten Seite bewährt. Auch eine Gewichtsreduktion bei Adipositas ist anzuraten. Intraartikuläre Injektionen von Kortisonpräparaten bei aktivierter Coxarthrose sind nur bedingt indiziert. Sie bieten im Hüftgelenksbereich das Risiko einer Hüftkopfnekrose und zeigen zudem an der Hüfte, im Vergleich zum Einsatz in anderen Gelenken, eine nur geringe Wirkung (Debrunner, 2005; Gradinger et al., 2009; Heisel und Jerosch, 2007; Reichelt, 1993).

Die Indikation zur operativen Therapie bei fortgeschrittener Coxarthrose wird hauptsächlich durch den Leidensdruck des Patienten bestimmt und sollte in Abhängigkeit von Befund nach ausgereizter konservativer Therapie gestellt werden. Hier liegt die Domäne der Endoprothetik, mit der sich gute Resultate erzielen lassen. Eine weitere Möglichkeit der operativen Therapie ohne Implantation von Fremdmaterial ist die Durchführung von hüftgelenksnahen Korrekturosteotomien, die eine veränderte Kräfteinleitung am Hüftgelenk und eine Kräfteverteilung auf größere Flächen bewirken.

Dieses führt zu Schmerzreduktion und nicht selten zum verzögerten Fortschreiten der Krankheit (Debrunner, 2005; Reichelt, 1993; Wiles, 1958). Die Hüftgelenksarthrodese, welche noch 1958 die Methode der Wahl bei unter 40 jährigen Patienten war (Wiles, 1958), kommt heute nur bei putrider entzündlicher Destruktion in Betracht (Heisel und Jerosch, 2007) bzw. wird in seltenen Fällen als wertvolle Operationsmethode gesehen (Reichelt, 1993).

Neben therapeutischen Ansätzen bei manifester Coxarthrose ist auch die Notwendigkeit des Erkennens und Therapierens von Hüftpathologien vor Manifestation einer Coxarthrose zu betonen. Als Beispiel sei das ultraschallgestützte Säuglingsscreening zur Erkennung einer Hüftdysplasie und die daraus erwachsenden konservativen und operativen Therapieansätze genannt (Graf, 2002). Durch entsprechende Maßnahmen können Arthrosen verzögert oder gar verhindert werden.

Eine statistische Erhebung von Merx et al. weist für das Jahr 2002 ca. 335000 arthrosebedingte Krankenhausaufenthalte nach. Anteilig wurden hier ca. 138000 Patienten aufgrund von Coxarthrose behandelt. Entsprechend fielen ca. 113000 Anschlussheilbehandlungen sowie 2,7 Millionen Arbeitsunfähigkeitstage mit der Diagnose Coxarthrose an. Insgesamt liegen die Gesamtkosten der degenerativen Gelenkerkrankungen auf dem zweiten Platz hinter der arteriellen Hypertonie. Bei einer prognostizierten steigenden Zahl von über 65 jährigen und steigender Prävalenz der Arthrose im Alter verdeutlicht dieses das sozialmedizinische Problem (Merx et al., 2007).

1.5 Hüftendoprothetik

Die Geschichte der Hüftendoprothetik beginnt am Ende des 19. Jahrhundert mit dem Bestreben, ankylosierte Gelenke wieder gangbar zu machen. Neben verschiedensten Osteotomien erfolgte die Einlage verschiedener Stoffe als Interponat. Begonnen bei autologem Gewebe reichten die Materialien – zumeist im Tierversuch - über Schweineblase bis hin zu Gummi und Zinkfolie. 1928 begann Smith-Petersen mit der Entwicklung einer Kappe, welche lose zwischen Hüftkopf und –pfanne eingebracht wurde. Nach Beendigung der Entwicklung im Jahre 1938 wurde die Prothese bei über 500 Hüften angewandt. Trotz teilweisem Erfolg, kam es zu zahlreichen Komplikationen wie Resorption von Hüftkopf und Acetabulum sowie ausbleibender Beschwerdebesserung oder gar Beschwerdepogredienz. Aus dem Jahre 1938

stammen auch Berichte über erste Totalendoprothesen, implantiert von Philip Wiles in London (Wiles, 1958). Deutliche Erfolge blieben auch hier aus. 1946 stellten die Gebrüder Judet mit einer Prothese aus Plexiglas, welche den Femurkopf ersetzte, ein neues Konzept vor. Nach sehr guten, kurzfristigen Resultaten nach Implantation kam es trotz Modifikationen an Form und Material zu häufigem Materialversagen und frühzeitiger Lockerung. Weiterentwicklungen dieser Prothese stellten die Modelle von Thomson (1950) und Moore (1952) dar, welche den Hüftkopf ersetzten und einen vertikalen Schaft, der sich im Knochen verklemmte, zur Verankerung nutzten. Trotz Abrieb im Acetabulumbereich und Lockerung der Schäfte, waren diese die ersten weit verbreiteten Prothesenmodelle. Totalendoprothesen auf Basis der Thomson Schaftes stellten McKee-Farrar 1957 vor. Auch hier kam es zu häufigen Implantatlockerungen. Zudem zeigte sich eine ausgeprägte Metallose bei Metall/Metall Gleitpaarung (Gomez und Morcuende, 2005; Heisel und Jerosch, 2007; Wiles, 1958).

Den entscheidenden Durchbruch in der Hüftendoprothetik erlangte Sir John Charnley 1961 mit der Einführung der Prothesenfixation mit PMMA Knochenzement und des Prinzips der „low friction arthroplasty“ unter Verwendung einer Metall-Polyethylen Gleitpaarung (Charnley, 1961). Einige Jahre darauf bereiteten die Forschungen Mittelmeiers bezüglich der Gewebereaktion nach Hüftendoprothetik (Mittelmeier, 1964) die Grundlage für die zementfreie Prothesenverankerung unter dem Prinzip der Oberflächenvergrößerung und Osteointegration. Die letztgenannten Meilensteine bereiteten den Weg, die Hüftendoprothetik zu einem der erfolgreichsten Operationsverfahren im Fachgebiet der Orthopädie (Wetzel und Dorsch, 2006) zu machen.

Heute sind weltweit über 400 verschiedene Hüftendoprothesenmodelle verfügbar (Heisel und Jerosch, 2007). Bei diesen wird sowohl im Pfannen- als auch im Schaftbereich zwischen zementierter und zementfreier Verankerung unterschieden. Die zementierte Verankerungsstrategie beruht auf der Nutzung einer Kunststoffschicht aus PMMA als Bindeglied zwischen Endoprothese und Knochen. Hierdurch wird eine sofortige Stabilität der Prothese erzielt. Eine intakte Spongiosa stellt hier einen wichtigen Faktor dar, da die Kontaktfläche zwischen Knochen und Zement allgemein als entscheidend für die Stabilität gilt. Hier greifen allerdings Kritikpunkte dieser Fixationsmethode an: Besonders bei langen Standzeiten zeigten sich Implantatlockerungen mit Zerstörung des umgebenden Knochenlagers. Als Ursache werden verschiedene Gründe, wie z.B. Mikrobewegungen, welche auf der schlechten Schwingfestigkeit des Zementes gründen, toxische Effekte während der Zementhärtung durch Hitzeentwicklung oder abriebbedingte Fremdkörperreaktionen,

angesehen. Diese Technik findet heute vorrangig bei älteren Patienten mit reduzierter Knochenqualität Anwendung. Bei der zementfreien Verankerung beruht das Fixationsprinzip auf der Osteointegration der Prothese, welche durch Oberflächenstrukturierung, Oberflächenvergrößerung, Materialwahl und bioaktive Beschichtung der Komponente gefördert wird. Bei der Implantation ist auf eine gute Primärstabilität des Implantats zu achten. Erst sekundär kommt es zum sicheren Einwachsen der Prothese in den Knochen und der daraus resultierenden Sekundärstabilität. Gegebenenfalls zeigen sich bei dieser Art der Fixation Hüftschmerzen in den ersten Monaten nach Implantation. Beide Implantationstechniken ermöglichen die langlebige Verankerung der Schaftimplantate, jedoch zeigten sich erhöhte Lockerungsraten bei zementierten Pfannen (Gradinger et al., 2009; Jerosch und Heisel, 2001; Witvoet, 2005).

Primäre zementierte Hüftpfannen sind in der Regel aus hochvernetztem Polyethylen gefertigt, dessen Außenseite eine grobe Strukturierung aufweist um die Verbundfläche zum Zement zu vergrößern. Zementfreie Implantate bestehen aus Cobalt-Chrom-Molybdän- oder Titanlegierungen mit variabler Oberflächenstruktur und fixierenden Elementen. Titanlegierungen weisen eine höhere Korrosionsbeständigkeit und Elastizität auf, wodurch die knöcherne Integration gefördert wird. Zuweilen kommen poröse oder gestrahlte Oberflächen und bioaktive Beschichtungen wie Hydroxylapatit, welches das Einwachsen von Knochen beschleunigt, zur Verbesserung der Osteointegration zum Einsatz. Die Primärstabilität wird heute im Wesentlichen durch zwei Techniken erreicht. Hauptsächlich findet die Press-fit Verankerung Anwendung. Hier wird die Pfannenkomponente in ein geringfügig kleineres Prothesenbett eingeschlagen und somit verklemmt. Seltener wird die Pfanne in ein entsprechend gefrästes Bett eingeschraubt und somit fixiert.

In der metallenen Außenpfanne lässt sich, sofern die äußere Pfanne nicht selbst als Gleitpartner dient, in der Regel ein Inlay aus Polyethylen oder Keramik verankern. Seltener ist dieses bereits fest mit der Metallkomponente verschweißt (Gradinger et al., 2009; Jerosch und Heisel, 2001; Kilian und Schnettler, 2009; Witvoet, 2005).

Auch im Bereich des Hüftschafte kommen Cobalt-Chrom-Molybdänlegierungen sowie Titan und dessen Legierungen zum Einsatz. Zementierte Schäfte verfügen über eine glatte, teilweise hochpolierte Oberfläche um Abrieb durch Mikrobewegungen an der Zement-Implantat Grenze zu verhindern. Anders bei zementfreien Komponenten: Hier finden sich ähnliche Verankerungsstrategien wie bereits für Pfannenimplantate beschrieben. Ausmaß und Position der rauen bzw. profilierten Oberflächenstruktur und

somit der Zonen der Kraffteinleitung und Osteointegration zeigen sich hier variabel. Dieses ermöglicht die Entwicklung proximal fixierter Kurzschäfte, deren Ziel darin besteht durch knochensparende Implantation und Verringerung biomechanisch bedingter Umbauprozesse eine verbesserte ossäre Situation im Falle einer Wechseloperation zu gewährleisten (Gulow et al., 2007; Hube et al., 2004). So lassen sich heute Endoprothesen mit epiphysärer, metaphysärer, meta-diaphysärer sowie rein diaphysärer Verankerung unterscheiden (Gradinger et al., 2009; Gulow et al., 2007; Jerosch und Heisel, 2001; Witvoet, 2005).

Die eigentlichen artikulierenden Gelenkpartner bilden sich aus dem Inlay der Gelenkpfanne und dem Kopf der Schaftkomponente. Letzterer wird aus Keramik oder Cobalt-Chrom-Molybdänlegierungen gefertigt. Als Material für das Pfanneninlay kann neben den genannten Werkstoffen zudem noch Polyethylen verarbeitet werden. Generell ist es notwendig die artikulierenden Oberflächen im Sinne der „Low Friction Arthroplasty“ (Charnley, 1961) sehr glatt zu arbeiten um Abrieb und daraus resultierende Komplikationen gering zu halten. Aus den verwandten Materialien ergeben sich die geläufigen Hart-Hart und Hart-Weich Gleitpaarungen. Betrachtet man die Hart-Hart Paarungen finden Keramik-Keramik und Metall-Metall Kombinationen Verwendung. Keramik-Keramik Paarungen verfügen über beste tribologische Eigenschaften. Allerdings kann es in seltenen Fällen zu Keramikbrüchen kommen, in denen Keramikpartikel als Abriebverstärker fungieren und somit zu vorzeitigem Materialverschleiß, welcher auch die Revisionsimplantate betreffen kann, führen können. Metall-Metall Paarungen wurden aufgrund guter Abriebeigenschaften und fehlender Bruchgefahr zeitweilig hoch gelobt. Zurzeit werden diese Paarungen aufgrund möglicher nekrotischer, entzündlicher Gewebeveränderungen und Pseudotumorbildung durch Abriebpartikel im Nanometerbereich jedoch kontrovers diskutiert (Mahendra et al., 2009). Desweiteren sind systemische Wirkungen der zirkulierenden Metallionen bis dato unbekannt.

Bei Hart-Weich Paarungen artikulieren Metall- oder Keramikköpfe in einer Polyethylenpfanne. Beide Varianten, jedoch vor allem Metall-PE Gleitpaarungen, verursachen im Vergleich zu Hart-Hart Paarungen geringfügig vermehrt Abrieb. Dennoch sind die Abriebeigenschaften bei Verwendung moderner Materialien als gut zu bezeichnen. Moderne Metallköpfe sind Keramikköpfen nahezu gleichwertig (Gradinger et al., 2009; Heisel und Jerosch, 2007; Witvoet, 2005).

1.6 Zugangswege zum Hüftgelenk

Zur Implantation einer Hüftgelenksendoprothese bedarf es eines sicheren und gewebeschonenden Zuganges zum Hüftgelenk, der eine ausreichende Darstellbarkeit von Femur und Acetabulum ermöglicht. Die heutigen Zugänge stellen im Wesentlichen Modifikationen alter, erprobter Operationstechniken dar. Dieses schließt die als „minimalinvasiv“ postulierten Zugänge mit ein. Man unterscheidet anteriore, anterolaterale, laterale und posteriore Zugänge zum Hüftgelenk (Kayser et al., 2007; Kuropatkin, 2007).

Der posteriore Zugang wurde erstmals durch Langenbeck 1874 beschrieben. Modifikationen, welche sich im Wesentlichen durch die Krümmung und Lage der Hautinzision unterscheiden finden sich nach Dumont, Gibson und Moore (Kuropatkin, 2007). Die Hautinzision erfolgt nach dorsocranial geschwungen über den posterioren Anteil des Trochantermassivs ziehen. Im Folgenden wird der M. gluteus maximus im Faserverlauf gespalten. Die darunterliegenden kurzen Außenrotatoren des Hüftgelenkes werden zur Darstellung des Hüftgelenkes abgelöst. Spezielle Risiken dieser Operationsmethode liegen vor allem in Luxationen der Hüftprothese, welche mit Defekten der dorsalen Gelenkkapsel assoziiert sind und Läsionen des N. ischiadicus (Hoppenfeld und deBoer, 2003; Kayser et al., 2007; Kuropatkin, 2007). Minimalinvasive Varianten dieses Zugangs unterscheiden sich durch Position und Länge des Hautschnittes, das Ausmaß der Dissektion des M. gluteus maximus und eine begrenzte Tenotomie der kleinen Außenrotatoren (Rittmeister und Peters, 2007). Letzteres bleibt jedoch weiterhin unabdingbar (Kayser et al., 2007). Andere Autoren berichten über ein abgesehen vom Hautschnitt identisches Vorgehen im Vergleich zum nicht minimalinvasiven Verfahren (Ogonda et al., 2005).

Laterale Zugänge werden nach Bauer und Hardinge beschrieben. Details hierzu finden sich im Kapitel 3.3.1. Venbrocks et al. beschreiben eine Variante des transglutealen Zuganges nach Bauer in Form einer verkürzten Variante desselben, können jedoch die Bezeichnung „minimalinvasiv“ für diesen Zugang nicht rechtfertigen und sehen den vorrangigen Vorteil in der Kosmetik (Venbrocks et al., 2007).

Anterolaterale Zugänge wurden initial von Watson-Jones 1936 beschrieben. Modifikationen wurden von Charnley, Müller sowie Burwell und Scott entwickelt (Kuropatkin, 2007). Die im Original geschilderte Hautinzision zieht von einem Punkt ca. drei cm oberhalb der Spina iliaca anterior superior leicht kurviert über das

Trochantermassiv um im Verlauf des Femurs zu münden. Nach Präparation und Durchtrennung der Fascia lata erfolgt die subfasciale Präparation nach medial zum Aufsuchen des Muskelintervalls zwischen M. gluteus medius und M. tensor fasciae latae, durch welches das Hüftgelenk dargestellt wird. Zur Erweiterung des Zugangs ist wahlweise eine Trochanterosteotomie oder ein partielles Ablösen der Abduktoren vorgesehen. Gefahren liegen in der Verletzung des Nervus femoralis und des Nervus gluteus superior sowie der Arteria und Vena femoralis, welche durch Hakenzug verletzt werden können (Hoppenfeld und deBoer, 2003; Kayser et al., 2007; Kuropatkin, 2007). Zu minimalinvasiven Modifikationen siehe Kapitel 3.3.2 dieser Arbeit.

Zuletzt ist der anteriore Zugang nach Smith-Peterson zu nennen. Bei diesem Zugang wird nach einer dem Beckenkamm und nach kurviertem Verlauf dem ventralen Femur folgenden Hautinzision das Muskelintervall zwischen M. sartorius und M. tensor fasciae latae dargestellt. Durch dieses erfolgen das Aufsuchen der vorderen Hüftgelenkscapsel und die weitere Präparation. Die am häufigsten geschädigte Struktur stellt der N. cutaneus femoris lateralis dar. Einen weiteren Mangel bildet die erschwerte Darstellung des femoralen Markkanals (Hoppenfeld und deBoer, 2003; Kuropatkin, 2007). Wohlrab et al. beschreiben eine minimalinvasive Variante des Zuganges. Nach im Verlauf des Schenkelhalses geführter Hautinzision erfolgt auch hier die Darstellung des Hüftgelenkes über das beschriebene intermuskuläre Intervall. Frührehabilitative Vorteile konnten nachgewiesen werden, jedoch kam es zu einer deutlich erhöhten Anzahl temporärer Nervenläsionen (Wohlrab et al., 2004).

2 Zielstellungen

Für sogenannte minimalinvasive Verfahren werden auch in der orthopädischen Chirurgie postoperative Vorteile postuliert. Dazu zählen schnellere Frührehabilitation, geringerer postoperativer Schmerz und verringertes Muskeltrauma. Andere Autoren bemängeln die durch den kleineren Zugang reduzierte Übersicht und daraus erwachsende Risiken und Fehlpositionen der Implantate. In dieser Studie wurden Patienten nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese über einen minimalinvasiven Zugang nach Watson-Jones, der auf scharfe Durchtrennung der Muskulatur verzichtet, oder über einen transglutealen Zugang nach Bauer, der ein Durchtrennen von Muskulatur erfordert, untersucht. Folgende Fragestellungen standen hierbei im Vordergrund:

- 1.) Bestehen postoperative Vorteile des angewandten minimalinvasiven Verfahrens im Hinblick auf die frühe Rehabilitationsphase der Patienten?
- 2.) Zeigen sich Unterschiede in der postoperativen Schmerzintensität nach minimalinvasiver Implantation einer Hüftendoprothese und transglutealer Operation?
- 3.) Bestehen laborchemische Zeichen für ein verringertes Trauma durch Verdrängung der Muskulatur als durch scharfe Durchtrennung derselben?
- 4.) Gibt es relevante Unterschiede in der Implantatposition in Abhängigkeit vom Zugangsweg?
- 5.) Welche Auswirkungen hat der Zugangsweg auf die postoperative Entwicklung der Knochendichte?

3 Material und Methodik

3.1 Die Studienpopulation

Die hier vorgestellte prospektiv randomisierte Studie wurde an der Universitätsklinik und Poliklinik für Orthopädie und Physikalische Medizin Halle durchgeführt. Vor Studienbeginn erfolgte die Genehmigung der Studie durch die lokale Ethikkommission. Eingeschlossen wurden insgesamt 40 Patienten mit Indikation zur unilateralen Implantation einer Hüfttotalendoprothese. Insgesamt wurden 24 Männer und 16 Frauen eingeschlossen. Die Randomisierung und somit die Auswahl des Zugangsweges zum Hüftgelenk und Unterteilung der Patienten in zwei Gruppen erfolgte anhand einer Randomisierungsliste, in welche die Patienten gemäß der chronologischen Reihenfolge ihrer Aufnahmedaten eingruppiert wurden.

Die minimalinvasive Studiengruppe (MIS) bestand aus 14 Männern und 6 Frauen mit einem Durchschnittsalter von $60,5 \pm 8,4$ (42 – 71) Jahren. Der durchschnittliche BMI betrug $26,5 \pm 3,7$ kg/m² bei einer Körpergröße von $173,0 \pm 7,8$ cm. 10 Männer und 10 Frauen bildeten die transgluteale Studiengruppe mit einem Durchschnittsalter von $64,0 \pm 7,3$ (47 – 73) Jahren. Hier betrug der durchschnittliche BMI $28,5 \pm 3,5$ kg/m² bei einer Körpergröße von $172,7 \pm 10,1$ cm. Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen in den genannten Parametern waren nicht beweisbar. Eine Übersicht ist in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Übersicht über die minimalinvasive (n=20) und transgluteale (n=20)

Studienpopulation

| Parameter | transgluteal | MIS |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Patienten (Anzahl) | 20 | 20 |
| Alter (Jahre) | $64,0 \pm 7,3$ (47 – 73) | $60,5 \pm 8,4$ (42 – 71) |
| Geschlecht (m/w) | 10/10 | 14/6 |
| BMI (kg/m ²) | $28,5 \pm 3,5$ | $26,5 \pm 3,7$ |
| Größe (cm) | $173,0 \pm 7,8$ | $172,7 \pm 10,1$ |

3.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Grundvoraussetzung für die Teilnahme an der Studie war die bestehende Indikation zur Implantation einer unilateralen primären Hüfttotalendoprothese und die freiwillige Studienteilnahme nach entsprechender Aufklärung des Patienten, welche schriftlich bestätigt wurde. Patienten mit einem bereits endoprothetisch versorgten Gelenk oder einer weiteren operationsbedürftigen Arthrose im Bereich der unteren Extremität wurden von der Studienteilnahme ausgeschlossen. Gleiches galt für Patienten welche Voroperationen am betroffenen Hüftgelenk in der Anamnese, eine hochgradige Dysplasie- oder Protrusionscoxarthrose aufwiesen. Ferner mussten sich die Patienten in guter gesundheitlicher Verfassung befinden oder aber hinsichtlich eventueller Nebenerkrankungen in der Form eingestellt sein, dass keine gesundheitlichen Bedenken zur Implantation einer Endoprothese oder der Studienteilnahme bestanden. Das maximale Alter zum Einschluss in die Studie lag bei 75 Jahren. Sämtliche Patienten der Studienpopulation erhielten den MAYO® Schaft und die Trilogy® Pfanne der Firma Zimmer (Zimmer Inc., Warsaw, USA) und mussten gemäß präoperativer Operationsplanung für die Versorgung mit den genannten Implantaten geeignet sein. Eine bekannte Osteoporose stellt eine Kontraindikation zur Implantation des verwendeten Schaftes und somit ein Ausschlusskriterium dar. Weiterhin wurden Patienten mit einer massiven Adipositas mit einem BMI $\geq 35 \text{ kg/m}^2$, einem endogenen Ekzem sowie der Unfähigkeit 10 Minuten zu gehen und zu stehen nicht in die Studie eingeschlossen.



Abb. 4.: Darstellung der verwendeten Lagerung vor der sterilen Abdeckung. Das kontralaterale wird flektiert und abduziert ausgelagert, das zu versorgende Bein ist frei beweglich.

3.3 Die Zugangswege

Die Implantation der Endoprothesen erfolgte im Studienrahmen durch zwei erfahrene Operateure. Sämtliche Patienten wurden in Rückenlage mit flektiertem und abduziertem kontralateralem Bein gelagert. Das zu versorgende Bein wurde frei beweglich abgedeckt. Eine Darstellung der Lagerung findet sich in Abb. 4. Die Eingriffe wurden sämtlich in Intubations- oder Spinalanästhesie durchgeführt.

3.3.1 Der transgluteale Zugang nach Bauer

Bei dem von Bauer 1979 vorgestellten Zugang handelt es sich um einen direkt lateralen Zugang zum Hüftgelenk, der eine gute Übersicht über die Gelenkzirkumferenz, eine Muskelschonung sowie eine Schonung des Nervus gluteus superior bietet (Bauer et al., 1979).

Die Hautinzision beginnt proximal der Spitze des Trochanter major und verläuft leicht dorsal desselben in Längsrichtung über eine Strecke von 10 bis 15 cm. Nach Präparation des Tractus iliotibialis erfolgt dessen Spaltung im Faserverlauf und die Darstellung des darunterliegenden M. gluteus medius. Bei der folgenden Durchtrennung dieser Muskeln werden die am Trochanter major inserierenden Muskelfasern partiell abgelöst. Die ventralen Weichteile werden in einem zusammenhängenden Muskelpaket abgehoben. Zur vollständigen Darstellung der Gelenkkapsel bleibt noch das stumpfe Ablösen der Ansätze der Mm. gluteus medius und minimus. Nach stattgehabter Präparation und Inzision der Gelenkkapsel sowie Luxation des Hüftgelenkes kann die Resektion des Hüftkopfes sowie die Implantation der Endoprothese erfolgen (Bauer et al., 1979; Hoppenfeld und deBoer, 2003). Abb. 5 zeigt das exponierte rechte Hüftgelenk über den beschriebenen Zugang.

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise unter besonderer Berücksichtigung des Tractus iliotibialis um mögliche Wundheilungsstörungen zu vermeiden.

Besondere Risiken dieses Zuganges liegen in der Schädigung des N. gluteus superior, welcher 3-5 cm proximal der Spitze des Trochanter major verläuft sowie des N. femoralis welcher als Struktur des ventralen neurovaskulären Bündels direkt unter den ventralen Retraktoren liegt. Gleiches gilt für die Arteria und Vena femoralis (Hoppenfeld und deBoer, 2003).

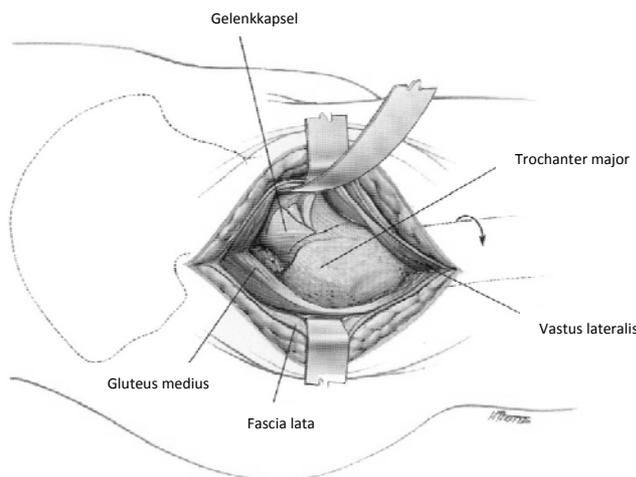


Abb. 5: Exposition des rechten Hüftgelenkes über den lateralen transglutealen Zugang nach Bauer [Abbildung nach (Hoppenfeld und deBoer, 2003)]

3.3.2 Der minimalinvasive modifizierte Zugang nach Watson-Jones

Bei dem verwendeten Zugang handelt es sich um eine minimalinvasive Weiterentwicklung des anterolateralen Watson-Jones Zuganges, welcher sich das Intervall zwischen M. tensor fasciae latae und M. gluteus medius zunutze macht, um den Zugang zum Hüftgelenk zu erlangen. Die Nutzung dieses Intervalls zur Endoprothesenimplantation ermöglicht die Schonung der Abduktoren. Ferner wird ihm ein schnelles Rehabilitationspotential zugeschrieben (Bertin und Röttinger, 2004).

Die schräge Hautinzision wird auf einer gedachten Verbindungslinie zwischen Spina iliaca anterior superior und Trochanter major über eine Länge von 7 – 9 cm geführt. Nach Präparation der Muskelfaszie erfolgt die Identifikation des nach Watson-Jones benannten Muskelintervalls durch Palpation der Insertionsstellen der Mm. gluteus medius und minimus am Trochanter major und des dorsalen Randes des M. tensor fasciae latae. Die Faszie wird nun im Bereich der Muskellücke inzidiert und das Muskelintervall unter Verwendung spezieller modifizierter Hohmann Hebel stumpf auseinander gedrängt. Eine schematische Darstellung dieses Zuganges ist in Abb. 6 dargestellt. Nun lässt sich nach Resektion von präkapsulärem Fett die ventrale Gelenkkapsel darstellen, eröffnen und entfernen. Die Resektion des Hüftkopfes erfolgt nach kompletter Osteotomie des Schenkelhalses auf zwei Etagen, welches eine Luxation des Hüftgelenkes erübrigt (Bertin und Röttinger, 2004). Aufgrund des kurzen Zuganges werden zur Präparation des Gewebes speziell kurvierte Hebel und zur Implantation der Endoprothesenkomponenten spezielle Offset-Raspeln, -Fräsen und -Impaktoren benötigt. Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei bei resezierter Hüftkapsel die erste zu verschließende Schicht die superfizielle Muskelfaszie ist.

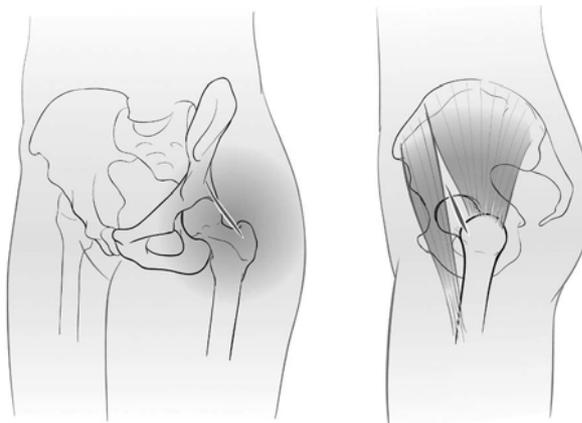


Abb. 6: Lokalisation und Länge der Hautinzision beim minimalinvasiven Watson-Jones Zugang und Darstellung des Muskelintervalls zwischen M. tensor fasciae latae und M. gluteus medius [Abbildung aus (Bertin und Röttinger, 2004)]

Besondere Risiken dieses Zugangs sind in der Schädigung des Nervus femoralis zu sehen, welche in der Regel durch übermäßigen Zug an den ventralen Weichteilen oder Druck der ventralen Hohmannhebel verursacht wird. Arteria und Vena femoralis können durch eine Malpositionierung medialer Retraktoren geschädigt werden. In seltenen Fällen trifft dieses auch auf die Arteria femoralis profunda zu (Hoppenfeld und deBoer, 2003).

3.4 Die Implantate

Bei sämtlichen eingeschlossenen Patienten wurden Trilogy[®]-Pfannen und Mayo[®]-Schäfte implantiert (Zimmer Inc., Warsaw, USA), die seit 1999 regelmäßig an der Universitäts- und Poliklinik für Orthopädie und Physikalische Medizin Halle implantiert werden. Es handelt sich um zementfreie Implantate bestehend aus Tivanium[®] (Zimmer Inc., Warsaw, USA), einer Titan-Aluminium-Vanadium Legierung, die ihre Primärstabilität über einen Press-fit erreichen. Eine Sekundärstabilität wird über Osteointegration der Endoprothesen-komponenten erreicht. Eine Belastung des endoprothetisch ersetzten Hüftgelenkes mit dem vollen Körpergewicht ist unmittelbar postoperativ möglich. Eine Darstellung der Implantate findet sich in Abb. 7.



Abb. 7: Darstellung der verwendeten Implantate von links nach rechts: MAYO® Hüftschafft, Longevity® Inlay, Trilogy® Hüftpfanne (Zimmer Inc., Warsaw)

3.4.1 Das MAYO® Kurzschafft System

Die Mayo® Conservative Hip (Zimmer Inc., Warsaw, USA) wurde von B. F. Morrey mit dem Ziel, ein knochensparendes Implantat mit sofortiger rigider Primärstabilität und langdauernder Biokompatibilität zu schaffen, entwickelt (Morrey, 1989). Die Kurzschafftprothese weist ein doppelt keilförmiges Design in anteroposteriorer und mediolateraler Richtung auf. Durch die auf diese Weise erreichte Multipoint-Verankerung verkeilt sich das Implantat auch in irregulär geformten Kavitäten sofort rigide und erreicht eine gute Primärstabilität (Hube et al., 2004; Morrey et al., 2000). Der proximale Schaftanteil ist plasmagestrahlt, wodurch eine Abschirmung des proximalen Femur und des Prothesenschaftes vor Abriebpartikeln (Morrey et al., 2000) erreicht wird, und partiell mit einer fibre mesh Struktur versehen. Unterschiedliche Ausführungen mit und ohne Hydroxylapatitbeschichtung des Schaftes sind erhältlich. Die beschichtete Variante bietet eine verbesserte Osteointegration durch hydroxylapatitbedingte Osteokonduktion (Furlong und Osborn, 1991; Geesink et al., 1988) und wurde im Studienrahmen verwandt. Vor Markteinführung wurde das Implantat durch den Entwickler einer Studie unterzogen, in welcher die Gleichwertigkeit zu anderen Prothesendesigns, die Verwirklichung der genannten Ziele und eine deutliche Minimierung des perioperativen Blutverlustes bewiesen werden konnte (Morrey et al., 2000).

Die Implantationstechnik sieht nach Resektion des Femurkopfes zunächst die Eröffnung des Markraumes mit Hilfe einer kurvierten Ahle vor. Dann erfolgt die schrittweise Impaktierung der Spongiosa mittels einem, dem Implantat in Form und Größe entsprechendem Impaktor, bis zur gewünschten Implantatgröße. Nach

Röntgenkontrolle erfolgreicher Stabilitätsprüfung kann nun das definitive Implantat eingebracht werden.

Der Schaft ist in acht Größen verfügbar, woraus die Möglichkeit einer exakten individuellen Anpassung resultiert.

3.4.2 Das Trilogy[®] Hüftpfannensystem

Bei der Trilogy[®] Hüftpfanne (Zimmer Inc., Warsaw, USA) handelt es sich um eine hemisphärische Press-fit Pfanne. Ihre Oberfläche bildet ein fibre mesh aus reinem Titan, welches mit einer Schicht aus 70% Hydroxylapatit und 30% Tricalciumphosphat beschichtet ist (Thanner et al., 2000). Mit dieser Oberflächenbeschaffenheit wird durch die Friktion eine gute Primärstabilität, durch die osteokonduktiven Eigenschaften der Beschichtung eine frühzeitige und feste Osteointegration (Furlong und Osborn, 1991; Geesink et al., 1988) und somit gute Sekundärstabilität erreicht. Zudem besteht die optionale Möglichkeit der Augmentation der Pfanne durch Schrauben. Die Implantation des definitiven Implantates erfolgt nach Bereitung eines Prothesenlagers mit hemisphärischen Fräsen in aufsteigenden Größen, bis ubiquitär subchondrale Blutungen auftreten. In der Regel wird ein Implantat gewählt dessen Durchmesser den des gefrästen Lagers um zwei mm übertrifft. Die Pfannen sind in zwei mm Abstufungen verfügbar in Größen von 42 mm bis 80 mm Durchmesser.

Das eingesetzte Inlay (Longevity[®]; Zimmer Inc., Warsaw, USA) besteht aus hochvernetztem Polyethylen. Je nach Gelenkstabilität besteht hier die Option ein Inlay mit variablen Überdachungen von 10° bzw. 20° zu implantieren.

3.5 Der Harris-Hip-Score

Ein wesentliches Mittel zur Erhebung der prä- und postoperativen klinisch-funktionellen Zustände der Patienten war der Harris-Hip-Score. Dieser Score wurde 1969 von W. H. Harris entworfen um über ein reliables und reproduzierbares Mittel zu verfügen, welches alle wichtigen hüftbezogenen Variablen in ein einzelnes Ergebnis zusammenfasst und auf verschiedene Hüfterkrankungen und Therapieoptionen anwendbar ist (Harris, 1969). Es handelt sich um einen klinischen Hüftscore mit allgemeiner Anwendbarkeit und dem speziellen Einsatzbereich Coxarthrose. Maximal sind 100 Punkte zu erreichen, welche zu 91% nach subjektiven Kriterien und zu 9% nach objektiven Kriterien ermittelt werden. Der Harris-Hip-Score ist der gebräuchlichste Hüftscore (Krämer, 1993). Eine Übersicht über den Harris-Hip-Score in der Originalversion ist in Tab. 2 dargestellt.

Tab. 2: Übersicht der Kriterien des Harris-Hip-Score (Harris, 1969; Krämer, 1993)

| I. Pain (44 Points possible) | | | | | |
|--|----------------------------------|--------|-----------------------------------|--|--------|
| A. None or ignores it | | | | | 44 |
| B. Slightly, occasional, no compromise in activities | | | | | 40 |
| C. Mild pain, no effect on average activities, rarely moderate pain with unusual activity, may take aspirin | | | | | 30 |
| D. Moderate pain, tolerable but makes concessions to pain. Some limitations of ordinary activity or work. May require occasional pain medicine stronger than aspirin | | | | | 20 |
| E. Marked pain, serious limitation of activities. | | | | | 10 |
| F. Totally disabled, crippled. Pain in bed, bedridden. | | | | | 0 |
| II. Function (47 Points possible) | | | | | |
| A. Gait (33 possible) | | | B. Activities (14 possible) | | |
| 1. Limb | None | 11 | 1. Stairs | Normally without using a railing | 4 |
| | Slight | 8 | | Normally using a railing | 2 |
| | Moderate | 5 | | In any manner | 1 |
| | severe | 0 | | Unable to do stairs | 0 |
| 2. Support | None | 11 | 2. Shoes and Socks | With ease | 4 |
| | Cane for long walks | 7 | | With difficulty | 2 |
| | Cane most of the time | 5 | | Unable | 0 |
| | One Crutch | 3 | | | |
| | Two Canes | 2 | | | |
| | Two Crutches Not able to walk | 0 0 | | | |
| 3. Distance walked | Unlimited | 11 | 3. Sitting | Comfortably in ordinary chair one hour | 5 |
| | 6 Blocks | 8 | | On a high chair for half an hour | 3 |
| | 2-3 Blocks | 5 | | Unable to sit comfortably in any chair | 0 |
| | Indoor only | 2 | | | |
| | Bed and chair | 0 | | | |
| | | | 4. Enter public transportation | Able Unable | 1 0 |
| III. Absence of deformity (4) are given if the patient demonstrates: | | | | | |
| A. less than 30° fixed contracture | | | | | |
| B. less than 10° fixed adduction | | | | | |
| C. less than 10° fixed internal rotation in extension | | | | | |
| D. limb-length discrepancy less than 3,2 cm | | | | | |
| IV. Range of motion | | | | | |
| A. Flexion | 0°-45° | x 1,0 | C. External rotation in extension | 0°-15° | x 0,4 |
| | 45°-90° | x 0,6 | | >15° | x 0,0 |
| | 90°-110° | x 0,3 | D. Internal rotation in extension | any | x 0,5 |
| | >110° | x 0,0 | | | |
| B. Abduction | 0°-15° | x 0,8 | E. Adduction | 0°-15° | x 0,2 |
| | 15°-20° | x 0,3 | F. Extension | any | x 0,0 |
| | >20° | x 0,0 | | | |
| To determine the over-all rating for range of motion multiply the sum of the index values x 0,05. Record Trendelenburg Test as positive, level or neutral. Max. 5 points | | | | | |

Der Score unterteilt sich in vier Komplexe mit unterschiedlicher Wichtung.

Im „Komplex 1 – Schmerz“ lassen sich maximal 44 Punkte erreichen. Die Vergabe erfolgt anhand festgelegter Richtlinien zur Klassifizierung des vom Patienten subjektiv empfundenen Schmerzes. Je niedriger die empfundene Schmerzintensität desto höher ist hierbei die erreichte Punktzahl.

„Komplex 2 – Funktion“ wird unterteilt in die Unterkomplexe Gang mit 33 und Aktivitäten mit 14 maximal möglichen Punkten. Ein Aktivitätsprofil wird anhand von Fragen zum Treppensteigen, zum Sitzen, zur Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel sowie zum Anziehen von Schuhen oder Socken erstellt. Der Gang kann anhand der Kriterien Hinken, Gehhilfen und Gehstrecke evaluiert werden.

Im „Komplex 3 – Abwesenheit von Deformität“ wird für das Vorhandensein einer Beugekontraktur von $\geq 30^\circ$, einer Adduktionskontraktur von $\geq 10^\circ$, einer Innenrotationskontraktur von $\geq 10^\circ$ in Streckung oder Beinlängendifferenz von $\geq 3,2$ cm jeweils ein Punkt abgezogen. Beim Fehlen sämtlicher beschriebener Deformitäten können hier entsprechend maximal 4 Punkte erreicht werden.

Zur Evaluierung des „Komplex 4 – Bewegungsausmaß“ werden die gemessenen Bewegungsausmaße in definierten Winkelbereichen unter Wichtung ihrer funktionellen Bedeutung mit definierten Indizes multipliziert. Das aus dieser Rechnung resultierende Ergebnis – maximal 100,5 Punkte – wird mit dem Faktor 0,05 multipliziert. Somit sind hier gerundet 5 Punkte zu erreichen (Harris, 1969).

Die Erhebung des Harris-Hip-Score erfolgte präoperativ, 3 und 10 Tage sowie 6 und 12 Wochen postoperativ.

3.6 Die visuelle Analogskala

Visuelle Analogskalen sind ein in klinischer und psychologischer Forschung weit verbreitetes Mittel um subjektive Zustände zu erfassen und zu bewerten. Validität und Sensitivität sind altersunabhängig nachgewiesen (Price et al., 1983; Tiplady et al., 1998). Gleiches gilt für die Reliabilität der Methode (Bijur et al., 2001; Ferraz et al., 1990).

Zur prä- und postoperativen Erfassung der subjektiven Schmerzintensität der untersuchten Patienten wurde eine horizontale visuelle Analogskala (Scott und Huskisson, 1979) mit einer Länge von 100 Millimetern ohne Markierungen verwendet. Die Endpunkte der Skala waren links als „kein Schmerz“, rechts als „größter vorstellbarer Schmerz“ definiert (Huskisson, 1974). Die Patienten wurden angewiesen ihre zum Messzeitpunkt empfundene subjektive Schmerzintensität bei Belastung auf

der Skala durch einen senkrechten, die Skala schneidenden Strich zwischen den genannten Endpunkten abzutragen.

Zur Auswertung wurde die Distanz zwischen dem linken Endpunkt und der Patientenmarkierung in Millimetern gemessen und der gemessene Wert dem Ergebnis in Punkten gleichgesetzt. Entsprechend waren für „kein Schmerz“ 0 Punkte, für den „größten vorstellbaren Schmerz“ 100 Punkte erreichbar.

Erhoben wurde die Schmerzintensität einmalig präoperativ, am 3. und 10. postoperativem Tag sowie 3 und 12 Wochen postoperativ.

3.7 Die Labordiagnostik

Zur Evaluierung des operationsbedingten Muskeltraumas wurden die Plasmakonzentrationen von Creatinkinase und Myoglobin bestimmt. Die Blutentnahmen erfolgten präoperativ sowie 6, 12, 18, 24 und 48 Stunden postoperativ. Unmittelbar nach Gewinnung wurden die Proben ins Labor gesandt, um eine Verfälschung der zu bestimmenden Werte durch Überlagerung zu vermeiden. Um eventuell bereits präoperativ bestehende interindividuelle Diskrepanzen in den Plasmakonzentrationen der bestimmten Parameter auszugleichen wurden die präoperativen Werte innerhalb einer Gruppe jeweils als 100% gewertet und die postoperativ bestimmten Mittelwerte dazu in Relation gesetzt.

3.7.1 Creatinkinase (CK)

Die Creatinkinase ist ein intrazelluläres Enzym, das eine entscheidende Rolle bei der Energieversorgung von Muskulatur, des Zentralnervensystems und vieler proliferierender Gewebe spielt. In den Mitochondrien dient es der Phosphorylierung von ADP zu ATP. Aufgrund der Synthetisierung der Creatinkinase auf verschiedenen Genloci existieren vier Isoenzyme mit unterschiedlichen Organverteilungen, deren kumulative Aktivität die Gesamtaktivität der Creatinkinase im Serum ergibt (Stein, 2008), welche im Studienrahmen bestimmt wurde. Aufgrund von vermehrten Übertritten des Enzyms in das Blut durch Traumatisierung kommt es hierbei zu einem Anstieg der Serumaktivität. Diese ist als proportional zur Schwere des Muskeltraumas zu werten (Strecker et al., 1999).

Die Serumaktivität wurde gemäß der „IFCC Primary Reference Procedure for the Measurement of Catalytic Activity Concentration of Creatine Kinase at 37° C“ (Schumann et al., 2002) im UniCel® DxC 800 Synchron® System der Firma Beckman Coulter, Inc. durch das Zentrallabor des Universitätsklinikums Halle bestimmt. Die Normalkonzentration der Aktivität der CK im Serum liegt bei <2,41µmol/lxs bei Frauen,

respektive $<2,85 \mu\text{mol/lxs}$ bei Männern. Die Mechanismen, welche die CK aus der Zirkulation entfernen, sind noch nicht hinreichend erforscht (Stein, 2008).

3.7.2 Myoglobin

Myoglobin ist ein sauerstoffbindendes Hämprotein der Skelett- und Herzmuskulatur mit der Fähigkeit Sauerstoff mit einer höheren Affinität als Hämoglobin reversibel zu binden. Somit hat es eine entscheidende Rolle für den Sauerstofftransport und die Sauerstoffspeicherung in der quergestreiften Muskelzelle. Aufgrund der Lokalisation im Zytoplasma der Muskelzelle permeiert das Protein bei einer Zellschädigung nach extrazellulär und es kommt zum Anstieg der Plasmakonzentration. Gründe hierfür können kardiale Erkrankungen, chronische Muskelerkrankungen aber auch akute Muskelschädigungen wie Traumen durch Operationen sein (Thomas, 2008), weshalb Myoglobin als laborchemischer Parameter für Muskeltrauma im Studienrahmen gewählt wurde.

Die Plasmakonzentration wurde gemäß den Standards des Zentrallabors des Universitätsklinikums Halle unter Verwendung eines Chemolumineszenz-Immunoassays im UniCel[®] DxI 800 Access[®] Immunoassay System der Firma Beckman Coulter, Inc. bestimmt. Die Normalkonzentration von Myoglobin im Plasma liegt zwischen 17 und 106 $\mu\text{g/l}$. Das Protein wird renal eliminiert.

3.8 Die radiologische Auswertung

Im Rahmen der präoperativen radiologischen Diagnostik erfolgte bei jedem Patienten eine Beckenübersichtsaufnahme im a.p. Strahlengang sowie eine Aufnahme des zu operierenden Hüftgelenkes a.p. und axial. Bei der Anfertigung der Übersichtsaufnahme des Beckens verläuft der Zentralstrahl der Röntgenstrahlung durch die Medianebene, wodurch sich das Becken mit beiden Hüftgelenken, die Trochanteren und die Iliosakralgelenke symmetrisch abbilden.

Anhand dieser Aufnahme kann ein gegebenenfalls vorhandener klinischer Anhalt für eine bestehende hüftassoziierte Beinlängendifferenz objektiviert oder widerlegt sowie von anderen funktionellen oder organischen Beinlängendifferenzen abgegrenzt werden. Im Rahmen dieser Studie wird hierdurch ein korrektes Scoring im „Komplex III – Fehlen von Deformitäten“ des HHS wie oben beschrieben ermöglicht. Ferner lassen sich die beiden Hüftgelenke im Seitenvergleich beurteilen und in Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence (Kellgren und Lawrence, 1957) einteilen. Eine Übersicht der Klassifikation nach Kellgren und Lawrence ist Tab. 3 zu entnehmen. Aus klinischer Sicht ist die Beckenübersicht zur Verifizierung einer Beinlängendifferenz und der Planung eines ggf. intraoperativ notwendigen Beinlängenausgleichs notwendig.

Tab. 3: Klassifikation der radiologischen Arthrosestadien nach Kellgren und Lawrence (Kellgren und Lawrence, 1957)

| | |
|--------|---|
| Grad 0 | Keine Veränderungen |
| Grad 1 | Fragliche Gelenkspaltverschmälerung, fragliche Osteophyten |
| Grad 2 | Eindeutige Osteophyten, eindeutige Gelenkspaltverschmälerung, leichte Sklerose. |
| Grad 3 | Fortgeschrittene Gelenkspaltverschmälerung, Osteophyten, leichte Sklerose und Zystenbildung, leichte Deformierung von Hüftkopf und Acetabulum |
| Grad 4 | Weitgehende Aufhebung des Gelenkspalts mit Sklerose und Zysten, deutliche Deformierung von Hüftkopf und Acetabulum, große Osteophyten |

Die Aufnahmen des operativ zu versorgenden Hüftgelenkes a.p. und axial werden mit einer definierten Vergrößerung von 115% angefertigt und dienen der präoperativen Planung der Größe der zu verwendenden Implantate.

Die postoperative Röntgenkontrolle erfolgte durch eine Beckenübersicht welche analog zur präoperativen Aufnahme angefertigt wird. Neben der Kontrolle der Implantatlage und Objektivierung einer intraoperativ erreichten Beinlängenkorrektur aus klinischer Sicht ermöglicht diese Aufnahme die Berechnung der Implantatpositionen im Studienrahmen. Auf eine exaktere Bestimmung der Werte mittels CT Diagnostik wurde aufgrund der daraus resultierenden Strahlenbelastung (Prokop, 2008) für die Patienten bewusst verzichtet.

3.8.1 Die Bestimmung der Pfanneninklination

Die Öffnung der implantierten Acetabulumkomponente bildet sich auf der Röntgenaufnahme als Ellipse ab. Die Inklination ist definiert als der Winkel zwischen der Längsachse der projizierten Pfannenöffnungsellipse und einer durch beide Tuber ischiadici verlaufenden Gerade. Durch Messen dieses Winkels kann die Pfanneninklination direkt vom Röntgenbild abgelesen werden (McLaren, 1973; Widmer, 2004). Dieses Verfahren ist schematisch in Abb. 8 dargestellt.

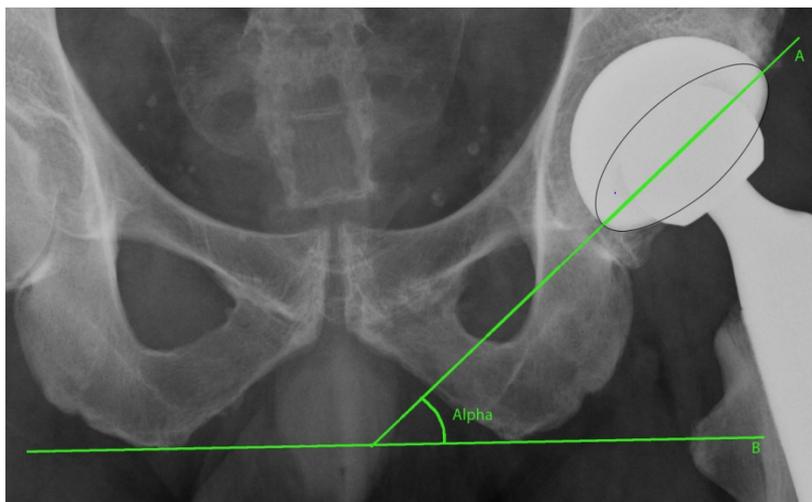


Abb. 8: Die Bestimmung der Pfanneninklination erfolgt durch Messen des Winkels Alpha zwischen der Längsachse des Pfannenöffnungsovals (A) und ein durch beide Tuber ischiadici verlaufenden Linie (B) (Widmer, 2004)

3.8.2 Die Bestimmung der Pfannenanteversion

Die radiologische Anteversion ist definiert als der Winkel zwischen der Achse der Acetabulumkomponente und der Koronarebene (Murray, 1993). Auch zur Berechnung dieses Winkels ist die durch die Projektion der Pfannenöffnung entstehende Ellipse von Bedeutung. Zunächst werden der große (LA) und der kleine (SA) Durchmesser dieser Ellipse gemessen. Entsprechend der Methode von McLaren (McLaren, 1973; Widmer, 2004) wurde der gesuchte Winkel durch Bildung des inversen Sinus des Quotienten aus der kurzen und der langen Achse der projizierten Pfannenöffnungsellipse ermittelt: $\text{Anteversion} = \text{Arcsin}(SA/LA)$. Eine graphische Illustration findet sich in Abb. 9.

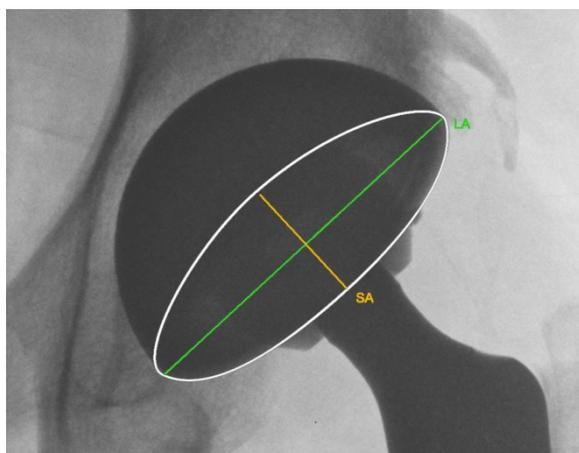


Abb. 9: Die Bestimmung der radiologischen Anteversion erfolgt durch Bildung des inversen Sinus des Quotienten aus der kurzen (SA) und langen (LA) Achse der projizierten Pfannenöffnungsellipse: $\text{Anteversion} = \text{Arcsin}(SA/LA)$



Abb. 10: Bestimmung der Abweichung des Schaftstandes von der Idealposition (Mitte) im Valgus- (links) oder Varussinne (rechts).

3.8.3 Die Bestimmung der Schaftposition

Der im Prothesendesign des Schaftes integrierte CCD-Winkel von 132° wird funktionell auf die Anatomie des Patienten übertragen wenn es zu einem lateralen Formschluss zwischen Prothese und lateraler Femurkortikalis kommt (Hube et al., 2004) oder die Flächen parallel zueinander verlaufen. Abweichungen von dieser Implantatlage bewirken eine Änderung des funktionellen CCD-Winkels im Varus- oder Valgussinne. Daher wird ein Winkel von 0° zwischen innerer lateraler Femurkortikalis und distaler lateraler Prothesenfläche als ideal angesehen.

Im Rahmen der Studienauswertung erfolgte das Ausmessen des Winkels zwischen den projizierten genannten Flächen direkt am Röntgenbild. Abweichung von der Nullposition wurden in Grad Varus oder Grad Valgus registriert. Negative Werte zeigen hierbei eine valgische, positive eine varische Schaftposition an. Zur Verdeutlichung sind entsprechende Beispiele in Abbildung 10 dargestellt.

3.8.4 Die Knochendichtemessung

Neben der herkömmlichen Röntgendiagnostik wurde unmittelbar präoperativ und 3 Monate postoperativ eine Knochendichtemessung mittels Doppelröntgenenergieabsorptiometrie (DEXA) durchgeführt. Bei diesen mit energiereicher Strahlung arbeitendem Verfahren wird von der Absorption der verwandten Strahlung auf die Masse kalziumhaltiger Kristalle pro Volumen Knochen geschlossen. Da es sich um ein planares Verfahren handelt, wird das Ergebnis in g/cm^2 angegeben (Kann, 2001).

Betrachtet wurde der periprothetische Knochen an sieben an die von Gruen (Gruen et al., 1979) definierten Zonen angelehnten Bereichen. Ein Beispiel für eine Osteodensitometrie findet sich in Abb. 11.

Um eventuell bereits präoperativ bestehende interindividuelle Diskrepanzen in der Knochendichte auszugleichen wurden die unmittelbar postoperativen Werte innerhalb einer Gruppe jeweils als 100% gewertet und die 3 Monate postoperativ gemessenen Werte dazu in Relation gesetzt.

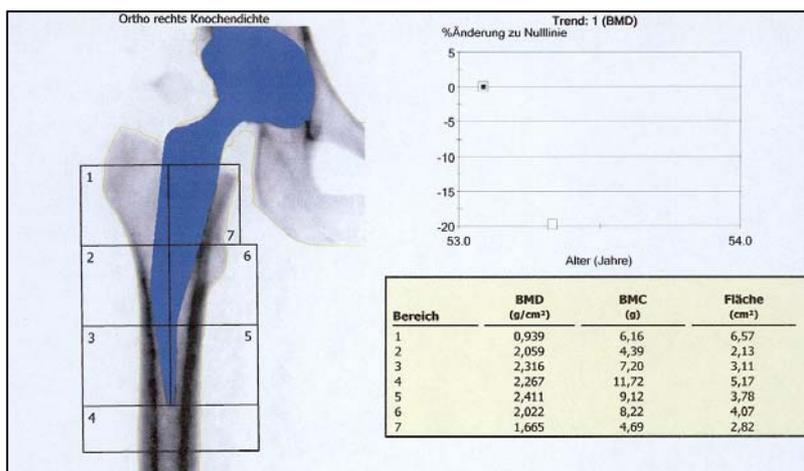


Abb. 11: Beispiel für eine Osteodensitometrie (DEXA) eines rechten Hüftgelenkes

3.9 Die statistische Auswertung

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte unter Verwendung von Microsoft® Office Excel® 2007 (Microsoft, Inc.) und SPSS® 15.0 (SPSS Inc.).

Die statistische Gegenüberstellung der in beiden Studiengruppen erhobenen Daten erfolgte unter Verwendung des T-Tests für ungepaarte Stichproben. Bei der Betrachtung linearer Veränderungen kamen T-Tests für gepaarte Stichproben zur Anwendung. Zuvor konnte entsprechend den Voraussetzungen zur Anwendung ungepaarter T-Tests die Normalverteilung der Daten mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test geprüft werden. Die zur Beurteilung des Signifikanzniveaus notwendige Überprüfung der Varianzgleichheit wurde mittels Levene-Tests durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt (Weiß, 2005).

Säulen- und Liniendiagramme sowie Box-Whisker-Plots wurden zur graphischen Darstellung der Werte verwandt. Hierbei wurden die Box-Whisker-Plots unter Verwendung von SPSS® 15.0 (SPSS Inc.) angefertigt. Zur Erstellung der Säulendiagramme diente Microsoft® Office Excel® 2007 (Microsoft, Inc.).

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse des Harris-Hip-Scores

Der Harris-Hip-Score wurde zur Beurteilung und zum Vergleich der klinischen Resultate herangezogen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der erreichten Punktwerte der Studiengruppen nach minimalinvasiver (n=20) und transglutealer (n=20) Implantation einer Hüfttotalendoprothese präoperativ, 3 und 10 Tage sowie 6 und 12 Wochen postoperativ beschrieben. Die vier Komplexe Schmerz, Funktion, Deformitäten und Bewegungsumfang des Harris-Hip-Scores sowie deren Subkomplexe wurden zusätzlich separat betrachtet.

Bei der Analyse der Gesamtpunktzahlen des Harris-Hip-Scores zeigten sich präoperativ sowie am 3. und 10. Tag postoperativ keine statistisch relevanten Unterschiede. Diese zeigten sich jedoch 6 Wochen postoperativ mit Punktwerten von $92,08 \pm 7,42$ in der minimalinvasiven und $83,43 \pm 9,84$ Punkten in der transglutealen Studiengruppe ($p < 0,001$) sowie 3 Monate postoperativ mit Punktwerten von $96,14 \pm 4,96$ in der minimalinvasiven versus $91,68 \pm 8,76$ Punkten in der transglutealen Studiengruppe ($p = 0,038$). Die graphische Darstellung der Resultate erfolgte in Abb. 12.

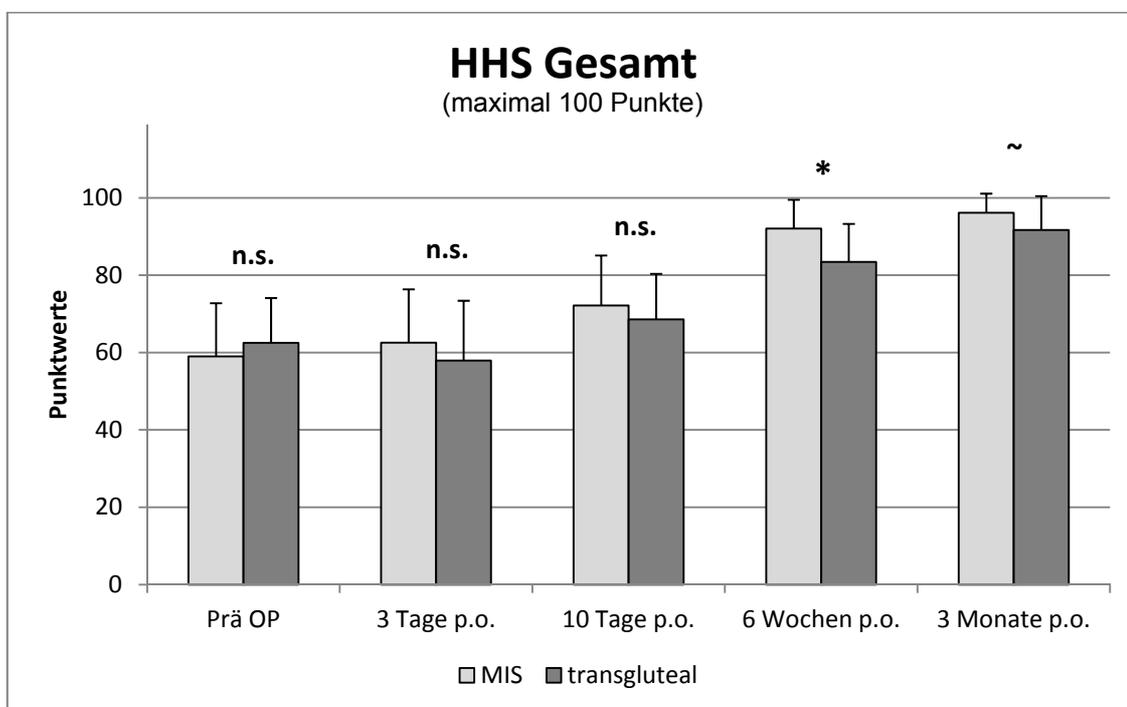


Abb. 12: Vergleich der Punktwerte im Harris-Hip-Score zwischen minimalinvasiver (n=20) und transglutealer Gruppe (n=20) (n.s.: nicht signifikant; ~: $p < 0,05$; *: $p \leq 0,001$)

4.1.1 Harris-Hip-Score Komplex 1 – Schmerz

Im Komplex 1 – Schmerz des Harris-Hip-Scores können maximal 44 Punkte erreicht werden, die als Schmerzfreiheit gewertet werden. Mit Ausnahme der Werte des präoperativen Messzeitpunktes konnten in der minimalinvasiven Studiengruppe tendenziell höhere durchschnittliche Punktwerte erreicht werden. Dennoch ließen sich zu keinem Messzeitpunkt statistisch relevante Unterschiede nachweisen ($p > 0,05$). Die Resultate des Komplex 1 des Harris-Hip-Scores sind in Abb. 13 dargestellt.

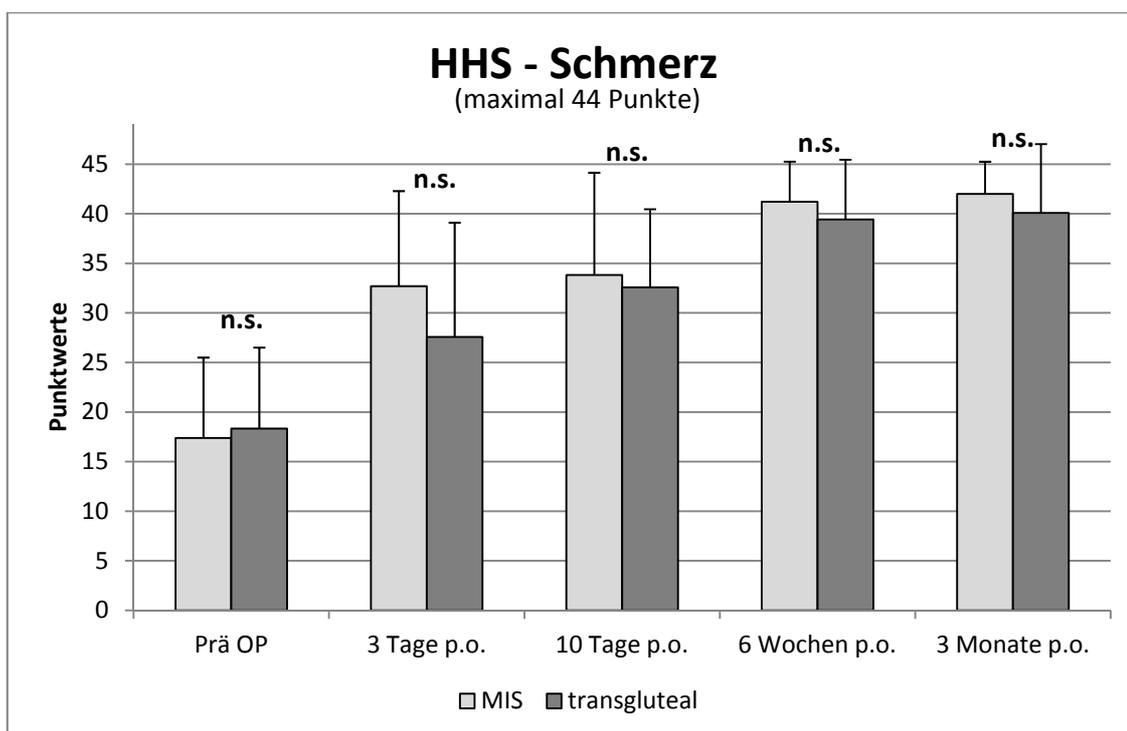


Abb. 13: Vergleich der Punktwerte im Harris-Hip-Score „Komplex 1 – Schmerz“ zwischen minimalinvasivem ($n=20$) und transglutealem Zugangsweg nach Bauer ($n=20$) (n.s.: nicht signifikant)

4.1.2 Harris-Hip-Score Komplex 2 – Funktion

Komplex 2 des Harris-Hip-Scores setzt sich aus den Untereinheiten „Gang“ mit 33 zu erreichenden Punkten und „Aktivitäten“ mit 14 möglichen Punkten zusammen. In der Gesamtwertung sind folglich 47 Punkte möglich.

In der Gesamtauswertung des Komplexes 2 zeigen sich präoperativ ($p= 0,36$), 3 Tage ($p= 0,809$) und 10 Tage postoperativ ($p= 0,215$) keine statistisch bedeutsamen Unterschiede in der Funktion zwischen den untersuchten Gruppen. Diese waren bei

den späteren Messzeitpunkten nachweisbar. Sechs Wochen postoperativ zeigte sich eine deutliche Überlegenheit der minimalinvasiven Studiengruppe mit $42,17 \pm 5,95$ Punkten versus $35,54 \pm 6,49$ Punkten in der transglutealen Studiengruppe ($p < 0,001$). Dieser signifikante Unterschied besteht auch am Messzeitpunkt 3 Monate postoperativ in geringerer Ausprägung fort ($p = 0,01$). Es zeigen sich durchschnittliche Punktwerte von $45,35 \pm 3,84$ in der minimalinvasiven und $42,88 \pm 3,42$ in der transglutealen Studiengruppe. Die graphische Übersicht ist Abb. 14 zu entnehmen.

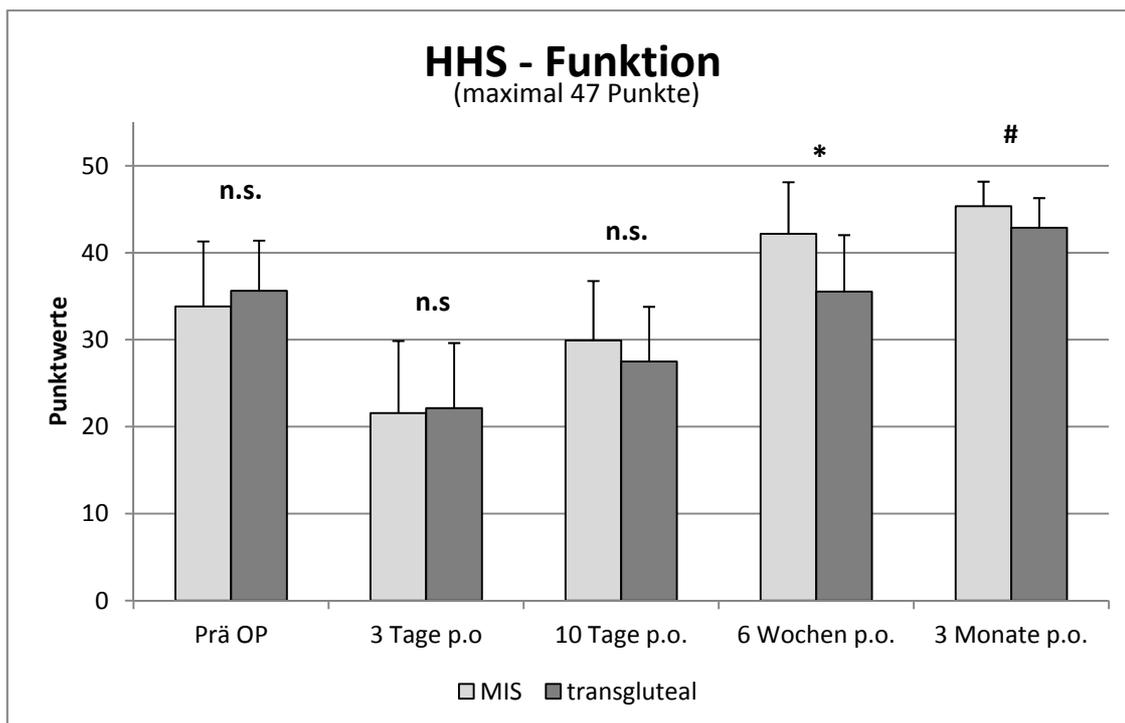


Abb. 14: Vergleich der Punktwerte im Harris-Hip-Score „Komplex 2 – Funktion“ zwischen minimalinvasiver ($n=20$) und transglutealer Gruppe ($n=20$) (n.s.= nicht signifikant; # $\leq 0,01$; * $\leq 0,001$)

Bei isolierter Betrachtung der Untereinheit Gang lassen sich diese Unterschiede ebenfalls nachvollziehen. Keine Unterschiede im Gang zeigen sich präoperativ ($p = 0,546$) sowie 3 ($p = 0,761$) und 10 Tage ($p = 0,101$) postoperativ. Signifikante Unterschiede finden sich an den folgenden Meßzeitpunkten. 6 Wochen postoperativ zeigt sich mit durchschnittlichen Punktwerten von $29,78 \pm 4,66$ versus $24,46 \pm 5,49$ eine Überlegenheit der minimalinvasiven Gruppe ($p < 0,001$). Dieser Unterschied lässt sich auch 3 Monate postoperativ mit Punktwerten von $32,04 \pm 1,74$ gegen $30,13 \pm 2,91$ bei einem Signifikanzniveau von $p = 0,009$ nachweisen. Die schematische Darstellung findet sich in Abb. 15.

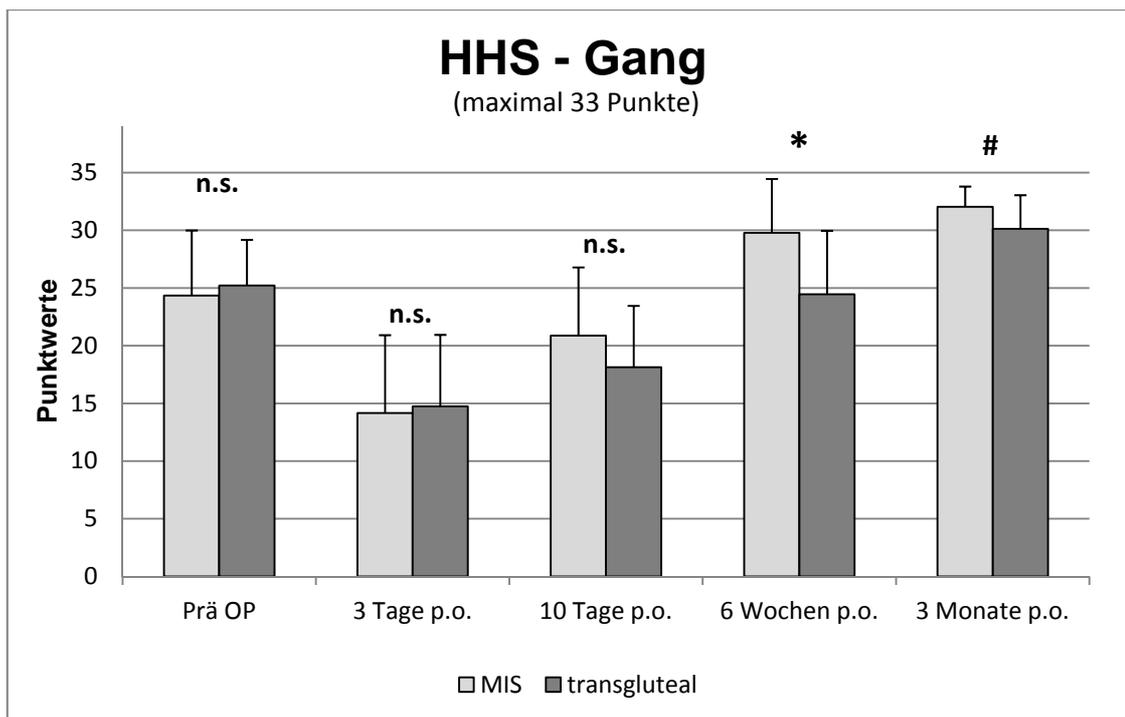


Abb. 15: Vergleich der Punktwerte im Harris-Hip-Score „Komplex 2 – Funktion; Untereinheit Gang“ in Abhängigkeit vom Zugangsweg.
(n.s.= nicht signifikant; # \leq 0,01; * \leq 0,001)

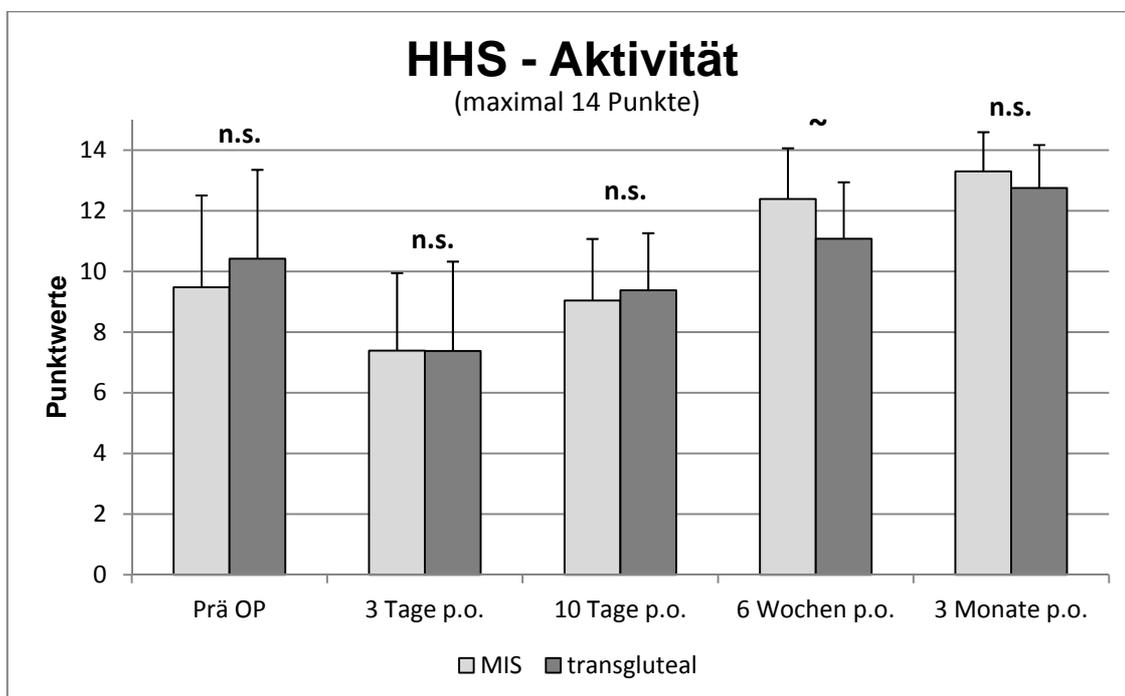


Abb. 16: Vergleich der Punktwerte im Harris-Hip-Score „Komplex 2 – Funktion; Untereinheit Aktivitäten“ in Abhängigkeit vom Zugangsweg.
(n.s.= nicht signifikant; $\sim \leq$ 0,05)

Die Auswertung der Untereinheit „Aktivitäten“ erbrachte lediglich signifikante Unterschiede am Messzeitpunkt 6 Wochen postoperativ. Die minimalinvasive Studienpopulation erreichte einen durchschnittlichen Punktwert von $12,39 \pm 1,67$ versus $11,08 \pm 1,86$ in der transglutealen Studienpopulation ($p= 0,015$). Präoperativ ($p= 0,286$), 3 ($p= 0,984$) und 10 Tage ($p= 0,565$) sowie 3 Monate postoperativ ($p= 0,17$) zeigte sich keine statistische Relevanz. Der Verlauf ist in Abb. 16 dargestellt.

4.1.3 Harris-Hip-Score Komplex 3 – Abwesenheit von Deformitäten

Präoperativ bestehende Deformitäten der minimalinvasiven Studiengruppe wurden im Rahmen der operativen Versorgung korrigiert. Postoperativ bestehen keine Unterschiede in den beiden Gruppen. Signifikante Unterschiede bestanden auch präoperativ ($p= 0,146$) nicht. Die graphische Darstellung der Auswertung findet sich in Abb. 17.

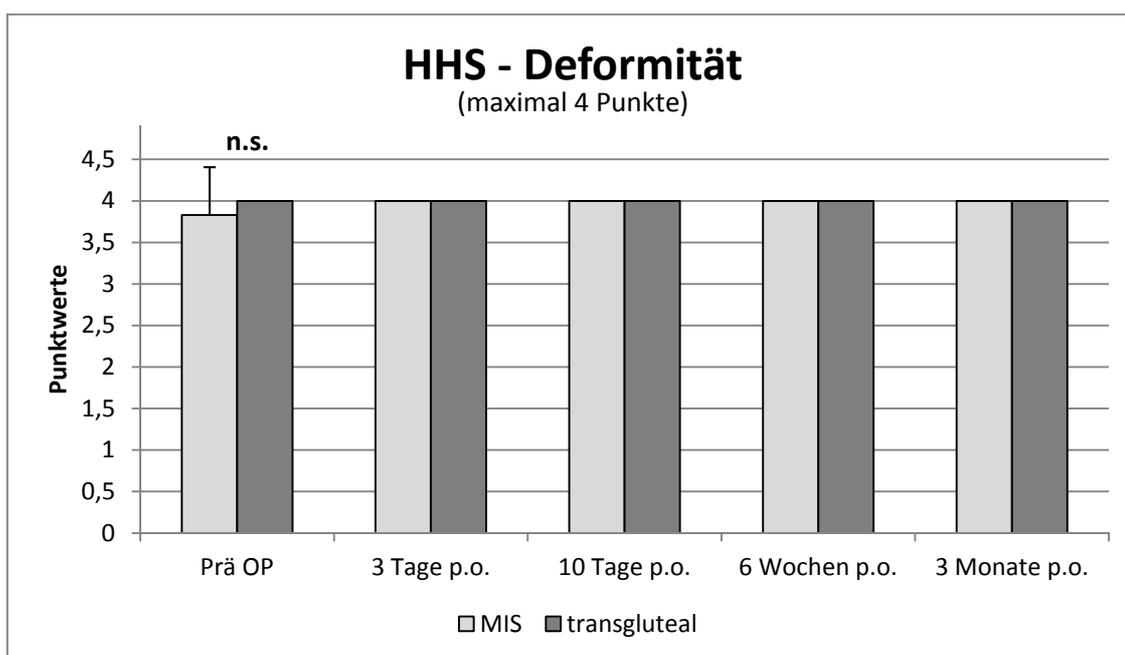


Abb. 17: Vergleich der Punktwerte im Harris-Hip-Score „Komplex 3 –Deformität“ in Abhängigkeit vom Zugangsweg. (n.s.= nicht signifikant)

4.1.4 Harris-Hip-Score Komplex 4 – Bewegungsumfang

Bei der Auswertung des Bewegungsumfanges zeigte sich präoperativ eine signifikant höhere durchschnittliche Punktzahl in der transglutealen Studienpopulation ($p < 0,001$). Es bestanden durchschnittliche Punktwerte von $3,95 \pm 0,75$ in der minimalinvasiven und $4,56 \pm 0,41$ in der transglutealen Studienpopulation. Zu den Messzeitpunkten 3 ($p=$

0,501) und 10 Tage ($p= 0,386$) postoperativ bestand dieser Unterschied nicht fort. 6 Wochen postoperativ konnten signifikante Vorteile ($p= 0,005$) im Bewegungsumfang der minimalinvasiven Patienten nachgewiesen werden. Hier zeigten sich Punktwerte von $4,69 \pm 0,15$ gegen $4,47 \pm 0,3$ in der transglutealen Studiengruppe. 3 Monate postoperativ war dieser Unterschied nicht mehr nachweisbar ($p= 0,1$). Die graphische Darstellung der Ergebnisse ist Abb. 18 zu entnehmen.

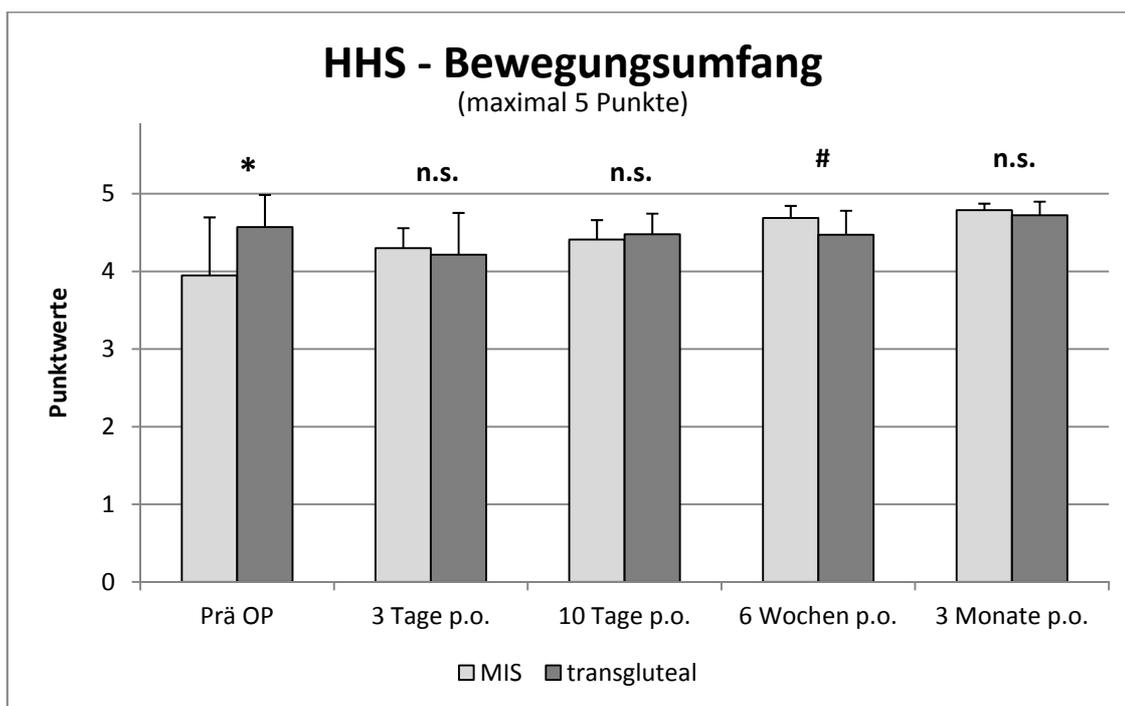


Abb. 18: Vergleich der Punktwerte im Harris-Hip-Score „Komplex 4 – Bewegungsumfang“ in Abhängigkeit vom Zugangsweg.
(n.s.= nicht signifikant; *= $p \leq 0,001$; # = $p \leq 0,01$)

4.2 Ergebnisse der VAS

Bei der Auswertung der visuellen Analogskala zeigte sich eine Tendenz zugunsten der minimalinvasiven Studiengruppe 6 Wochen und 3 Monate postoperativ. Ein Unterschied ließ sich weder präoperativ ($p= 0,962$) noch 3 Tage ($p= 0,774$), 10 Tage ($p= 0,65$), 6 Wochen ($p= 0,105$) oder 3 Monate ($p= 0,212$) postoperativ nachweisen. Der graphische Verlauf der Ergebnisse der visuellen Analogskala ist in Abb. 19 dargestellt.

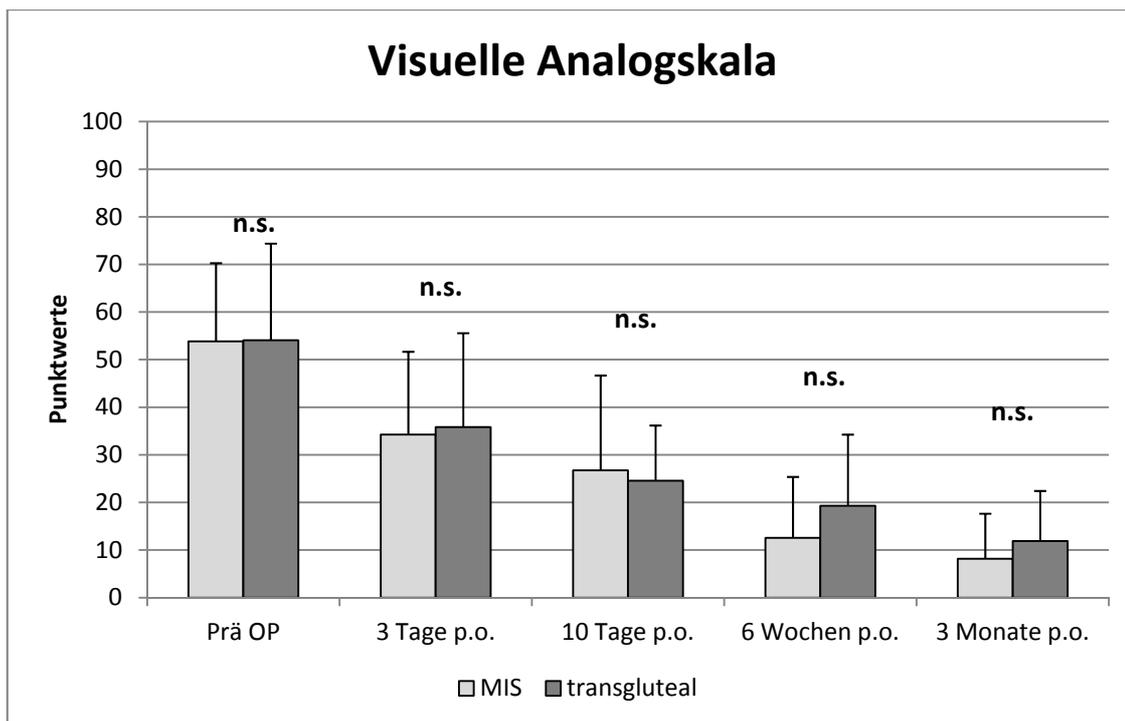


Abb. 19: Vergleich der Punktwerte in der visuellen Analogskala in Abhängigkeit vom Zugangsweg. (n.s.= nicht signifikant)

4.3 Ergebnisse der Labordiagnostik

4.3.1 Creatinkinase

Bei der Auswertung der CK waren weder 6 Stunden ($p=0,166$), 12 Stunden ($p=0,106$), 18 Stunden ($p=0,104$), 24 Stunden ($p=0,115$) noch 48 Stunden ($p=0,112$) statistisch bedeutsame Unterschiede nachweisbar. Die graphische Darstellung erfolgte in Abb. 20.

4.3.2 Myoglobin

Wie auch bei der Auswertung der CK finden sich bei den Myoglobinwerten 6 Stunden ($p=0,126$), 24 Stunden ($p=0,08$) und 48 Stunden ($p=0,119$) keine Unterschiede in den Gruppen. 12 Stunden postoperativ konnte bei Prozentwerten von $1057,42 \pm 540,31$ in der minimalinvasiven und $1533,04 \pm 869,53$ in der transglutealen Population ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ($p=0,03$). Ähnlich 18 Stunden postoperativ. Hier wurden Prozentwerte von $908,44 \pm 467,89$ minimalinvasiv und $1373,11 \pm 748,61$ transgluteal nachgewiesen ($p=0,015$). Die graphische Darstellung zum Verlauf der Myoglobinwerte findet sich in Abb. 21.

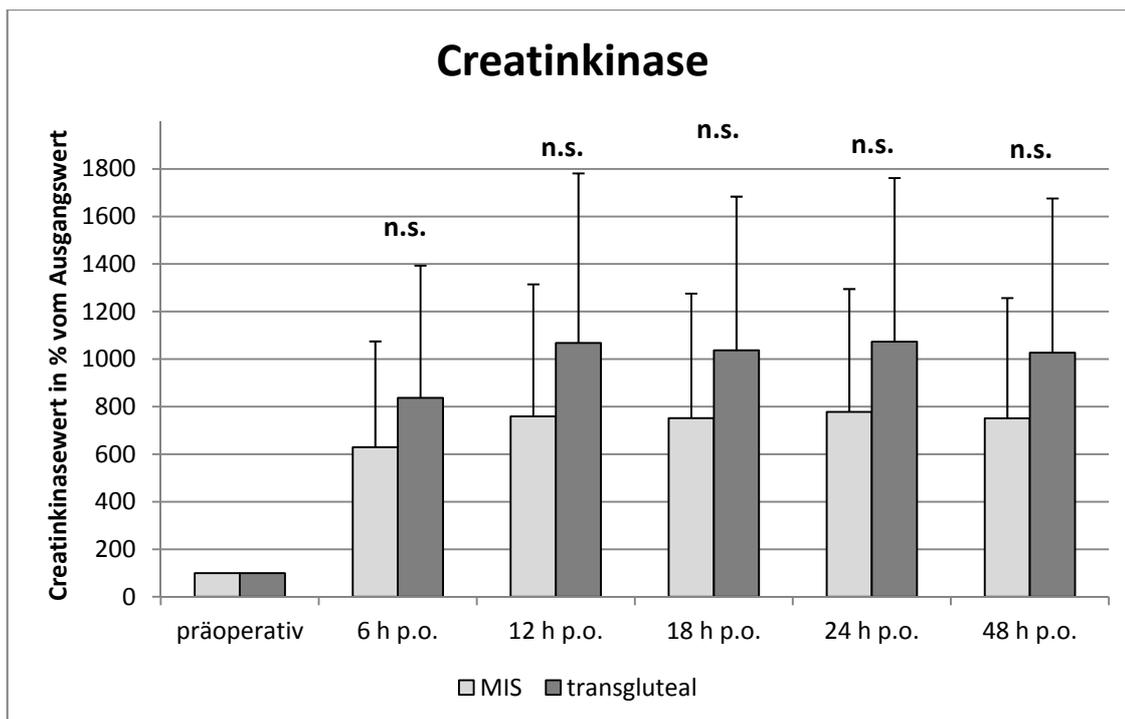


Abb. 20: Vergleich der Creatinkinasewerte in Prozent vom Ausgangswert und in Abhängigkeit vom Zugangsweg. (n.s.= nicht signifikant)

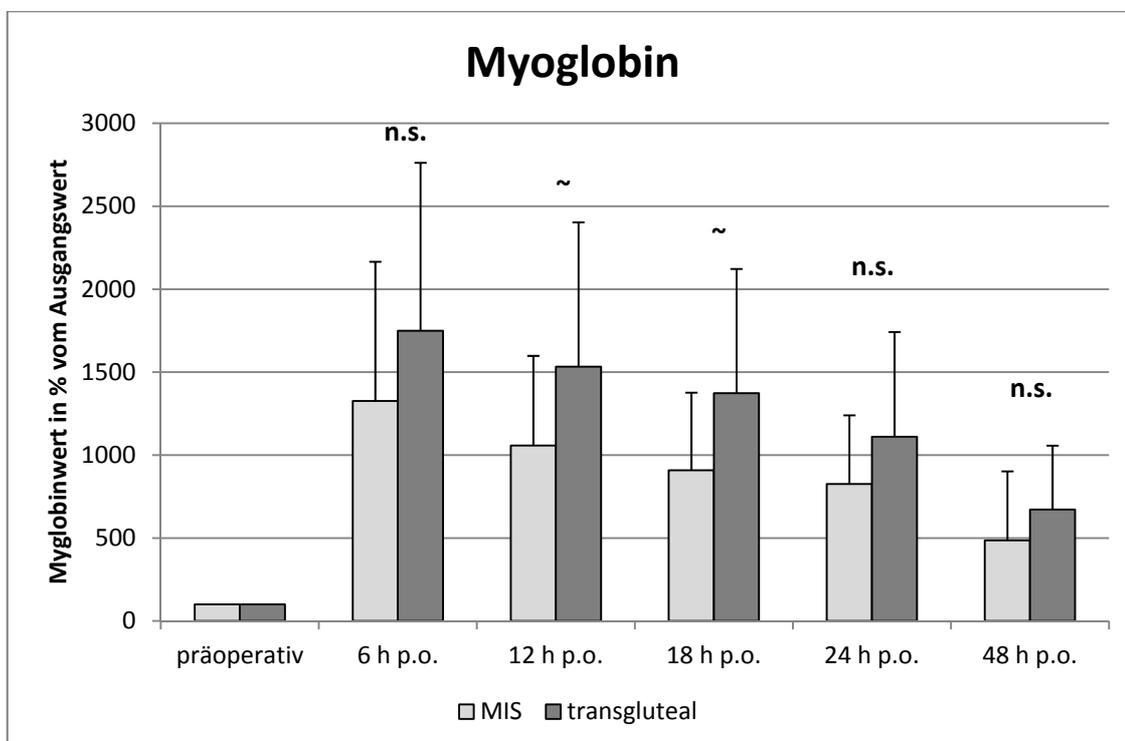


Abb. 21: Vergleich der Myoglobinwerte in Prozent vom Ausgangswert und in Abhängigkeit vom Zugangsweg. (n.s.= nicht signifikant; ~= $p < 0,05$)

4.4 Ergebnisse der radiologischen Diagnostik

4.4.1 Pfanneninklination

Bei der Untersuchung der radiologischen Pfanneninklination der transglutealen Studiengruppe findet sich eine mittlere Inklination von $41,4 \pm 7,9$ Grad bei einer Streubreite von 29,5 bis 55,6 Grad Inklination, wobei 50% der Werte zwischen 34,5 und 45,9 Grad liegen. In der minimalinvasiven Studiengruppe finden sich Werte zwischen 23 und 62 Grad, wobei die beiden genannten Werte als Extremwerte zu betrachten sind. Die mittlere Inklination beträgt $44,1 \pm 8,3$ Grad wobei 50% der Werte zwischen 38,8 und 48,6 Grad liegen. Die Betrachtung der Mittelwerte erbrachte keine statistisch relevanten Unterschiede ($p= 0,272$). Die beschriebene Wertverteilung der Pfanneninklination ist in Abb. 22 dargestellt.

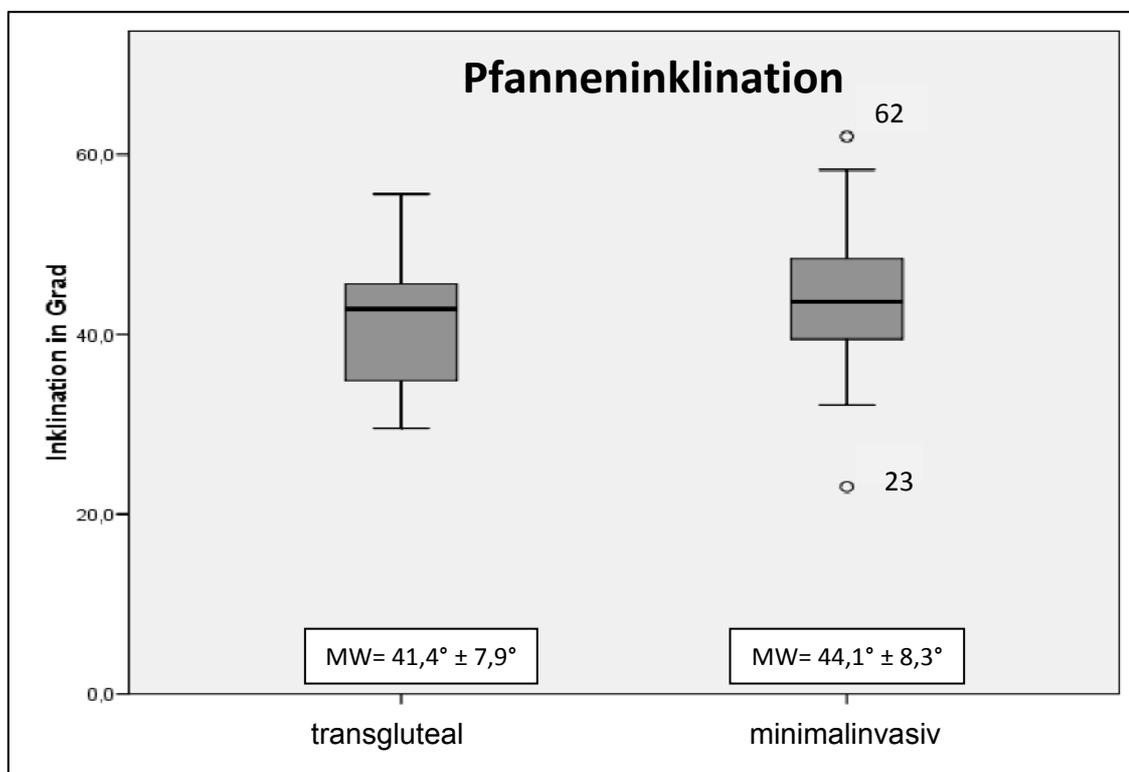


Abb. 22: Auswertung der radiologischen Inklination der Acetabulumkomponente zwischen MIS (n=20) und transglutealer Gruppe (n=20)

4.4.2 Pfannenanteversion

Die mittlere Anteversion der Pfannenkomponente beträgt innerhalb der transglutealen Studiengruppe $18,56 \pm 6,78$ Grad bei Werten zwischen 7,3 und 37,1 Grad. Das untere Quartil liegt bei 12,9, das obere und 23,7 Grad. Innerhalb der minimalinvasiven Studiengruppe zeigt sich eine Streubreite zwischen 10,89 und 29,18 Grad mit einem

Mittelwert von $18,89 \pm 4,81$ Grad. Das untere Quartil liegt bei 15,59, das obere bei 22,58 Grad. Die statistische Analyse der Mittelwerte erbrachte keine Unterschiede ($p=0,851$). Extremwerte konnten in keiner der beiden Gruppen nachgewiesen werden. Eine Übersicht der Werte der Pfannenanteversion ist in Abb. 23 dargestellt.

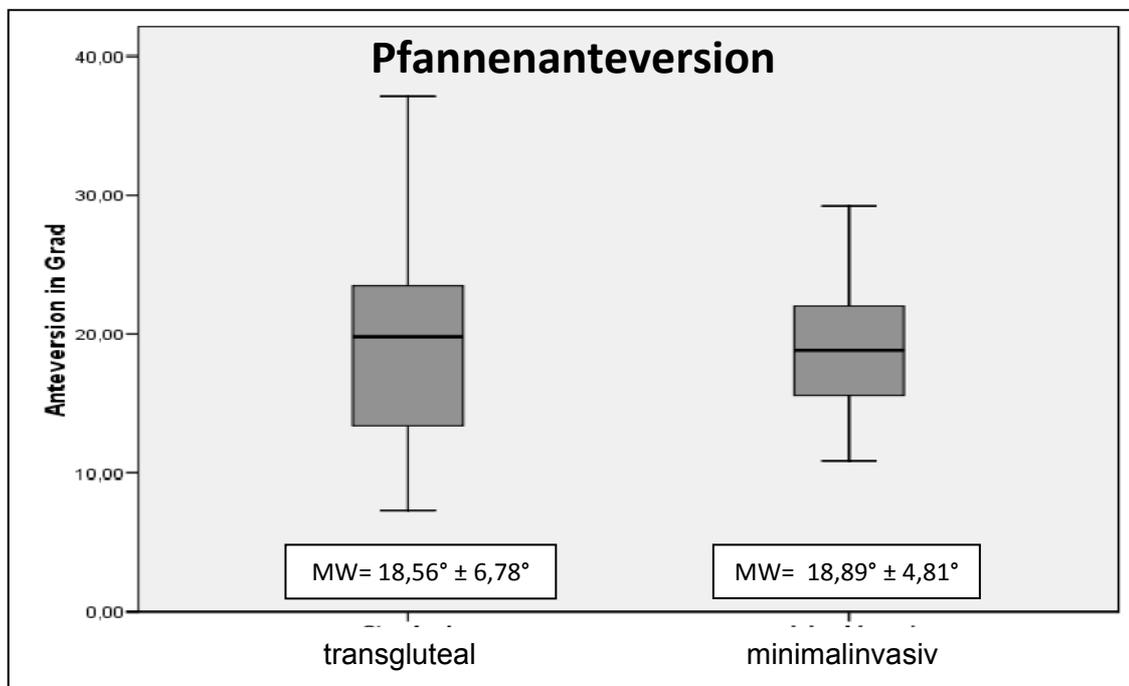


Abb. 23: Auswertung der radiologischen Anteversion der Acetabulumkomponente zwischen minimalinvasiver (n=20) und transglutealer Gruppe (n=20)

4.4.3 Schaftpositionierung

Die Schaftposition innerhalb transglutealen Studiengruppe variiert zwischen $5,1^\circ$ Valgus und $7,0^\circ$ Varus mit einem mittleren Schaftstand von $0,56^\circ \pm 3,43^\circ$ Varus. Das untere Quartil wird bei $1,6^\circ$ Valgus gesehen, das obere bei $3,9^\circ$ Varus. Extremwerte sind keine zu verzeichnen. Ein solcher findet sich in der minimalinvasiven Studiengruppe bei $7,5^\circ$ Valgus. Insgesamt rangieren die Werte in dieser Gruppe zwischen $7,5^\circ$ Valgus und $3,7^\circ$ Varus mit bei einem mittleren Schaftstand von $0,81^\circ \pm 2,59^\circ$ Valgus. Das untere Quartil zeigt sich bei $2,8^\circ$ Valgus und das obere bei $0,9^\circ$ Varus. Die Analyse der arithmetischen Mittel erbrachte keine statistisch signifikanten Differenzen. Eine Übersicht über die Schaftpositionierung findet sich in Abb. 24.

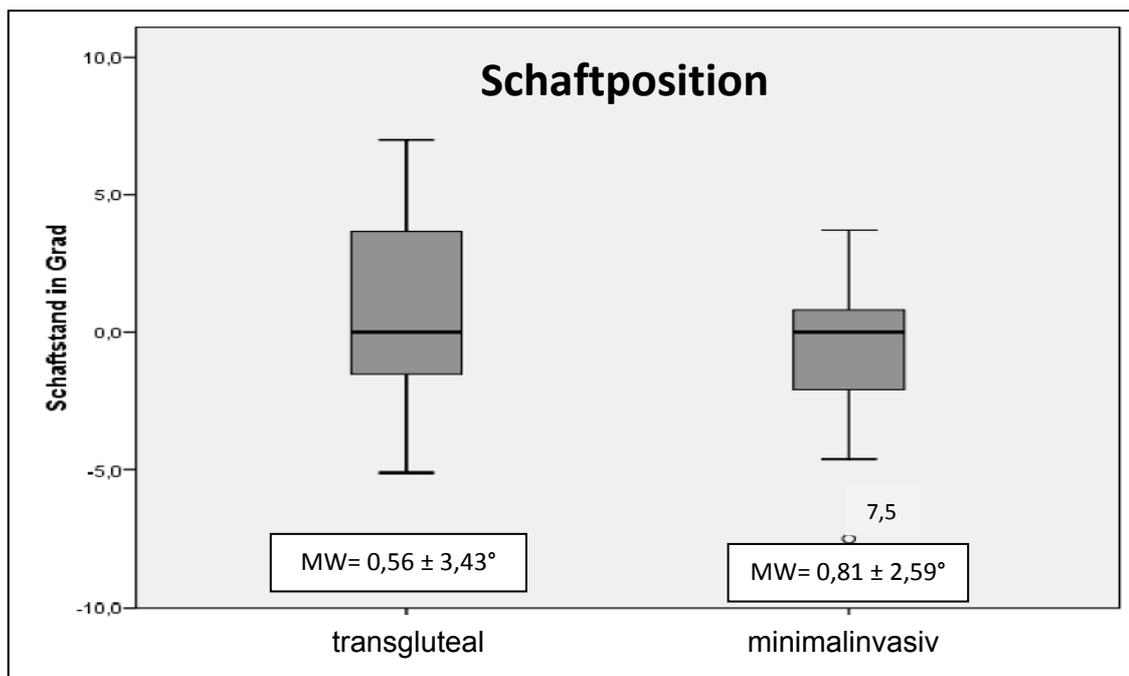


Abb. 24: Auswertung der radiologischen Schaftposition in Grad zwischen minimalinvasiver (n=20) und transglutealer Studiengruppe (n=20). Negative Gradzahlen markieren eine valgische Schaftposition

4.4.4 Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence

Bei der Analyse der Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence zeigte sich in der minimalinvasiven Gruppe auf der operativ versorgten Seite ein mittlerer Arthrosegrad von $3,9 \pm 0,3$. In der transgluteal versorgten Gruppe betrug dieser $3,8 \pm 0,4$. Unterschiede fanden sich nicht ($p= 0,689$).

Auf der nicht operierten Seite zeigte sich in der minimalinvasiven Gruppe ein mittlerer Arthrosegrad von $2,4 \pm 0,7$. Bei der transgluteal operierten Gruppe bestand ein Mittelwert von $2,6 \pm 0,6$. Auch hier fanden sich keine Signifikanzen ($p= 0,35$). Insgesamt zeigte sich auch auf der nicht versorgungspflichtigen Seite in jedweder Gruppe eine mittelgradig ausgeprägte Coxarthrose. Eine entsprechende Übersicht ist in Tabelle 4 zu sehen.

Tab. 4: Analyse der Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence innerhalb beider Studiengruppen.

| | MIS | transgluteal | Signifikanz |
|------------|---------------|----------------|-------------|
| OP Seite | $3,9 \pm 0,3$ | $3,8 \pm 0,4$ | $p= 0,689$ |
| Gegenseite | $2,4 \pm 0,7$ | $2,6 \pm 0,69$ | $p= 0,35$ |

4.4.5 Knochendichte

Bei der Betrachtung der Knochendichte der minimalinvasiven Studiengruppe zeigt sich in den Zonen 1, 2 und 7 eine Abnahme der Knochendichte. In Zone 1 sinkt hierbei der Wert 3 Monate postoperativ auf 80,59 % ($p < 0,001$), in Zone 2 auf 91,96 % ($p = 0,013$) und in Zone 7 auf 89,02% ($p = 0,006$) des Ausgangswertes. Die Zonen 3 ($p = 0,1$), 4 (0,757), 5 ($p = 0,787$) und 6 ($p = 0,17$) zeigen keine signifikanten Änderungen der ermittelten Werte. Die entsprechende graphische Darstellung erfolgte in Abbildung 25.

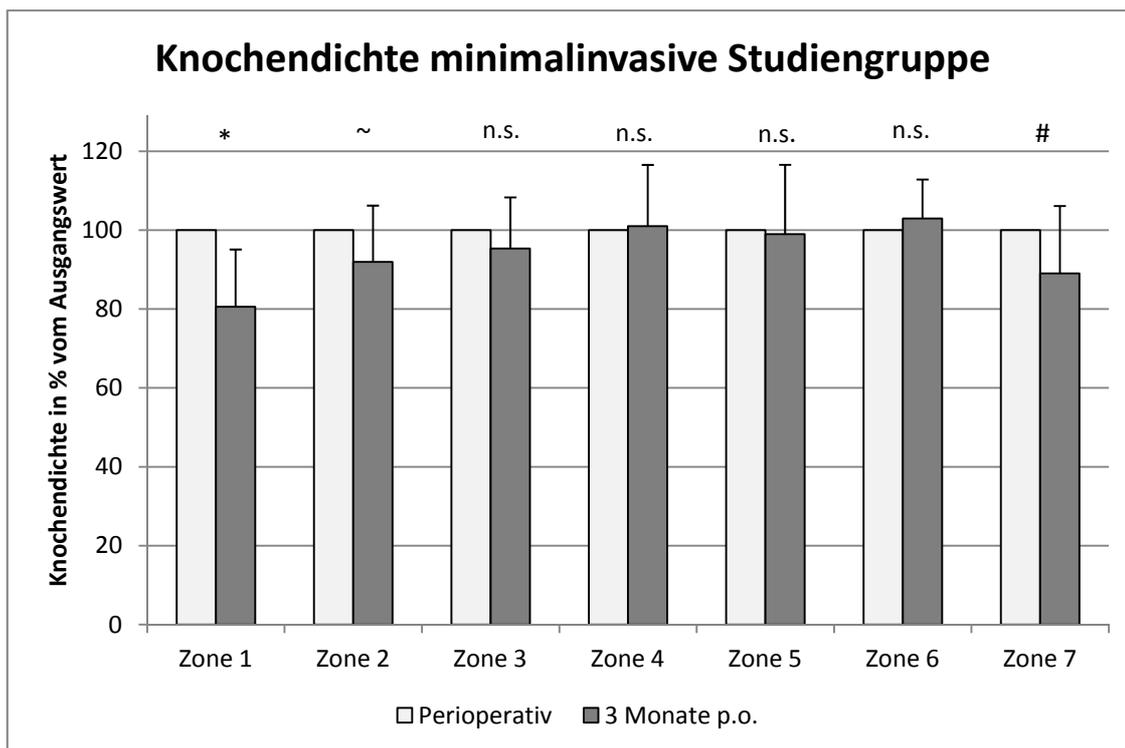


Abb. 25: Knochendichte der minimalinvasiven Studiengruppe in Prozent vom Ausgangswert. (n.s.= nicht signifikant; ~= $p < 0,05$; # $\leq 0,01$; * $\leq 0,001$)

In der transglutealen Studiengruppe zeigt sich in den Zonen 1 und 5 ein signifikanter Abfall der Knochendichte. In Zone 1 fällt der 3 Monate postoperativ gemessene Wert auf 88,47% ($p < 0,001$) und in Zone 5 auf 96,24% ($p = 0,012$) des gemessenen Ausgangswertes. Anders in Zone 6. Hier zeigt sich ein statistisch bedeutsamer Anstieg der 3 Monate postoperativ gemessenen Knochendichte auf 105,67% des Ausgangswertes ($p = 0,01$). In Zone 2 ($p = 0,154$), Zone 3 ($p = 0,369$), Zone 4 ($p = 0,849$) und Zone 7 ($p = 0,113$) ließ sich in der transglutealen Gruppe kein Unterschied nachweisen. Eine Übersicht der Werte findet sich in Abbildung 26.

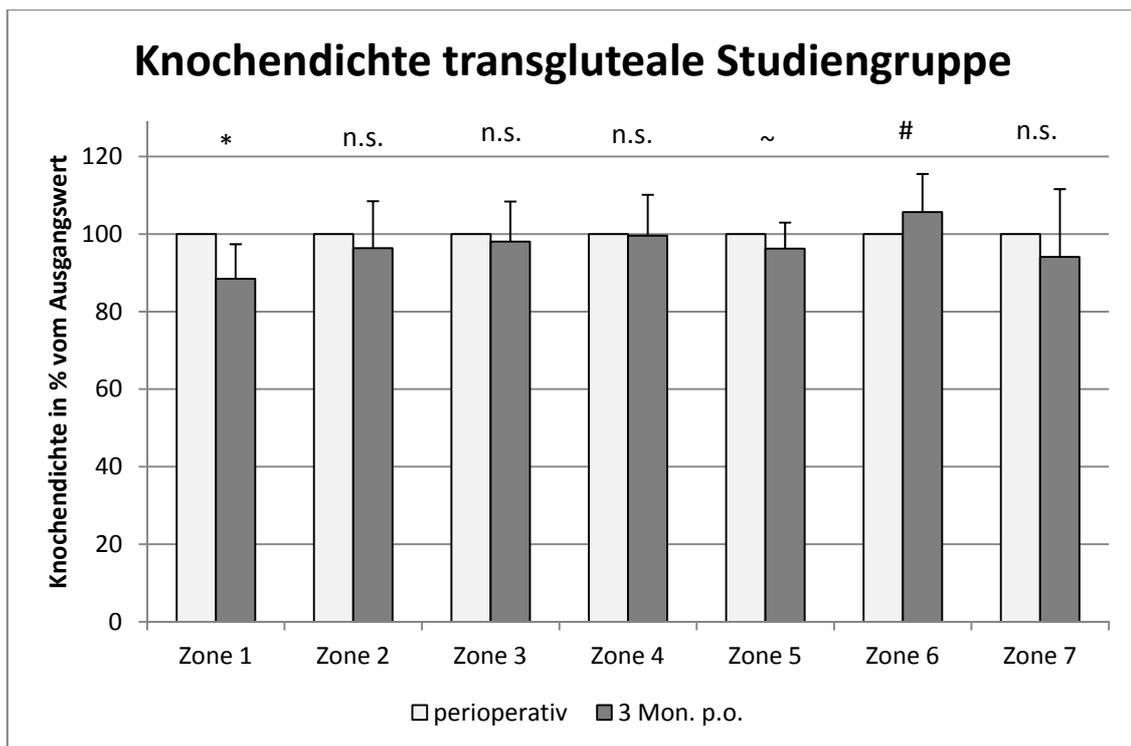


Abb. 26: Knochendichte der transglutealen Studiengruppe in Prozent vom Ausgangswert. (n.s.= nicht signifikant; ~ = $p < 0,05$; # $\leq 0,01$; * $\leq 0,001$)

5 Diskussion

Seit der Einführung der modernen Hüftendoprothetik im Jahre 1961 durch Sir John Charnley (Charnley, 1961) ist sie zu einem der erfolgreichsten Verfahren zur Verbesserung der Lebensqualität von Patienten, welche unter hochgradiger Coxarthrose leiden, avanciert (Ogonda et al., 2005). Alleine in Deutschland wurden im Jahre 2008 über 156000 primäre Hüfttotalendoprothesen implantiert (Boy et al., 2009). Mit fortschreitender Entwicklung der verfügbaren Implantate und der Zugangswege gewinnen gerade vor dem Hintergrund höherer Ansprüche der Patienten an Kosmetik und Rehabilitation sowie unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten minimalinvasive Operationstechniken an Bedeutung. Für diese werden ein kosmetischer Vorteil (Wright et al., 2004), ein geringeres Weichteiltrauma (Kennon et al., 2003), ein reduzierter Blutverlust (Chimento et al., 2005; Wenz et al., 2002) sowie eine verkürzte Rehabilitation (Berger, 2004; Wohlrab et al., 2004) propagiert. Andererseits wird über vermehrte Nervenschädigungen (Wohlrab et al., 2004) und Implantatfehlpositionierungen (Woolson et al., 2004), Wundheilungsstörungen (Woolson et al., 2004) und Hautirritationen bei Verwendung von Standardinstrumenten (Ilizaliturri, Jr. et al., 2004) sowie eine erhöhte Rate an frühen Revisionen berichtet (Schneider et al., 2006). Allerdings fehlt es an einer einheitlichen Definition des Begriffes minimalinvasiv (Goldstein et al., 2003). Während im englischen Sprachraum die Minimalinvasivität häufig vorrangig über die Länge des Hautschnittes definiert (Goldstein et al., 2003; Woolson et al., 2004) und als „Mini-Incision Technique“ tituiert wird, liegt der Schwerpunkt hierzulande auf geringerer Weichteilirritation und knochensparendem Vorgehen bei verkürzter oder identischer Operationsdauer (Wohlrab et al., 2004). Manche Autoren nennen einen kompletten Verzicht auf Muskelablösung als entscheidendes Merkmal minimalinvasiver Zugänge zum Hüftgelenk (Schneider et al., 2006). In der Literatur häufig genannte minimalinvasive Zugänge sind anterolaterale Zugänge in „One-Incision“ oder „Two-Incision“ Technik, posteriore Zugänge und seltener mediale Zugänge (Kayser et al., 2007). Während in anderen Anwendungsbereichen minimalinvasiver Technik wie zum Beispiel der laparoskopischen Cholecystektomie ein Vorteil in verminderter Gewebstraumatisierung und Rekonvaleszenz der Patienten eindeutig bewiesen ist (Mack, 2001; Rothschild, 1998), zeigt sich die Studienlage zu minimalinvasiven Techniken in der Hüftchirurgie nicht eindeutig.

Ziel dieser prospektiv randomisierten Studie war es, mögliche Vorteile in der unmittelbar postoperativen Phase nach Totalendoprothesenimplantation am Hüftgelenk über einen modifizierten minimalinvasiven Zugang nach Watson Jones unter Verzicht

auf Durchtrennung der Muskulatur (Bertin und Röttinger, 2004) im Vergleich zu einem transglutealen Zugang nach Bauer (Bauer et al., 1979) herauszuarbeiten und mögliche Risiken der verwendeten minimalinvasiven Technik aufzuzeigen. Sowohl die zuvor beschriebene Mannigfaltigkeit der als minimalinvasiv bezeichneten Zugänge sowie die Unterschiede in der Auslegung des Begriffes schränken die Vergleichbarkeit der gewonnenen Ergebnisse mit aktueller Literatur jedoch deutlich ein.

In dieser Studie konnte die minimalinvasive Studienpopulation 6 Wochen postoperativ mit $92,08 \pm 7,42$ Punkten zu $83,43 \pm 9,84$ Punkten einen signifikanten Vorteil ($p < 0,001$) im Harris-Hip-Score erzielen. Auch drei Monate postoperativ besteht dieser Vorteil mit $96,14 \pm 4,96$ Punkten zu $91,68 \pm 8,76$ Punkten ($p = 0,038$). Bei Betrachtung der einzelnen Komplexe spiegelt sich dieser rehabilitative Vorteil vor allem in der Funktion wieder. Im Komplex 2 – Funktion - zeigen sich 6 Wochen postoperativ Punktwerte von $42,17 \pm 5,95$ zu $35,54 \pm 6,49$ Punkten zugunsten der minimalinvasiven Studienpopulation ($p < 0,001$). Dieser Vorteil besteht auch 3 Monate postoperativ mit Punktwerten von $45,35 \pm 3,84$ versus $42,88 \pm 3,42$ fort ($p = 0,01$). Die isolierte Betrachtung des Ganges zeigt ebenfalls Vorteile 6 Wochen und 3 Monate postoperativ. Am Messzeitpunkt 6 Wochen postoperativ finden sich Punktwerte von $29,78 \pm 4,66$ versus $24,46 \pm 5,49$ mit Überlegenheit der minimalinvasiven Gruppe ($p < 0,001$). 3 Monate postoperativ besteht dieser Unterschied mit Punktwerten von $32,04 \pm 1,74$ gegen $30,13 \pm 2,91$ fort ($p = 0,009$). Die isolierte Betrachtung der Aktivität zeigt lediglich einen Vorteil der minimalinvasiven Studienpopulation 6 Wochen postoperativ von $29,78 \pm 4,66$ versus $24,46 \pm 5,49$ ($p = 0,01$).

Die Betrachtung von Komplex 4 – Bewegungsumfang - zeigt einen präoperativen Vorteil der transglutealen Studiengruppe im Bewegungsumfang von $4,56 \pm 0,41$ zu $3,95 \pm 0,75$ Punkten ($p < 0,001$). Dieses Ergebnis konnte einmalig 6 Wochen postoperativ umgekehrt nachgewiesen werden. Hier zeigten sich Werte von $4,69 \pm 0,15$ gegen $4,47 \pm 0,3$ zugunsten der minimalinvasiven Studienpopulation ($p = 0,005$).

Der hier zur Erhebung der soeben zusammengefassten Ergebnisse verwandte Harris-Hip-Score ist der in der Literatur der am weitesten verbreitete hüftspezifische Score zur Evaluierung der Arthrose und der aus ihr resultierenden Folgezustände (Krämer, 1993; Mahomed et al., 2001). Dem Score wurden in multiplen Studien eine hohe Sensitivität, gute Reliabilität und gute Korrelation sowohl mit dem WOMAC als arthrosespezifischem Score als auch mit dem SF-36 als krankheitsübergreifendem Messinstrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Patienten bescheinigt (Söderman und Malchau, 2001). Hinsichtlich der Arthrose des Hüftgelenks und postoperativer Folgezustände wird der Harris-Hip-Score als deutlich empfindlicheres Messinstrument als der allgemeine Gesundheitsfragebogen SF-36

gewertet (Hoeksma et al., 2003). Diese Überlegenheit ist insbesondere bis zu zwei Jahren postoperativ, also auch in dem hier beobachteten Zeitraum gegeben (Shi et al., 2009). Sensitivität und Reliabilität sind sowohl bei selbständiger Bearbeitung des Bogens durch die Patienten als auch bei ärztlicher Befragung und Untersuchung des Patienten gewährleistet (Mahomed et al., 2001). Letzteres beschreibt die in dieser Studie angewandte Vorgehensweise und stellt zugleich eine mögliche Fehlerquelle dar. Die Befragungen bzw. Untersuchungen der Patienten erfolgten durch einen Arzt, der im Regelfall in der Patientenbetreuung eingebunden war. Bei einer solchen Befragung im Rahmen einer Arzt-Patient-Beziehung besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass Patienten sich deutlich positiver zu ihrer Genesung äußern, als dieses bei einer Befragung durch unabhängige Personen gegeben wäre (Shi et al., 2009). Diese Fehlerquelle kommt insbesondere im Komplex Schmerz zu tragen. Hier konnten keine signifikanten Unterschiede in den hier erhobenen Daten festgestellt werden. Eine weitere mögliche Fehlerquelle in der Befragung liegt zum einen in der fehlenden Verblindung. Dieses könnte zu Verzerrung im Sinne eines Halo-Effektes geführt haben (Lang und Faller, 1998). In diesem Falle wären bestimmte Aussagen oder Eigenschaften der Patienten in Kenntnis der Studiengruppenzugehörigkeit falsch positiv bzw. negativ beurteilt worden. Da Patientenrekrutierung und -nachuntersuchung in der Regel durch eine Person respektive durch über die Studie informierte ärztliche Kollegen erfolgte war eine Verblindung im klinischen Alltag nicht möglich. Eine entsprechende methodische Schwäche muss also eingeräumt werden. Desweiteren waren sämtliche in der Studie eingeschlossenen Patienten über die Selbige informiert. Das Wissen über die vorhandene Untersuchungssituation könnte die Grundlage für Verzerrungen im Sinne eines Hawthorne-Effektes bereitet haben (Lang und Faller, 1998). In diesem Fall hätte sich allein das Wissen um die Studienteilnahme motivierend auf die Patienten ausgewirkt und so zu falsch positiven Ergebnissen führen können. Auch die Information der Patienten und ihre damit verbundene Einverständnis zur Studienteilnahme waren selbstverständlich nicht vermeidbar. Da der Hawthorne-Effekt, falls vorhanden, in beiden Studiengruppen wirkte, wird dieser mögliche Fehler als vernachlässigbar gesehen.

Ein weitere Fehlerquelle ist der Deckeneffekt der dem Harris-Hip-Score angelastet wird (Wamper et al., 2010). Durch diesen Effekt wird die Inhaltsvalidität dadurch beeinträchtigt, dass Probanden häufig die volle Punktzahl erreichen und dadurch weitere mögliche Verbesserungen nicht mehr erfassbar sind. Betrachtet man die Ergebnisse dieser Studie im Einzelnen, so hat kein Patient zu einem Messzeitpunkt die volle Punktzahl des Scores erreicht. Einzelne Komplexe in denen häufig volle Punktzahlen erreicht wurden waren die Komplexe Schmerz und Deformität. In diesen

Komplexen ist bei Erreichen der vollen Punktzahl bzw. den dazu notwendigen Antworten „Kein Schmerz“ und „Abwesenheit von Deformität“ keine weitere Verbesserung möglich. Aus diesen Gründen ist die durch den Deckeneffekt verursachte Verzerrung vernachlässigbar.

Der hier durch den Harris-Hip-Score nachgewiesene postoperative Vorteil des minimalinvasiven Zugangs spiegelt sich nur bedingt in der bisher veröffentlichten Literatur wieder. Wenz et al. berichten über Vorteile in der Frührehabilitation bei minimalinvasivem Zugang (Wenz et al., 2002). In dieser Studie, welche einen direkt lateralen mit einem posterioren „Mini-Incision“ Zugang vergleicht, ließ sich nachweisen, dass die in „Mini-Incision“ Technik operierten Patienten signifikant früher in der Lage waren zu gehen ($p= 0,02$). Auch wird von signifikant kürzerer Operationsdauer, niedrigerem Blutverlust und selteneren Bluttransfusionen berichtet. Obwohl zu letzteren Punkten kein Vergleich geführt werden kann, zeigten sich in den unmittelbar postoperativ erhobenen klinischen Daten der hier vorgestellten Studie keine Unterschiede in den Gruppen. Ferner gilt es bei den Ergebnissen von Wenz et al. zu beachten, dass die Patienten nicht randomisiert wurden und in den unterschiedlichen Gruppen statistische Unterschiede im BMI zugunsten der „Mini-Incision“ Gruppe bestanden. Dieses könnte, wie der Autor selbst einräumt (Wenz et al., 2002), zu einem Fehler in den Resultaten führen. Auch DiGioia, III et al. berichten über einer schnellere Rehabilitation nach minimalinvasiver Implantation unter Zuhilfenahme von computerassistierten Verfahren (DiGioia, III et al., 2003). Bei den verwandten Zugängen handelt es jeweils um dorsale Zugänge, wobei beim minimalinvasiven Zugang teilweise auf die Darstellung knöcherner Landmarken verzichtet wurde. Der Autor berichtet über signifikant vermehrte Zunahme der erhobenen Werte im HHS zugunsten der minimalinvasiven Gruppe. Nach 3 Monaten war ein Anstieg von 34 zu 27, nach 6 Monaten von 41 zu 34 Punkten zu verzeichnen. Nach einem Jahr fanden sich keine Unterschiede in den Gruppen. Die Vorteile lagen vor allem in geringerem Hinken und der Fähigkeit Treppen zu steigen, 6 Monate nach Implantation zudem in der Gehstrecke. Resultate, die mit den hier vorgestellten durchaus vergleichbar sind. Jedoch war zur Realisierung des vorübergehenden Vorteils die Durchführung einer computergestützten Navigation und eine bei der angewandten Technik obligate Computertomographie erforderlich. In Anbetracht der Tatsache, dass die Strahlenexposition bei einer Computertomographie einer Körperregion um den Faktor 20 bis 200 über der Exposition einer konventionellen Röntgenaufnahme dieser Region liegt (Nickoloff und Alderson, 2001; Prokop, 2008) ist hier eine sorgfältige Nutzen-Risiko Abwägung notwendig. Zwar werden auch bei neueren Navigationstechniken ohne vermehrte Strahlenbelastung im Zusammenhang mit minimalinvasiven Techniken

Vorteile beschrieben (Murphy und Tannast, 2006), jedoch bleibt auch die Nutzung neuerer Navigationsverfahren ohne Schnittbildgebung zu diskutieren, sofern eine Navigation bei den verwendeten Zugängen zwangsläufig erforderlich ist.

Sculco et al. berichten von zwei Studien des HSS, New York in welchen posteriore Zugänge mit einer Schnittlänge von ca. 25 cm mit posterioren Zugängen mit einer Schnittlänge von 8-10 cm verglichen werden (Sculco et al., 2004). In einer primären Studie wurden jeweils 42 Patienten pro Gruppe verglichen. Hier zeigten sich neben einer geringfügigen Erhöhung des HHS fünf Jahre nach Endoprothesenimplantation keine weiteren Vorteile. In dieser Studie fand sich erneut eine Differenz im BMI zugunsten der Mini-Incision Population. Diese Fehlerquelle wurde in einer prospektiv randomisierten Folgestudie eliminiert. Diese Studie zeigte eine geringe Häufigkeit von hinkenden Gangbildern und Abhängigkeit von Gehhilfen 6 Wochen postoperativ in der minimalinvasiven Studiengruppe. Erneut bestanden diese Vorteile 1 Jahr postoperativ nicht fort.

Weitere Autoren berichten über gänzlich fehlende klinisch relevante Vorteile in der Rehabilitation (Goldstein et al., 2003; Schneider et al., 2006), teils wurden minimal erhöhte Mittelwerte im HHS im Rahmen einer fünf Jahres Nachuntersuchung gesehen, welche als nicht klinisch relevant gewertet wurden. Somit reduzierte sich der Vorteil in der entsprechenden Studie auf den kosmetischen Effekt (Wright et al., 2004). Besondere Erwähnung sollten zwei prospektive, randomisierte und verblindete Studien finden: Ogonda et al. untersuchten 219 Patienten in kurzfristigen postoperativen Zeitraum. Hier fanden sich in der Gruppe mit minimalinvasivem posteriorem Zugang bestehend aus 109 Patienten und der Gruppe mit regulärem posteriorem Zugang bestehend aus 110 Patienten keine Unterschiede im HHS bei Punktwerten von $84,15 \pm 10,56$ (MIS) zu $83,36 \pm 8,33$ (Std.). Auch andere verwendete Scores erbrachten keine signifikanten Unterschiede (Ogonda et al., 2005). Eine Studie von Goosen et al. verglich die Resultate nach anterolateralem und posterolateralem Zugang zum Hüftgelenk in Mini-Inzision und regulärer Technik ohne klinisch relevante Vorteile nachweisen zu können (Goosen et al., 2011). Auch wenn die Resultate vom Autor als klinisch nicht relevant gesehen wurden, ließen sich dennoch signifikante höhere Werte im HHS 6 Monate – 77 ± 12 vs. 72 ± 13 – und 12 Monate – 94 ± 8 vs. 90 ± 10 – post operationem zugunsten der Mini-Inzision Gruppe nachweisen. Allerdings zeigten sich in dieser Gruppe eine gehäufte Anzahl intraoperativer Femurfissuren. Eine statistische Relevanz konnte nicht gezeigt werden.

Eine der hier vorgestellten Studie sowohl in Messzeitpunkten und –methoden als auch bei den verwendeten Implantaten vergleichbare Untersuchung von Wohlrab et al. aus dem Jahre 2004 vergleicht einen modifizierten ventralen minimalinvasiven Smith-

Peterson-Zugang mit dem hier ebenfalls untersuchten transglutealen Zugang nach Bauer (Wohlrab et al., 2004). Hier ließen sich besonders in der unmittelbar postoperativen Phase deutliche rehabilitative Vorteile der minimalinvasiven Gruppe nachweisen. Bei dieser zeigten sich am dritten postoperativen Tag signifikant höhere Werte im HHS, welche sich auch in den Unterkategorien Schmerz, Gang und Aktivität interpolieren ließen. Ähnlich das Ergebnis am 10. Tag nach Implantation. Hier fanden sich bei insgesamt besseren Werten im HHS noch signifikante Unterschiede in den Kategorien Gang und Aktivität. Die weiteren Kontrolltermine wurden mittels telefonischen Interviews geführt und erbrachten keine signifikanten Vorteile. Allerdings fanden sich bei 22% der minimalinvasiv operierten Patienten temporäre Hypästhesien im Bereich des N. cutaneus femoris lateralis, welche von den Patienten als störend empfunden wurden. Aufgrund dieser Komplikationen wurde ungeachtet der guten klinischen Ergebnisse von der weiteren Verwendung des genannten Zuganges abgesehen. Auch andere Studien berichten über eine erhöhte Komplikationsrate. Woolson et al. fanden bei nur minimal erhöhten Werten im Harris-Hip-Score ohne klinische Signifikanz aus Sicht der Autoren eine signifikant erhöhte Zahl an Wundkomplikationen (Woolson et al., 2004). Auch über vermehrte Wundirritationen und Hautabschürfungen durch Raspeln und Fräsen bei Verwendung von Standardinstrumentarien wird berichtet (Ilizaliturri, Jr. et al., 2004). Andere Studien wiesen in einer Nachuntersuchung gar deutlich kürzere Standzeiten von minimalinvasiv implantierten Hüfttotalendoprothesen nach. Die Zeiten von Primärimplantation bis erstmaliger Revision lagen in der minimalinvasiven Gruppe bei durchschnittlich 1,4 Jahren, bei der konventionellen Gruppe hingegen bei 14,8 Jahren. Der frühzeitigen Revision lagen ausnahmslos Fehler in Zusammenhang mit der chirurgischen Technik zugrunde (Graw et al., 2010). In der hier vorgestellten Studie fanden sich in keiner Gruppe chirurgische Komplikationen.

Insgesamt finden sich sowohl in der hier vorgestellten Studie als auch in der Literatur zahlreiche Hinweise auf rehabilitative Vorteile der minimalinvasiven Technik unabhängig vom Zugangsweg, andere Studien belegen zumindest eine Gleichwertigkeit. Daher stellen minimalinvasive Zugänge bei der Implantation von Hüfttotalendoprothesen aus meiner Sicht ein sinnvolles Mittel zur Beschleunigung der Rehabilitation dar, ohne jedoch ein langfristig besseres Outcome zu gewährleisten.

Die ungleiche Verteilung des BMI in manchen Studien sowie Berichte über eine gehäufte Komplikationsrate deuten allerdings an, dass es sich bei der minimalinvasiven Implantation einer Hüfttotalendoprothese nicht um einen Eingriff für jedermann handelt. Eine entsprechende Selektion des Patientegutes erscheint ebenso wie der erfahrene Operateur notwendig.

Analog der Ergebnisse des Harris-Hip-Score hinsichtlich des ersten Komplexes ließen sich auch bei der Analyse der visuellen Analogskala zu keinem Messzeitpunkt signifikante Unterschiede in der Schmerzintensität zwischen den untersuchten Studiengruppen nachweisen. Die VAS als Messinstrumentarium ist in der Literatur weit verbreitet (Huber et al., 2007). In unterschiedlichen Studien wurden sowohl Validität (Price et al., 1983) als auch Reliabilität (Bijur et al., 2001) nachgewiesen, obwohl es sich um ein Mittel zur Messung eines rein subjektiven Zustandes handelt. Dennoch zeigen einige Studien Schwächen der VAS auf. Trotz guter Korrelation mit anderen Schmerzskaalen, führt die völlige Freiheit in der Wahl der Schmerzintensität ohne beschreibende oder numerische Untergliederung häufig zu Verwirrung bei den Patienten (Downie et al., 1978). In entsprechenden Vergleichsstudien gaben Patienten anderen Schmerzskaalen den Vorzug (Herr et al., 2004; Huber et al., 2007). Da eine feine Abstufung von 0 bis 100 nur durch eine VAS gewährleistet werden konnte, wurde die vermeintliche Patientenunfreundlichkeit der Skala in Kauf genommen und möglichen Irritationen durch sorgfältige Erklärung entgegengewirkt.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die erschwerte Handhabung der VAS besonders beim alten Menschen. Studien zeigen im Vergleich zu jüngeren Patienten bei einem höheren Prozentsatz älterer Patienten die Unfähigkeit die VAS selbständig zu bearbeiten (Herr et al., 2004). In der Tat hatten einige ältere Patienten Schwierigkeiten mit der Skalenbearbeitung, was sich vor allem in der Markierung – ein senkrechter Strich der die Skala kreuzt – äußerte. Probleme dieser Art konnten durch erneute Erklärung gelöst werden und traten bei wiederholter Skalenbearbeitung nicht mehr auf.

Statistisch betrachtet kommen auch in dieser Skala der bereits zuvor beschriebene Deckeneffekt und der korrespondierende Bodeneffekt als mögliche Fehlerquelle zum tragen (Langley und Sheppard, 1985). Die Ergebnisse der VAS bewegen sich in dieser Studie selten in den Extrembereichen der Skala, so dass dieser Effekt hier vernachlässigbar erscheint. Auch die oben beschriebenen psychologischen Effekte kommen bei der Erfassung des subjektiven Parameters Schmerz erneut zum Tragen.

Ein systematischer Fehler dieser Studie bei der Schmerzbeobachtung liegt in der mangelnden Aufzeichnung der Schmerzmedikation. Sämtliche Patienten erhielten eine einheitliche Schmerzmedikation mit Indometacin 25mg unter Magenschutz. Zudem erhielt jeder Patient eine nicht einheitliche Bedarfsmedikation bestehend aus verschiedenen Substanzen unterschiedlicher Wirkungsgrade. Die Häufigkeit der Schmerzmitteleinnahme wurde nicht protokolliert. Durch die fehlende Standardisierung der Bedarfsmedikation und die fehlende Aufzeichnung der Einnahmehäufigkeit, besteht die Möglichkeit, dass Unterschiede in der Schmerzintensität im Studienrahmen kaschiert wurden. Ogonda et al. untersuchten ebenfalls die postoperativen Schmerzen

anhand der VAS und protokollierten den Verbrauch an Analgetika. Auch in dieser Studie konnte kein Unterschied in der Schmerzintensität nachgewiesen werden. Ferner zeigte sich ein identischer Analgetikabedarf zwischen den Studiengruppen (Ogonda et al., 2005). Weitere Studien bestätigen dieses Ergebnis unabhängig von der generellen Sichtweise der Autoren bezüglich minimalinvasiver Techniken (DiGioia, III et al., 2003; Goldstein et al., 2003; Schneider et al., 2006). Dorr et al. betrachteten in ihrem Vergleich posteriorer Zugänge den unmittelbar postoperativen Zeitraum und beobachteten eine signifikant geringere Schmerzintensität bei niedrigerem Analgetikaverbrauch in der minimalinvasiven Studiengruppe (Dorr et al., 2007). Ähnliche Resultate erzielten Yang et al. bei der Beobachtung des auch in der hier vorgestellten Studie verwandten modifizierten Watson-Jones Zuganges innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ (Yang et al., 2010). Der in den letztgenannten Studien untersuchte Zeitraum war nicht teil der hier vorgestellten Untersuchung, eine Vergleichbarkeit ist nicht gegeben. Gleiches gilt für die Resultate von Fink et al. welche ein signifikant niedrigeres Schmerzniveau in Ruhe bei der minimalinvasiven Gruppe sahen (Fink et al., 2010), da in der hier vorliegenden Studie nicht zwischen Ruhe- und Belastungsschmerz unterschieden wurde. Insgesamt stimmen die hier erhobenen Ergebnisse mit der vergleichbaren Literatur überein, dennoch finden sich in bisher veröffentlichten Studien auch Anzeichen für ein unmittelbar postoperativ beziehungsweise situativ gelindertes Schmerzempfinden.

Ein weiteres Ziel dieser Studie war es, einen eventuellen Zusammenhang des operativen Zugangsweges und einer geringeren Muskeltraumatisierung sowie einer schnelleren Rehabilitation zu zeigen. Das auch Zugänge ohne scharfe Muskeldurchtrennung wie der in dieser Studie untersuchte modifizierte Watson-Jones Zugang oder ein modifizierter anteriorer Smith-Peterson Zugang (Wohlrab et al., 2004) nicht ohne Muskeltraumatisierung durch Hakenzug oder Implantationsinstrumentarium auskommen ist in Kadaverstudien belegt (Meneghini et al., 2006). Zur Untersuchung des Muskeltraumas in vivo erfolgte die Kontrolle der Creatinkinase und des Myoglobin zu festgelegten unmittelbar postoperativen Zeitpunkten. Der Verlauf dieser Werte bei Erkrankungen der Muskulatur (Wu und Perryman, 1992), in Abhängigkeit von chirurgischem Trauma (Laurence, 2000) und auch nach unfallbedingtem Muskeltrauma (Strecker et al., 1999) wurde zuvor bereits beschrieben. Cohen et al. untersuchten den Verlauf der genannten und anderer mit Muskeltrauma assoziierten Enzyme nach primärer Hüfttotalendoprothesenimplantation und zeigten einen reproduzierbaren Verlauf von Myoglobin und Creatinkinase (Cohen et al., 2009). Beide Werte erreichen in dieser Studie ihre Spitzen ca. 8 Stunden post operationem und erreichen ihren präoperativen Basislevel ca. 48 Stunden post operationem bei der CK bzw. 72 Stunden

post operationem beim Myoglobin. Sämtliche in dieser Studie gewählten Messzeitpunkte liegen in diesem Zeitfenster. Zu jedem Messzeitpunkt finden sich hier bei beiden Laborparametern höhere Werte in der transglutealen Studiengruppe. Statistische Signifikanz erreicht dieser Vorteil der minimalinvasiven Studiengruppe lediglich in den durchschnittlichen Myoglobinwerten 12 und 18 Stunden nach OP.

Eine mögliche Ursache für diese mangelnde Signifikanz könnte eine sehr hohe interpersonelle Variabilität in der Freisetzung vom CK bei unterschiedlichen Traumata (Wu und Perryman, 1992) oder eine mangelnde Spezifität für Skelettmuskulatur (Matziolis et al., 2010) darstellen. Weitere Untersuchungen mit erhöhter Patientenzahl oder die Wahl weiterer, spezifischerer Laborparameter könnten detailliertere Erkenntnisse bringen. Matziolis et al. untersuchten ebenso wie in dieser Studie die Muskeltraumatisierung bei direkt lateralem und anterolateralem Zugang zum Hüftgelenk unter Verwendung von skelettalem Troponin I, einem für Muskelschäden hochspezifischem Protein, und fanden signifikante Unterschiede 24 Stunden p.o. zugunsten der anterolateralen Gruppe (Matziolis et al., 2010). Auch Müller et al. untersuchten kernspintomographisch und unter Verwendung von CK und Myoglobin die Gewebstraumatisierung bei den genannten Zugängen (Müller et al., 2010). Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede in den Laborparametern, jedoch zeigten sich deutlich weniger pathologische Veränderungen der Abduktoren in den MRT Befunden.

Insgesamt können die vorgestellten Ergebnisse durch die publizierten Ergebnisse als bestätigt gesehen werden. Somit kann von einem minimierten Muskeltrauma bei fehlender Durchtrennung der Muskulatur ausgegangen werden.

Neben dem intakten Muskelmantel, insbesondere der Abduktorengruppe, spielt auch die korrekte Lage der Implantate eine essentielle Rolle für die Funktion einer Hüftendoprothese und deren Luxationssicherheit (Dorr und Wan, 1998). Die Luxation einer Hüfttotalendoprothese ist mit einer Häufigkeit von 2% bis 11% (Nadzadi et al., 2002) nach der aseptischen Lockerung die zweithäufigste Komplikation in der primären Hüftendoprothetik und für den betroffenen Patienten sowohl mental als auch körperlich hochgradig belastend (Dorr und Wan, 1998; Leichtle et al., 2007). Bei Betrachtung der Komponentenposition im multifaktoriellen Geschehen der Luxation ist besonders die Lage der Pfannenkomponente von Bedeutung (Leichtle et al., 2007; Nadzadi et al., 2002; Yuan und Shih, 1999). In der Literatur findet sich hier ein definiertes sicheres Intervall zwischen 5 und 25 Grad Anteversion und zwischen 30 und 50 Grad Inklination. Außerhalb dieses Bereiches zeigte sich eine deutliche Zunahme der Luxationereignisse (Lewinnek et al., 1978). Auch bei der Standzeit der Endoprothese kommt die Pfannenpositionierung zum Tragen. So führt eine übermäßige Inklination

der Pfanne zu deutlich vermehrtem Stress im cranialen Pfannenbereich und somit zu erhöhtem Abrieb, welcher in Osteolysen und vorzeitiger Implantatlockerung resultieren kann (D'Lima et al., 2001; Kennedy et al., 1998; Little et al., 2009). Auch die Position des Prothesenschaftes ist bei der Kraftübertragung von entscheidender Bedeutung (Tohtz et al., 2008) Nicht zuletzt ist ein korrektes Zusammenspiel der Implantate Voraussetzung für einen guten Bewegungsumfang des operierten Hüftgelenkes (D'Lima et al., 2001).

Zur Bestimmung der Implantatpositionen wurden in dieser Studie lediglich die regulär nach Hüfttotalendoprothesenimplantation angefertigten Röntgenbilder herangezogen. Die verwendeten Verfahren sind insgesamt weit verbreitet und im Falle der mathematischen Bestimmung der Anteversion (McLaren, 1973) Grundlage für weitere tabellarische Verfahren zur Positionsbestimmung (Widmer, 2004). Dennoch ist die Bestimmung der exakten dreidimensionalen Position eines Körpers im Raum anhand eines zweidimensionalen Bildes ohne weitere exakt definierte Landmarken unmöglich (Widmer, 2004). Anfälligkeiten dieser Messmethoden liegen vor allem in nicht exaktem a.p. Strahlengang. Ursachen für diese Ungenauigkeit liegen vor allem im leicht rotiert gelagerten Patienten oder innen- bzw. außenrotiertem Bein. Diese möglichen Fehler wurden insgesamt als tolerabel gesehen, da die notwendigen Röntgenaufnahmen in großer Zahl durch entsprechend erfahrenes Personal durchgeführt werden. Desweiteren bestand die Möglichkeit zur Minimierung des Messfehlers durch Wahl der besten Aufnahme von zwei verschiedenen Kontrollzeitpunkten. Auf die Anfertigung weiterer Röntgenaufnahmen oder gar einer Computertomographie zur exakten Bestimmung der Komponentenpositionen wurde zum einen aus Gründen des Strahlenschutzes (Nickoloff und Alderson, 2001; Prokop, 2008) zum anderen aufgrund der für diese Studie ausreichenden Genauigkeit der verwendeten Methoden verzichtet.

In der Auswertung der Daten ließen sich weder hinsichtlich Inklination und Anteversion der Pfanne noch hinsichtlich der Schaftpositionierung signifikante Unterschiede aufzeigen. Allerdings zeigten sich ausschließlich in der minimalinvasiven Studiengruppe Ausreißer bzw. Extremwerte: Es findet sich je eine Pfanne mit 23 bzw. 62 Grad Inklination sowie ein Schaft mit einer Valgusposition von 7,5 Grad.

Bernasek et al. berichten über ähnliche Ergebnisse beim Vergleich des auch hier untersuchten Watson-Jones Zuganges mit einem modifizierten lateralen Zugang nach Hardinge (Bernasek et al., 2010). Bei insgesamt vergleichbaren Ergebnissen zeigt sich eine signifikante Anzahl von varischen Schäften, welche als Ausreißer zu werten sind. Auch zahlreiche weitere Autoren berichten über vergleichbare Implantatpositionen bei minimalinvasiven posterolateralen (Fink et al., 2010; Goldstein et al., 2003; Ogonda et

al., 2005; Wenz et al., 2002; Wright et al., 2004), lateralen (Schneider et al., 2006) oder anterolateralen (Yang et al., 2010) Zugang jeweils in Vergleich mit einem nicht minimalinvasiven Zugang. Eine Ausnahme bilden Wright et al., welche in einem Vergleich zweier posteriorer Zugänge eine signifikant erhöhte Anzahl von radiologisch suboptimalen Ergebnissen in der minimalinvasiven Studiengruppe fanden. Es zeigten sich vermehrt Ausreißer in der Pfanneninklination sowie häufigere Varusposition im Schaftbereich, was laut Autor einer verminderten Übersicht zu schulden ist (Woolson et al., 2004).

Insgesamt können die erhobenen Ergebnisse im Einklang mit der Literatur gesehen und eine Gleichwertigkeit der Ergebnisse bestätigt werden. Dennoch deuten die vereinzelt Ausreißer in dieser Studie in Zusammenschau mit den in der Literatur beschriebenen Auffälligkeiten (Bernasek et al., 2010; Woolson et al., 2004) darauf hin, dass der untersuchte anterolaterale Zugang wie auch minimalinvasive Zugänge im Allgemeinen von erhöhtem Anspruch sind. Auch dieser Sachverhalt findet sich in der Literatur bestätigt (Laffosse et al., 2008).

Hinsichtlich der Knochendichte gilt ein Umbau der knöchernen Strukturen nach Endoprothesenimplantation als allgemein gesichert. Durch die verlagerte Kraffteinleitung kommt es zu einer Atrophie weniger belasteter, in der Regel proximaler Knochenanteile und zu einer Hypertrophie vermehrt belasteter, in der Regel distaler Anteile (Layher et al., 2007; Roth et al., 2005). Hierbei handelt es sich um ein von zahlreichen Faktoren abhängiges Geschehen. So konnten unterschiedliche knöcherne Umbaureaktionen in Abhängigkeit vom implantierten Schaftmodell nachgewiesen werden (Roth et al., 2005). Als weiteren bedeutsamen Faktor für Veränderungen im Knochenumbau konnten Perka et al. den verwendeten Zugangsweg nachweisen. Bei der Nachuntersuchung eines Geradschaftes welcher über die auch in der vorliegenden Studie verwandten Zugänge implantiert wurde zeigten sich signifikante Unterschiede in der Knochendichte (Perka et al., 2005). Ziel der vorliegenden Studie war es auch beim verwendeten MAYO®-Schaft zugangsspezifische Änderungen nachzuweisen. Das verwendete Mittel der DEXA gilt in der Literatur als für diese Zwecke besonders geeignet (Albanese et al., 2009; Roth et al., 2005). Die Methode zeichnet sich besonders durch im Vergleich zu Röntgenaufnahmen erhöhte Empfindlichkeit und verlässliche Reproduzierbarkeit aus (Spittlehouse et al., 1998).

In der vorliegenden Studie fanden sich signifikante Reduktionen der Knochendichte in den Zonen 1, 2 und 7 bei der minimalinvasiven Gruppe. Die transgluteale Gruppe wies Dichtereduktionen in den Zonen 1 und 5 sowie eine Knochendichteerhöhung in der Zone 6 auf. Diese Resultate sind nur begrenzt mit der in sich indifferenten Literatur bezüglich des verwendeten Prothesensystems vereinbar. Mehrere Publikationen

schildern eine Knochendichtezunahme im Bereich des Adamschen Bogens, welcher in der vorliegenden Studie durch die Zonen 6 und 7 repräsentiert wird (Hagel et al., 2008; Hube et al., 2004). Diese Ergebnisse sind partiell mit den Resultaten der transglutealen Studiengruppe vereinbar. Andere Studien berichten von einem im Vergleich zu anderen Implantaten geringeren aber dennoch signifikanten Substanzverlust in Region 7 (Roth et al., 2005), was den Resultaten der minimalinvasiven Gruppe entspräche. In der Literatur wird von großen knöchernen Umbauprozessen innerhalb der ersten 3-6 Monate nach Prothesenimplantation berichtet (Roth et al., 2005; Spittlehouse et al., 1998). Ein Endstadium dieser Prozesse wird jedoch erst nach 12-24 Monaten erreicht (Layher et al., 2007). Aus diesem Grunde erscheint eine endgültige Schlussfolgerung aus den vorliegenden Ergebnissen nicht möglich. Zu diesem Zwecke ist eine weitere Beobachtung der Studiengruppe notwendig.

Schlussfolgernd lässt sich sagen: Es bestehen geringe Vorteile in der frühen Rehabilitationsphase nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese über einen minimalinvasiven Watson-Jones Zugang in Vergleich zu einem transglutealen Zugang nach Bauer. Anhand der Literatur lässt sich darauf schließen, dass dieser Vorteil eher als kurzfristig zu sehen ist. Als Grundlage für den beschriebenen Vorteil lässt sich das geringere Muskeltrauma sehen, welches sich in den postoperativen laborchemischen Parametern widerspiegelt. Unter diesen Gesichtspunkten ist der hier untersuchte Zugang ohne scharfe Muskeldurchtrennung anderen Zugängen, welche ein scharfes Muskeltrauma beinhalten vorzuziehen. Als Beispiel hierfür sind die im englischen Sprachraum weitverbreiteten posterioren „mini-incision“ Zugänge zu nennen, bei denen die Ablösung der kurzen Außenrotatoren notwendig ist, wobei eine erfolgreiche Refixation der Muskulatur nicht garantiert ist und es einer initialen Einschränkung des Bewegungsausmaßes bedarf (Kayser et al., 2007). Entsprechend bedarf es einer exakten Definition des Terminus „minimalinvasiv“.

Im Hinblick auf postoperative Schmerzen und radiologische Ergebnisse konnten vergleichbare Resultate erzielt werden.

Trotz der somit belegten Vorteile bzw. der Gleichwertigkeit, deuten sowohl in dieser Studie und auch in der Literatur geschilderte radiologische Auffälligkeiten als auch in der Literatur geschilderte Komplikationen auf den besonderen operativen Anspruch der minimalinvasiven Techniken hin. Dieses sollte auf keinen Fall außer Acht gelassen werden. Keinesfalls ist ein gutes Langzeitergebnis zugunsten eines kurzzeitigen Rehabilitationsvorsprunges oder einer kurzen Narbe zu opfern. (Ranawat und Ranawat, 2003). Aus diesem Grunde sollte zum einen eine sorgfältige Selektion des Patientengutes erfolgen: Bei Patienten mit ausgeprägter Adipositas, ausgeprägten

Deformitäten oder Bewegungseinschränkungen sowie sehr muskelkräftigen Patienten ist der Einsatz minimalinvasiver Techniken kritisch zu überdenken (Bernasek et al., 2010; Sculco et al., 2004). Ferner sollten diese Techniken in erster Linie von erfahrenen Operateuren durchgeführt werden, die diese Verfahren in großer Häufigkeit anwenden.

6 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden prospektiv randomisierten Studie war der Vergleich zweier Zugangswege zum Hüftgelenk bei der Endoprothesenimplantation. Nachgewiesen werden sollten mögliche statistisch relevante Unterschiede bei der Frührehabilitation in Abhängigkeit von Muskelverdrängung oder Muskeldurchtrennung beim Zugangsweg. Weiterhin galt es mögliche relevante Unterschiede im Ausmaß an Muskeltraumatisierung, der postoperativen Schmerzintensität sowie von Implantatpositionierung und knöcherner Umbaureaktion zu untersuchen. Auffälligkeiten Jeweils 20 Patienten mit einem Durchschnittsalter von $60,5 \pm 8,4$ Jahre (modifizierter minimalinvasiver Watson Jones Zugang) bzw $64,0 \pm 7,3$ Jahre (transglutealer Zugang nach Bauer) mit einseitig operationspflichtiger Coxarthrose erhielten einen zementfreien Hüftgelenkersatz (MAYO®-Schafft; TRILOGY®-Pfanne, Fa. Zimmer). Der Vergleich der klinischen Resultate erfolgte nach Erhebung des Harris-Hip-Scores (HHS) präoperativ, am 3. und 10. postoperativen Tag sowie 6 und 12 Wochen postoperativ. Zu diesen Zeitpunkten wurden zudem die Schmerzen über eine visuelle Analogskala (VAS) quantifiziert. Zur Evaluierung der intraoperativen muskulären Schädigung erfolgte präoperativ sowie 6, 12, 18, 24 und 48 Stunden postoperativ eine Kontrolle von Creatinkinase (CK) und Myoglobin. Ferner dienten eine postoperative Beckenübersicht zur Bestimmung der Implantatposition sowie Knochendichtemessungen unmittelbar und 3 Monate postoperativ zum Nachweis von Veränderungen in Abhängigkeit vom Zugangsweg.

In der frühen postoperativen Rehabilitationsphase ließen sich keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen. Signifikant höhere Punktzahlen ($p < 0,05$) im gesamt HHS zeigten sich jedoch 6 und 12 Wochen nach minimalinvasiver Endoprothesenimplantation. Diese Signifikanz ließ sich auch bei separater Betrachtung des Komplex II. (Funktion) nachweisen. Relevante Vorteile im Komplex IV (ROM) fanden sich nur 6 Wochen p.o. in der MIS Gruppe. Hinsichtlich der untersuchten Laborparameter deuteten signifikant niedrigere Myoglobinwerte 12 und 18 Stunden nach minimalinvasiver Implantation bezogen auf den Ausgangswert auf eine geringere Muskeltraumatisierung hin. Unterschiede in der Schmerzintensität ließen sich zu keinem Messzeitpunkt nachweisen. Gleiches gilt für statistisch bedeutsame Unterschiede in der Implantatposition. Jedoch zeigten sich sowohl bei der Pfannen- als auch bei der Schafftposition Extremwerte in der minimalinvasiven Gruppe, welche in der transglutealen Gruppe nicht zu finden sind. Dieses kann auf den operativen Anspruch des Verfahrens hindeuten. Hinsichtlich der Knochendichtemessungen fanden sich in Abhängigkeit vom Zugangsweg statistisch bedeutsame Unterschiede in

verschiedenen Bereichen. Da im Nachuntersuchungszeitraum die Knochenumbauprozesse noch nicht abgeschlossen sind, ist weitere Nachuntersuchung nötig.

Insgesamt zeigt die untersuchte Operationstechnik Vorteile in der Frührehabilitation bei geringerem Muskeltrauma und ist von den Operationsergebnissen der bisherigen Technik vergleichbar. Allerdings gibt es Hinweise auf gesteigerten operativen Anspruch, weshalb die minimalinvasive Technik nach sorgfältiger Selektion des Patientengutes in den Händen erfahrener Operateure bleiben sollte.

7 Literatur

Albanese CV, Santori FS, Pavan L, Learmonth ID, Passariello R (2009) Periprosthetic DXA after total hip arthroplasty with short vs. ultra-short custom-made femoral stems: 37 patients followed for 3 years. *Acta Orthop* 80:291-297.

Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S, Oberthaler W (1979) The transgluteal approach to the hip joint. *Arch Orthop Trauma Surg* 95:47-49.

Berger RA (2004) Mini-incision total hip replacement using an anterolateral approach: technique and results. *Orthop Clin North Am* 35:143-151.

Bergmann G, Graichen F, Rohlmann A (1993) Hip joint loading during walking and running, measured in two patients. *J Biomech* 26:969-990.

Bernasek TL, Lee WS, Lee HJ, Lee JS, Kim KH, Yang JJ (2010) Minimally invasive primary THA: anterolateral intermuscular approach versus lateral transmuscular approach. *Arch Orthop Trauma Surg* 130:1349-1354.

Bertin KC, Röttinger H (2004) Anterolateral mini-incision hip replacement surgery: a modified Watson-Jones approach. *Clin Orthop Relat Res* 429:248-255.

Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ (2001) Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med* 8:1153-1157.

Boy S, Hahn S, Kociemba E, BQS-Fachgruppe Orthopädie und Unfallchirurgie: Hüft-Endoprothesen-Erstimplantation. BQS-Qualitätsreport 2008. BQS Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH, Düsseldorf, 2009, S. 146-153

Charnley J (1961) Arthroplasty of the hip. A new operation. *Lancet* 1:1129-1132.

Chimento GF, Pavone V, Sharrock N, Kahn B, Cahill J, Sculco TP (2005) Minimally invasive total hip arthroplasty: a prospective randomized study. *J Arthroplasty* 20:139-144.

Chládek P, Handl M, Trc T: Physiologie und Pathophysiologie des Hüftgelenkes. In: Roth A, Venbrocks R-A (Hrsg): Minimal invasive Hüftendoprothetik. 1. Auflage. Uni-Med Verlag AG, Bremen, 2007, S. 26-29

Cohen RG, Katz JA, Skrepnik NV (2009) The relationship between skeletal muscle serum markers and primary THA: a pilot study. *Clin Orthop Relat Res* 467:1747-1752.

D'Lima DD, Chen PC, Colwell CW, Jr. (2001) Optimizing acetabular component position to minimize impingement and reduce contact stress. *J Bone Joint Surg Am* 83-A Suppl 2 Pt 2:87-91.

Debrunner AM: Orthopädie; Orthopädische Chirurgie - Patientenorientierte Diagnostik und Therapie des Bewegungsapparates. 4., vollständig neu bearbeitete Auflage. Verlag Hans Huber, Bern, 2005, S. 922-1012

- DiGioia AM, III**, Plakseychuk AY, Levison TJ, Jaramaz B (2003) Mini-incision technique for total hip arthroplasty with navigation. *J Arthroplasty* 18:123-128.
- Dorr LD**, Wan Z (1998) Causes of and treatment protocol for instability of total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 355:144-151.
- Dorr LD**, Maheshwari AV, Long WT, Wan Z, Sirianni LE (2007) Early pain relief and function after posterior minimally invasive and conventional total hip arthroplasty. A prospective, randomized, blinded study. *J Bone Joint Surg Am* 89:1153-1160.
- Downie WW**, Leatham PA, Rhind VM, Wright V, Branco JA, Anderson JA (1978) Studies with pain rating scales. *Ann Rheum Dis* 37:378-381.
- Ferraz MB**, Quaresma MR, Aquino LR, Atra E, Tugwell P, Goldsmith CH (1990) Reliability of pain scales in the assessment of literate and illiterate patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol* 17:1022-1024.
- Fink B**, Mittelstaedt A, Schulz MS, Sebena P, Singer J (2010) Comparison of a minimally invasive posterior approach and the standard posterior approach for total hip arthroplasty A prospective and comparative study. *J Orthop Surg Res* 5:46.
- Furlong RJ**, Osborn JF (1991) Fixation of hip prostheses by hydroxyapatite ceramic coatings. *J Bone Joint Surg Br* 73:741-745.
- Geesink RG**, de GK, Klein CP (1988) Bonding of bone to apatite-coated implants. *J Bone Joint Surg Br* 70:17-22.
- Goldstein WM**, Branson JJ, Berland KA, Gordon AC (2003) Minimal-incision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 85-A Suppl 4:33-38.
- Gomez PF**, Morcuende JA (2005) Early attempts at hip arthroplasty--1700s to 1950s. *Iowa Orthop J* 25:25-29.
- Goosen JH**, Kollen BJ, Castelein RM, Kuipers BM, Verheyen CC (2011) Minimally invasive versus classic procedures in total hip arthroplasty: a double-blind randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res* 469:200-208.
- Gradinger R**, Rechl H, Gollwitzer H: Hüftgelenk und Oberschenkel - Degenerative Erkrankungen. In: Wirth CJ, Mutschler W (Hrsg): *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag, Stuttgart; New York, 2009, S. 528-531
- Graf R** (2002) Hüftsonographie. Ein Update. *Orthopäde* 31:181-189.
- Graw BP**, Woolson ST, Huddleston HG, Goodman SB, Huddleston JI (2010) Minimal incision surgery as a risk factor for early failure of total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 468:2372-2376.
- Gray H**: *Anatomy of the human body*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1918, Bartleby.com, 2000. www.bartleby.com/107/. 29.05.2011

- Gruen TA**, McNeice GM, Amstutz HC (1979) "Modes of failure" of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. Clin Orthop Relat Res 17:27.
- Gulow J**, Scholz R, Freiherr von Salis-Soglio G (2007) Kurzschäfte in der Hüftendoprothetik. Orthopäde 36:353-359.
- Günther K-P**, Ziegler J (2006) Hüftgelenk - Arthrose und Arthritis. Orthopädie und Unfallchirurgie Up2date 1:57-76.
- Günther K-P**, Fickert S: Arthrose. In: Wirth CJ, Mutschler W (Hrsg): Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag, Stuttgart; New York, 2009, S. 528-531
- Hackenbroch MH**: Arthrosen - Basiswissen zu Klinik, Diagnostik und Therapie. 1. Auflage. Thieme Verlag, Stuttgart; New York, 2002, S.
- Hagel A**, Hein W, Wohlrab D (2008) Experience with the Mayo conservative hip system. Acta Chir Orthop Traumatol Cech 75:288-292.
- Harris WH** (1969) Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. J Bone Joint Surg Am 51:737-755.
- Heisel J**, Jerosch J: Rehabilitation nach Hüft- und Knieendoprothese. 1. Auflage. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 2007, S. 3-61
- Herr KA**, Spratt K, Mobily PR, Richardson G (2004) Pain intensity assessment in older adults: use of experimental pain to compare psychometric properties and usability of selected pain scales with younger adults. Clin J Pain 20:207-219.
- Hoeksma HL**, van den Ende CH, Runday HK, Heering A, Breedveld FC (2003) Comparison of the responsiveness of the Harris Hip Score with generic measures for hip function in osteoarthritis of the hip. Ann Rheum Dis 62:935-938.
- Hoppenfeld S**, deBoer P: Surgical exposures in orthopaedics the anatomic approach. 2. Lippincott, Philadelphia u.a., 2003, S. 387-409
- Hube R**, Zaage M, Hein W, Reichel H (2004) Frühfunktionelle Ergebnisse einer Kurzschaftprothese des Hüftgelenkes mit metaphysär-intertrochantärer Verankerung. Orthopäde 33:1249-1258.
- Huber JF**, Hüsler J, Zumstein MD, Ruffin G, Lüscher M (2007) Visuelle Kreisskala (VCS) - eine patientenfreundliche Skala zur Schmerzmessung im Vergleich mit der VAS und Likert-Skala. Z Orthop Unfall 145:795-797.
- Huskisson EC** (1974) Measurement of pain. Lancet 2:1127-1131.
- Ilizaliturri VM**, Jr., Chaidez PA, Valero FS, Aguilera JM (2004) Small incision total hip replacement by the lateral approach using standard instruments. Orthopedics 27:377-381.

- Jerosch J**, Heisel J: Künstlicher Gelenkersatz, Hüfte-Knie-Schulter; Grundlagen und Behandlungskonzepte der Endoprothesenschule. 1. Auflage. Richard Pflaum Verlag GmbH & Co. KG, München; Bad Kissingen; Berlin; Düsseldorf; Heidelberg, 2001, S. 168-196
- Kann PH** (2001) Osteodensitometrie und Ultraschalluntersuchungen des Knochens - Methoden, Indikationen und Aussagekraft. Orthopäde 30:437-443.
- Kayser R**, Mahlfeld K, John T (2007) Minimalinvasive Chirurgie in der Hüftendoprothetik - Ein funktioneller Gewinn? Manuelle Medizin 45:91-100.
- Kellgren JH**, Lawrence JS (1957) Radiological assessment of osteo-arthrosis. Ann Rheum Dis 16:494-502.
- Kennedy JG**, Rogers WB, Soffe KE, Sullivan RJ, Griffen DG, Sheehan LJ (1998) Effect of acetabular component orientation on recurrent dislocation, pelvic osteolysis, polyethylene wear, and component migration. J Arthroplasty 13:530-534.
- Kennon RE**, Keggi JM, Wetmore RS, Zatorski LE, Huo MH, Keggi KJ (2003) Total hip arthroplasty through a minimally invasive anterior surgical approach. J Bone Joint Surg Am 85-A Suppl 4:39-48.
- Kilian O**, Schnettler R: Primäre Endoprthetik des Hüftgelenkes. In: Krukemeyer MG, Möllenhoff G (Hrsg): Endoprothetik. 1. Auflage. deGruyter, Berlin, 2009, S. 63-85
- Krämer KL**: Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie. Thieme, Stuttgart u.a., 1993, S. 201-202
- Kuropatkin GV**: Traditionelle Zugänge in der Hüftendoprothetik. In: Roth A, Venbrocks R-A (Hrsg): Minimal invasive Hüftendoprothetik. 1. Auflage. Uni-Med Verlag AG, Bremen, 2007, S. 26-29
- Laffosse JM**, Accadbled F, Molinier F, Chiron P, Hocine B, Puget J (2008) Anterolateral mini-invasive versus posterior mini-invasive approach for primary total hip replacement. Comparison of exposure and implant positioning. Arch Orthop Trauma Surg 128:363-369.
- Lang H**, Faller H: Medizinische Psychologie und Soziologie. 1. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1998, S. 6-7
- Langley GB**, Sheppard H (1985) The visual analogue scale: its use in pain measurement. Rheumatol Int 5:145-148.
- Laurence AS** (2000) Serum myoglobin and creatine kinase following surgery. Br J Anaesth 84:763-766.
- Layher F**, Babisch J, Roth A (2007) Biomechanische Einflüsse auf die Veränderung der periprothetischen Knochendichte. Z Orthop Unfall 145:161-168.

Leichtle U, Gosselke N, Wirth CJ, Rudert M (2007) Radiologische Evaluation der Variationsbreite der Pfannenpositionierung bei konventioneller Hüftendoprothesenversorgung. *Röfo* 179:46-52.

Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR (1978) Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 60:217-220.

Little NJ, Busch CA, Gallagher JA, Rorabeck CH, Bourne RB (2009) Acetabular polyethylene wear and acetabular inclination and femoral offset. *Clin Orthop Relat Res* 467:2895-2900.

Mack MJ (2001) Minimally invasive and robotic surgery. *JAMA* 285:568-572.

Mahendra G, Pandit H, Kliskey K, Murray D, Gill HS, Athanasou N (2009) Necrotic and inflammatory changes in metal-on-metal resurfacing hip arthroplasties. *Acta Orthop* 80:653-659.

Mahomed NN, Arndt DC, McGrory BJ, Harris WH (2001) The Harris hip score: comparison of patient self-report with surgeon assessment. *J Arthroplasty*

Matziolis D, Wassilew G, Strube P, Matziolis G, Perka C (2010) Differences in muscle trauma quantifiable in the laboratory between the minimally invasive anterolateral and transgluteal approach. *Arch Orthop Trauma Surg* 131:651-655.

McLaren RH (1973) Prosthetic hip angulation. *Radiology* 107:705-706.

Meneghini RM, Pagnano MW, Trousdale RT, Hozack WJ (2006) Muscle damage during MIS total hip arthroplasty: Smith-Petersen versus posterior approach. *Clin Orthop Relat Res* 453:293-298.

Merx H, Dreinhöfer KE, Günther KP (2007) Sozialmedizinische Bedeutung der Arthrose in Deutschland. *Z Orthop Unfall* 145:421-429.

Mittelmeier H (1964) Gewebereaktionen bei der Allo-Arthroplastik des Hüftgelenkes. *Langenbecks Arch Klin Chir Ver Dtsch Z Chir* 306:163-174.

Moriggl B: Hüftgelenk und Oberschenkel - Funktionelle Anatomie. In: Wirth CJ, Mutschler W (Hrsg): *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag, Stuttgart; New York, 2009, S. 528-531

Morrey BF (1989) Short-stemmed uncemented femoral component for primary hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 249:169-175.

Morrey BF, Adams RA, Kessler M (2000) A conservative femoral replacement for total hip arthroplasty. A prospective study. *J Bone Joint Surg Br* 82:952-958.

Müller M, Tohtz S, Springer I, Dewey M, Perka C (2010) Randomized controlled trial of abductor muscle damage in relation to the surgical approach for primary total hip replacement: minimally invasive anterolateral versus modified direct lateral approach. *Arch Orthop Trauma Surg* 131:179-189.

Murphy SB, Tannast M (2006) Herkömmliche vs. minimal-invasive Hüftendoprothetik. Orthopäde 35:761-768.

Murray DW (1993) The definition and measurement of acetabular orientation. J Bone Joint Surg Br 75:228-232.

Nadzadi ME, Pedersen DR, Callaghan JJ, Brown TD (2002) Effects of acetabular component orientation on dislocation propensity for small-head-size total hip arthroplasty. Clin Biomech 17:32-40.

Nickoloff EL, Alderson PO (2001) Radiation exposures to patients from CT: reality, public perception, and policy. AJR Am J Roentgenol 177:285-287.

Ogonda L, Wilson R, Archbold P, Lawlor M, Humphreys P, O'Brien S, Beverland D (2005) A minimal-incision technique in total hip arthroplasty does not improve early postoperative outcomes. A prospective, randomized, controlled trial. J Bone Joint Surg Am 87:701-710.

Perka C, Heller M, Wilke K, Taylor WR, Haas NP, Zippel H, Duda GN (2005) Surgical approach influences periprosthetic femoral bone density. Clin Orthop Relat Res 432:153-159.

Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B (1983) The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. Pain 17:45-56.

Prokop M (2008) Strahlendosis in der Computertomographie - Risiko und Herausforderung. Radiologe 48:229-242.

Putz R: Untere Extremität. In: Putz R, Pabst R (Hrsg): Sobotta - Atlas der Anatomie des Menschen; Band 2 - Rumpf, Eingeweide, untere Extremität. 21., neubearbeitete Auflage. Urban&Fischer, München; Jena, 2000, S. 262-388

Ranawat CS, Ranawat AS (2003) Minimally invasive total joint arthroplasty: where are we going? J Bone Joint Surg Am 85-A:2070-2071.

Reichelt A: Degenerative Gelenkerkrankungen. In: Reichelt A (Hrsg): Orthopädie. 1. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 1993, S. 163-165

Rittmeister M, Peters A: Der posteriore minimal invasive Zugang für den künstlichen Hüftgelenksersatz. In: Roth A, Venbrocks R-A (Hrsg): Minimal invasive Hüftendoprothetik. 1. Auflage. Uni-Med Verlag AG, Bremen, 2007, S. 26-29

Roth A, Richartz G, Sander K, Sachse A, Fuhrmann R, Wagner A, Venbrocks RA (2005) Verlauf der periprosthetischen Knochendichte nach Hüfttotalendoprothesenimplantation. Orthopäde 34:334-344.

Rothschild JG (1998) What alternatives has minimally invasive surgery provided the surgeon? Arch Surg 133:1156-1159.

Schiebler TH, Schmidt W, Zilles K, Arnold G, Beier HM, Herrmann M, Kaufmann P, Kretschmann HJ, Kühnel W, Steiniger B, Winckler J, van der Zypen J: Becken und untere Extremität. In: Schiebler TH, Schmidt W, Zilles K (Hrsg): Anatomie - Zytologie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie des Menschen. 7., korrigierte Auflage. Springer, Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Budapest; Hong Kong; London; Mailand; Paris; Santa Clara; Singapur; Tokio, 1997, S. 319-383

Schneider M, Kawahara I, Breusch SJ (2006) Modifizierter Hardinge-Zugang mit Kurzinzision. Orthopäde 35:751-760.

Schumann G, Bonora R, Ceriotti F, Clerc-Renaud P, Ferrero CA, Ferard G, Franck PF, Gella FJ, Hoelzel W, Jorgensen PJ, Kanno T, Kessne A, Klauker R, Kristiansen N, Lessinger JM, Linsinger TP, Misaki H, Panteghini M, Pauwels J, Schimmel HG, Vialle A, Weidemann G, Siekmann L (2002) IFCC primary reference procedures for the measurement of catalytic activity concentrations of enzymes at 37 degrees C. Part 2. Reference procedure for the measurement of catalytic concentration of creatine kinase. Clin Chem Lab Med 40:635-642.

Scott J, Huskisson EC (1979) Vertical or horizontal visual analogue scales. Ann Rheum Dis 38:560.

Sculco TP, Jordan LC, Walter WL (2004) Minimally invasive total hip arthroplasty: the Hospital for Special Surgery experience. Orthop Clin North Am 35:137-142.

Shi HY, Mau LW, Chang JK, Wang JW, Chiu HC (2009) Responsiveness of the Harris Hip Score and the SF-36: five years after total hip arthroplasty. Qual Life Res 18:1053-1060.

Söderman P, Malchau H (2001) Is the Harris hip score system useful to study the outcome of total hip replacement? Clin Orthop Relat Res 384:189-197.

Spittlehouse AJ, Smith TW, Eastell R (1998) Bone loss around 2 different types of hip prostheses. J Arthroplasty 13:422-427.

Stein W: Creatinkinase (Gesamtaktivität) Creatinkinase-Isoenzyme und -Varianten. In: Thomas L (Hrsg): Labor und Diagnose - Indikation und Bewertung von Laborbefunden für die medizinische Diagnostik. 7. Aufl.. TH-Books Verlagsgesellschaft, Frankfurt / Main, 2008, S. 89-97

Strecker W, Gebhard F, Rager J, Bruckner UB, Steinbach G, Kinzl L (1999) Early biochemical characterization of soft-tissue trauma and fracture trauma. J Trauma 47:358-364.

Sun Y, Stürmer T, Günther KP, Brenner H (1997) Inzidenz und Prävalenz der Cox- und Gonarthrose in der Allgemeinbevölkerung. Z Orthop Ihre Grenzgeb 135:184-192.

- Thanner J**, Karrholm J, Herberts P, Malchau H (2000) Hydroxyapatite and tricalcium phosphate-coated cups with and without screw fixation: a randomized study of 64 hips. *J Arthroplasty* 15:405-412.
- Thomas,L**: Myoglobin. In: Thomas,L (Hrsg): Labor und Diagnose - Indikation und Bewertung von Laborbefunden für die medizinische Diagnostik. 7. Aufl.. TH-Books Verlagsgesellschaft, Frankfurt / Main, 2008, S. 143-145
- Tiplady B**, Jackson SH, Maskrey VM, Swift CG (1998) Validity and sensitivity of visual analogue scales in young and older healthy subjects. *Age Ageing* 27:63-66.
- Tohtz SW**, Heller MO, Taylor WR, Perka C, Duda GN (2008) Zur Biomechanik der Hüfte - Relevanz der Schafttorsion für Hüftkontaktkraft und Krafteinleitung bei Kurzschaftprothesen. *Orthopäde* 37:923-929.
- Venbrocks R-A**, Roth A, Layher F: Transgluteale Mini-Inzision. In: Roth A, Venbrocks R-A (Hrsg): Minimal invasive Hüftendoprothetik. 1. Auflage. Uni-Med Verlag AG, Bremen, 2007, S. 26-29
- Wamper KE**, Sierevelt IN, Poolman RW, Bhandari M, Haverkamp D (2010) The Harris hip score: Do ceiling effects limit its usefulness in orthopedics? *Acta Orthop* 81:703-707.
- Weiß C**: Basiswissen medizinische Statistik [mit Epidemiologie] ; mit 9 Übersichten. 3., berarb. Aufl. Springer-Medizin-Verl, Heidelberg, 2005, S.194-221
- Wenz JF**, Gurkan I, Jibodh SR (2002) Mini-incision total hip arthroplasty: a comparative assessment of perioperative outcomes. *Orthopedics* 25:1031-1043.
- Wetzel R**, Dorsch M (2006) Der minimal-invasive Zugang zur Implantation der Hüftendoprothese. *Orthopäde* 35:738-743.
- Widmer KH** (2004) A simplified method to determine acetabular cup anteversion from plain radiographs. *J Arthroplasty* 19:387-390.
- Wiles P** (1958) The surgery of the osteoarthritic hip. *Br J Surg* 45:488-497.
- Witvoet J**: Klassifikation der Totalprothesen des Hüftgelenkes. In: Duparc J (Hrsg): Chirurgische Techniken in Orthopädie und Traumatologie - Band 6: Beckenring und Hüfte. 1. Auflage. Urban & Fischer, München, Jena, 2005, S. 211-222
- Wohlrab D**, Hagel A, Hein W (2004) Vorteile der minimalinvasiven Implantation von Hüfttotalendoprothesen in der frühen postoperativen Rehabilitationsphase. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 142:685-690.
- Woolson ST**, Mow CS, Syquia JF, Lannin JV, Schurman DJ (2004) Comparison of primary total hip replacements performed with a standard incision or a mini-incision. *J Bone Joint Surg Am* 86-A:1353-1358.

Wright JM, Crockett HC, Delgado S, Lyman S, Madsen M, Sculco TP (2004) Mini-incision for total hip arthroplasty: a prospective, controlled investigation with 5-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty* 19:538-545.

Wu AH, Perryman MB (1992) Clinical applications of muscle enzymes and proteins. *Curr Opin Rheumatol* 4:815-820.

Yang C, Zhu Q, Han Y, Zhu J, Wang H, Cong R, Zhang D (2010) Minimally-invasive total hip arthroplasty will improve early postoperative outcomes: a prospective, randomized, controlled trial. *Ir J Med Sci* 179:285-290.

Yuan L, Shih C (1999) Dislocation after total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 119:263-266.

8 Thesen

- 1.) Die Coxarthrose stellt eine Erkrankung dar, welche aufgrund der demographischen Entwicklung der Bevölkerung mit zunehmender Häufigkeit auftritt und ein zunehmendes sozialmedizinisches Problem darstellt.
- 2.) Die Indikation zur Implantation einer Endoprothese sollte in Abhängigkeit von Bildung und Leidensdruck des Patienten nach Ausreizen der konservativen Therapie und Erwägung gelenkerhaltender Verfahren gestellt werden.
- 3.) Die klassischen operativen Zugänge zum Hüftgelenk unterliegen stetigem Wandel. Dieses führte zur Entwicklung sogenannter minimalinvasiver Zugänge, für die Weichteilschonung und schnellere Rehabilitation postuliert werden.
- 4.) Aufgrund von Innovationen auf dem Gebiet der Endoprothetik wurden zementfreie Kurzschaftprothesen entwickelt, die eine knochensparende Verankerung im metaphysären Bereich ermöglichen sollen.
- 5.) Der Harris-Hip-Score ist der am weitesten verbreitete Score zur Beurteilung der Coxarthrose und ihrer Folgezustände.
- 6.) Der messbare Anstieg von Creatinkinase und Myoglobin ist abhängig vom Muskeltrauma.
- 7.) In der unmittelbar postoperativen Phase bestehen keine Unterschiede in der Frührehabilitation in Abhängigkeit von minimalinvasivem oder transglutealem Zugangsweg.
- 8.) Vorteile in der Frührehabilitation sind für den minimalinvasiven Zugang nach Watson-Jones 6 und 12 Wochen postoperativ nachzuweisen.
- 9.) Der Vorteil nach minimalinvasivem Hüftgelenksersatz 6 und 12 Wochen postoperativ spiegelt sich vor allem in der gegenüber der transglutealen Implantation gebesserten Funktion wieder.

- 10.) Ein geringgradiger Vorteil besteht 6 Wochen postoperativ in der verbesserten Beweglichkeit des Hüftgelenkes nach minimalinvasiver Implantation der Endoprothese.
- 11.) Hinsichtlich der empfundenen Schmerzen besteht zu keinem Zeitpunkt ein Unterschied in Abhängigkeit vom Zugangsweg.
- 12.) Die Positionierung der Implantate ist unter Verwendung minimalinvasiver Technik vergleichbar mit den Resultaten nach transglutealer Operationsverfahren.
- 13.) Trotz vergleichbarer Resultate deuten Extremwerte in der minimalinvasiven Studiengruppe und in der Literatur beschriebene Komplikationen auf einen hohen operativen Anspruch der minimalinvasiven Technik hin.
- 14.) In Abhängigkeit vom Zugangsweg zeigen sich variable Knochenumbauten in verschiedenen Regionen des Femurs.
- 15.) Aufgrund der Kürze des Beobachtungszeitraumes und der Dauer der Umbauprozesse sind weitere Untersuchungen sowie ein größeres Patientenkollektiv zur Erlangung eines definitiven Ergebnisses notwendig.
- 16.) Der modifizierte minimalinvasive Watson-Jones Zugang sollte aufgrund des operativen Anspruches nach entsprechender Patientenselektion durch erfahrene Operateure ausgeführt werden.
- 17.) Vorteile minimalinvasiver Techniken scheinen kurzfristiger Natur. Ein gutes langfristiges Ergebnis sollte nicht zugunsten dieser vorübergehenden Vorteile geopfert werden.

Lebenslauf

Name, Vorname: Droege, Jan Wilhelm
Adresse: Heinrich-und-Thomas-Mann-Str. 3
06108 Halle (Saale)
Geburtstag und -ort: 08. Juni 1977 in Bielefeld
Konfession: evangelisch
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch

BILDUNGSWEG

1983 - 1987 Grundschole Herford-Elverdissen
1987 - 1996 Marienschule der Ursulinen Bielefeld
10 / 1997 – 06 / 2004 Studium der Humanmedizin an der MLU Halle-Wittenberg
09 / 1999 Ärztliche Vorprüfung
09 / 2000 1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
04 / 2003 2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
06 / 2004 3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung

PRAKTISCHES JAHR

04 / 2003 – 08 / 2003 Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Bergmannstrost, Halle/Saale
(Leitung: Prof. Dr. med. habil. W. Otto)
08 / 2003 – 11 / 2003 Universitätsklinik und Poliklinik für Orthopädie und
Physikalische Medizin, MLU Halle-Wittenberg
(Leitung: Prof. Dr. med. habil. W. Hein)
11 / 2003 – 03 / 2004 Medizinische Klinik, Spital Dornach, Schweiz
(Leitung: Dr. med. A. Koelz)

BERUFLICHER WERDEGANG

10 / 2004 – 09 / 2009 Weiterbildungsassistent
Universitätsklinik und Poliklinik für Orthopädie und
Physikalische Medizin, MLU Halle-Wittenberg
(Leitung: Prof. Dr. med. habil. W. Hein)

Seit 10 / 2009

Weiterbildungsassistent
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
Carl-von-Basedow Klinikum, Merseburg
(Leitung: Dr. med. F. Göbel)

WEITERE TÄTIGKEITEN

07 / 1996 – 07 / 1997

Zivildienst im Mobilen Sozialen Dienst des
Caritasverbandes Bielefeld

10 / 1999 – 02 / 2000

Hilfsassistent im Präparierkurs am Institut für Anatomie
und Zellbiologie, MLU Halle

FREMDSPRACHEN

Englisch, sicher in Wort und Schrift, mit
Fachkundenachweis

INTERESSEN

Webdesign, Konzerte, Auslandsreisen, Geocaching

Halle/Saale, den 24. September 2011

Jan Wilhelm Droege

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich wahrheitsgemäß, die vorliegende Dissertation

Minimalinvasive vs. transgluteale Hüftprothesenimplantation – Ergebnisse einer prospektiv randomisierten Studie

zur Erlangung des akademischen Grades, Doktor der Medizin (Dr. med.) selbstständig,
ohne Hilfe Dritter und nur unter Verwendung der vollständig angegebenen Hilfsmittel
angefertigt zu haben.

Halle/Saale, den 24. September 2011

Jan Wilhelm Droege

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Hiermit erkläre ich wahrheitsgemäß, die vorliegende Dissertation

Minimalinvasive vs. transgluteale Hüftprothesenimplantation – Ergebnisse einer prospektiv randomisierten Studie

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

Es liegt kein weiterer Antrag auf Eröffnung eines Promotionsverfahrens vor.

Halle/Saale, den 24. September 2011

Jan Wilhelm Droege

Danksagung

Prof. Dr. med. habil. W. Hein danke ich für die Überlassung dieses Promotionsthemas und den grundlegenden Anstoß zur Durchführung dieser Studie.

PD Dr. med. habil. D. Wohlrab gebührt Dank für die stets fachkompetente Betreuung der Arbeit und das nötige Quäntchen Motivation, welches zur Vollendung dieser Promotionsschrift führte.

Für die Hilfe beim anfänglichen Studiendesign und dem Bewältigen initialer Hürden möchte ich mich bei Dr. med. Th. Decker bedanken.

Desweiteren danke ich den Patienten, die sich freiwillig zur Teilnahme an der Studie bereitklärten und allesamt ein ausgeprägtes Engagement zeigten. Ohne sie wäre diese Untersuchung nicht möglich gewesen.

Beim Pflegepersonal der Klinik für Orthopädie und Physikalische Medizin des Universitätsklinikums Halle möchte ich mich für die stetige Hilfe in Form von zusätzlichen mitternächtlichen Blutentnahmen, Transportorganisation etc. bedanken.

Dr. med. Bettina Knothe und Dr. phil. Katrin Riedl danke ich für ihre besondere Rolle in der Patientenbetreuung, die Motivation und aufbauende Worte.

Nicht zuletzt danke ich meinen Eltern und Großeltern, die mir die ärztliche Laufbahn erst ermöglichten.