

Aus der Klinik für Chirurgie des Stütz- und Bewegungsapparates
Direktor: Prof. Dr. med. Ch. Jürgens

Vergleich der Implantation eines Hüftgelenkschaftes mit Bipolarkopf nach Schenkelhalsfraktur in konventioneller Technik nach Watson-Jones versus minimal invasiv direkt vorderem Zugang (DAA) in Bezug auf die Frühmobilisationsphase – Eine prospektiv randomisierte Studie

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde der Universität zu Lübeck
Aus der Medizinischen Fakultät

Vorgelegt von
Svenja Renken
aus Bremerhaven

Lübeck, im November 2011

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. M.E. Wenzl

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med H. Halm

Tag der mündlichen Prüfung: 10.07.2012

Zum Druck genehmigt: Lübeck, den 10.07.2012

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach
- Dekan der medizinischen Fakultät -

Erklärung:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Dissertation ohne fremde Hilfe angefertigt und keine anderen als die in der Arbeit beschriebenen Hilfsmittel verwendet habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer Prüfungsbehörde vorgelegt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Fragestellung	2
1.1.1	Hypothese	2
1.1.2	Sekundäre Zielkriterien	2
2	Wissenschaftlicher Stand zu Studienbeginn	2
2.1	Anatomie des Hüftgelenkes	2
2.2	Klassifikationen der Schenkelhalsfraktur (SHF)	5
2.3	Entwicklung der Alloarthroplastik des Hüftgelenkes	7
2.4	Entwicklung minimal-invasiver Zugangswege	12
2.4.1	Posterolateraler Zugang	13
2.4.2	Posteriorer Zugang	14
2.4.3	Anterolateraler Zugang	14
2.4.4	Transglutealer Zugang	15
3	Patienten, Material und Methoden	16
3.1	Patienten	16
3.1.1	Ein-Ausschlußkriterien	18
3.2	Methoden	19
3.2.1	Operative Zugangswege	19
3.2.2	Direkt anteriorer Zugang (DAA)	19
3.2.3	Anterolateraler Zugang nach Watson-Jones (WJA)	21
3.3	Dokumentation	23
3.4	Implantate	23
3.5	Versuchsplan	24
3.6	Schmerztherapie	25
3.7	Beurteilung der Frühmobilisation	26
3.8	Statistik	28
3.8.1	Fallzahlbestimmung	28
3.8.2	Evaluation	28
3.8.3	Statistische Berechnung	29
4	Ergebnisse	29
4.1	Komplikationen im Verlauf des 40 tägigen Studienzeitraumes	31
5	Diskussion	32
5.1	Kritische Würdigung der Stärken und Schwächen der Studie	40
6.	Zusammenfassung	41
6	Verzeichnisse	42
6.1	Tabellenverzeichnis	42
6.2	Abbildungsverzeichnis	43
7	Literaturverzeichnis	44

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ASA	American Society of Anesthesiologists
BMI	Body-Mass-Index
BUKH	Berufs-Unfall-Krankenhaus-Hamburg
cm	Zentimeter
CONSORT	Consolidated Standards of Reporting Trails
CRP	c-Reaktives Protein
DAA	Direkt Anterior Approach
EK	Erythrozytenkonzentrat
HHS	Harris Hip-Score
H-TEP	Hüft-Totalendoprothese
M.	Muskulus
MCH	Mittleres korpuskuläres Hämoglobin
MCHC	Mittlere korpuskuläre Hämoglobin Konzentration
MCV	Mittleres korpuskuläres Volumen
MIS	Minimal Invasive Chirurgie
N.	Nervus
n.s.	nicht signifikant
SHF	Schenkelhalsfraktur
Stdabw.	Standardabweichung
TVT	Tiefe Beinvenen Thrombose
V.	Vena
VAS	Visuelle Analog Skala
WJA	Watson-Jones Approach

Leben ist ein Geschenk der Natur,

Lebensqualität ein Geschenk der Weisheit.

Aristoteles

1 Einleitung

Durch die Zunahme der so genannten „Altersfrakturen“, zu denen ganz wesentlich die proximale Femurfraktur gehört, stehen wir mehr denn je vor der Aufgabe, optimierte Operationsverfahren auch zur Therapie der Schenkelhalsfraktur zu entwickeln. Nach Frerichmann¹ werden, ermittelt durch eine Auswertung von Krankenkassendaten von über 23 Mio. Versicherten aus den Jahren 2002-2004, 48,6% der proximalen Femurfrakturen mit einer Endoprothese und 49,5% osteosynthetisch versorgt. Bei der prothetischen Versorgung wurden aus dem Gesamtkollektiv in 33% eine Duokopfprothese und in 15,6% eine Totalendoprothese implantiert. Es ist von einer Zunahme der Inzidenz der proximalen Femurfraktur in der Altersgruppe ≥ 85 Jahren von 74% bis zum Jahre 2020 und von 351% bis zum Jahre 2050 zu rechnen. Im selben Untersuchungszeitraum lag die akute Krankenhausmortalität in der Altersgruppe unter 64 Jahren bei 2,1% und stieg bei den über 85-jährigen auf 8,6% an. Die Zunahme der Letalität mit dem Alter kann durch zusätzliche kardiologische, neurologische, endokrinologische sowie pulmonale Begleiterkrankungen und daraus resultierenden häufigeren intra- und postoperativen Komplikationen erklärt werden. Es ist weiterhin davon auszugehen, dass ca. 20-30% der Patienten innerhalb der ersten 6-12 Monate nach Fraktur versterben¹.

Die Letalität ist im Vergleich zu Personen ohne frisches hüftgelenksnahes Frakturereignis mit ähnlicher Komorbidität um das 7-15fache erhöht². Die Immobilisationsphase beim alten Menschen führt zu Komplikationen wie pulmonale Infekte, Dekubitus, tiefe Beinvenenthrombose, Embolie und Kraftverlust. Unser Selbstverständnis sagt uns, den geriatrischen Patienten mit vorbestehend deutlich eingeschränkter Gehstrecke und reduzierter Lebenserwartung möglichst zeitnah schonend zu versorgen und die Zeit der Immobilisation möglichst kurz zu halten.

Im Licht der intensiven Diskussion um die Minimal invasive Chirurgie in allen operativen Fachgebieten stellt sich die Frage inwieweit ein minimal invasiver Zugang zum Hüftgelenk wie der Direkt anteriore Zugang (DAA) über die postulierte Weichteilschonung einen positiven Effekt auf die Frühmobilisationsphase auch bei den geriatrischen Patienten hat.

1.1 Fragestellung

1.1.1 Hypothese

Geriatrische Patienten mit Schenkelhalsfraktur können schneller mobilisiert werden und ihre ursprüngliche Lebensqualität zurückgewinnen, wenn Ihre Verletzung mittels des DAA Zuganges anstatt eines konventionellen Zuganges (WJA) versorgt wird.

1.1.2 Sekundäre Zielkriterien

- Nachweis der Reduktion des muskulären Traumas durch Bestimmung der Myoglobinwerte
- Vergleich des Blutverlustes durch Zählung der benötigten Erythrozytenkonzentrate
- Vergleich der Schmerzen, bestimmt mit der visuellen Analogskala (VAS)
- Vergleich der Komplikationen

2 Wissenschaftlicher Stand zu Studienbeginn

2.1 Anatomie des Hüftgelenkes

Das Hüftgelenk des Erwachsenen wird durch die knöchernen Strukturen der halbkugelförmigen Hüftpfanne, dem Acetabulum und dem etwas kleineren kugelförmigen Oberschenkelkopf gebildet. Femoral und acetabulär befindet sich eine hyaline Gelenkknorpelschicht, die in Verbindung mit der Gelenkflüssigkeit eine reibungsarme Bewegung ermöglicht. Zwischen Fossa acetabuli und der gegenüberliegenden Grube am Hüftkopf findet das Ligamentum capitis femoris seinen Ursprung und Ansatz. Entgegen anders lautender, weit verbreiteter Meinung dient die, im Ligament verlaufende, Arteria capitis femoris auch bis ins hohe Lebensalter der Ernährung des Hüftkopfes³. Den größten Anteil der Blutversorgung übernehmen jedoch die Äste der Arteria circumflexa femoris medialis (Abbildung 1).

Auf dem knöchernen Rand der Hüftgelenkspfanne und dem Ligamentum transversum befindet sich das mit diesem fest verwachsene Labrum acetabulare (Gelenkklippe) welches den Äquator des Hüftkopfes umschließt. Die derbe

Gelenkkapsel setzt zirkulär am Außenrand der Basis der Gelenkklippe und am Ligamentum transversum acetabuli an und bedeckt ventral den Schenkelhals vollständig bis zur Linea intertrochanterica. Dorsal setzt die Gelenkkapsel nur an den beiden medialen Drittel des Schenkelhalses an, so dass Trochanter major und Trochanter minor sowie Crista intertrochanterica und Fossa trochanterica mit den Ansätzen der Außenrotatoren extraartikulär liegen. In die Gelenkkapsel einstrahlend sorgen die Ligamenta iliofemorale, ischiofemorale und pubofemorale für eine feste und luxationssichere Führung. Die Zona orbicularis verspannt Kapsel und Bänder an der schmalsten Stelle des Schenkelhalses miteinander, wobei der Faserverlauf ringförmig um den Schenkelhals herum angelegt ist. Die Neigung der Eingangsebene der Hüftpfanne beträgt zwischen 40 und 45°. Die Vorneigung, gemessen an der Sagittalebene beträgt ca. 12°. Die Achse des Schenkelhalses neigt sich gegenüber der Oberschenkellängsachse um 50-55° auf einen Caput-Collum–Diaphysen-Winkel (CCD-Winkel) von 125-130° nach innen und gegenüber der transversalen Femurkondylenachse um 10-15° nach vorn.

Die, das Hüftgelenk umgebende Muskulatur wird in zwei Gruppen zusammengefasst. Die eine Gruppe wird durch die dorsale Muskulatur gebildet, die andere Gruppe besteht aus den ventralen Muskeln sowie der Adduktoren.

Die dorsale Gruppe ist wiederum in zwei Untergruppen gegliedert. Die vordere Gruppe bilden die Mm. psoas major und minor sowie der M. iliacus. Gemeinsam setzen diese Muskeln am Trochanter minor an und bilden die stärksten Beuger des Hüftgelenkes. Die hintere Gruppe der dorsalen Muskeln bilden die Mm. piriformis, gluteus minimus, gluteus medius und gluteus maximus. Gemeinsam führen sie eine Außenrotations-, Flexions- und Abduktionsbewegung durch. Der M. tensor fasciae latae unterstützt die Beugung, Innenrotation und Abduktion im Hüftgelenk, zusätzlich wirkt er als Spanner des Tractus iliotibiale und unterstützt somit das Bogen- Sehnenprinzip des Oberschenkels.

Zu den ventralen Hüftmuskeln zählen die Mm. obturatorii internus und externus, die Mm. gemelli superior und inferior, der quadratus femoris und die Adduktorengruppe mit den Mm. pectineus, gracilis, adductorii longus und brevis, magnus und minus.

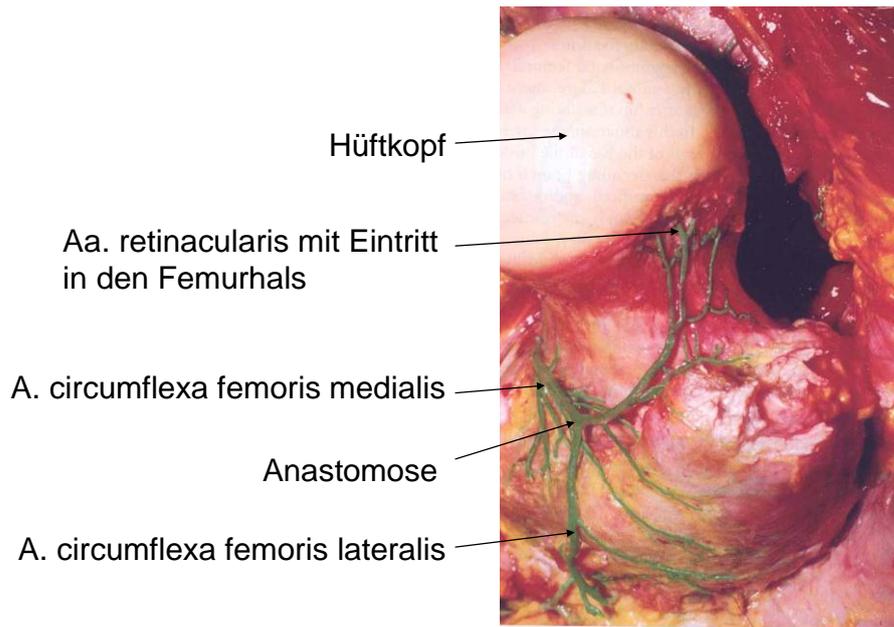


Abbildung 1: Arterielle Versorgung von Hüftkopf und Schenkelhals
Quelle: BUKH Archiv

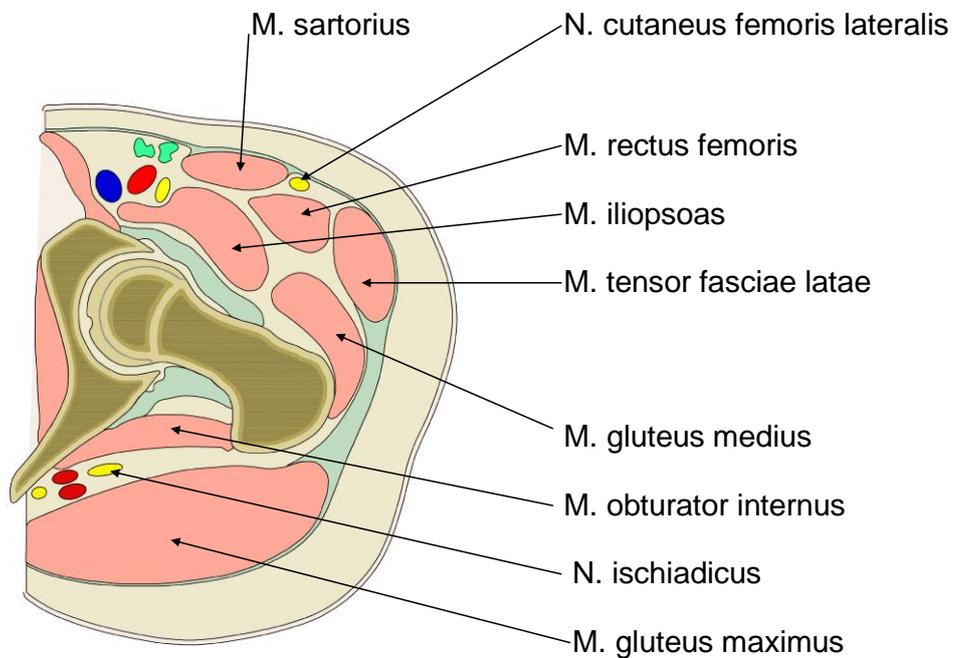


Abbildung 2: Anatomische Übersicht der Hüftgelenksregion

2.2 Klassifikationen der Schenkelhalsfraktur (SHF)

Die am häufigsten eingesetzten Klassifikationen sind die von Pauwels^{4,5} und Garden⁶ sowie die Klassifikation des Arbeitskreises für Osteosynthesefragen (AO). Neben den lateralen und intermediären Frakturen stellen die medialen Schenkelhalsfrakturen mit einem Anteil von 86% den größten Anteil dar. In Abhängigkeit vom Unfallmechanismus werden Abduktionsfrakturen von Adduktionsfrakturen und Abscherfrakturen unterschieden. Die durch Hypervalgisation entstehende Abduktionsfraktur weist häufig eine nahezu horizontale Frakturlinie auf, dieser Frakturtyp kann oft als stabil angesehen werden. Ein häufiger Unfallmechanismus mit vermehrter Krafteinleitung auf den Hüftkopf ist der Sturz auf die Seite bei adduziertem Bein. Die somit entstandene Frakturlinie ist im Verlauf eher senkrecht, ein Abgleiten des Hüftkopfes nach distal ist häufig. In der Maximalvariante verlieren Schenkelhals und Hüftkopf den Kontakt zueinander⁷. Nach dem Verlauf dieser Frakturlinien orientiert sich die Einteilung nach Pauwels.

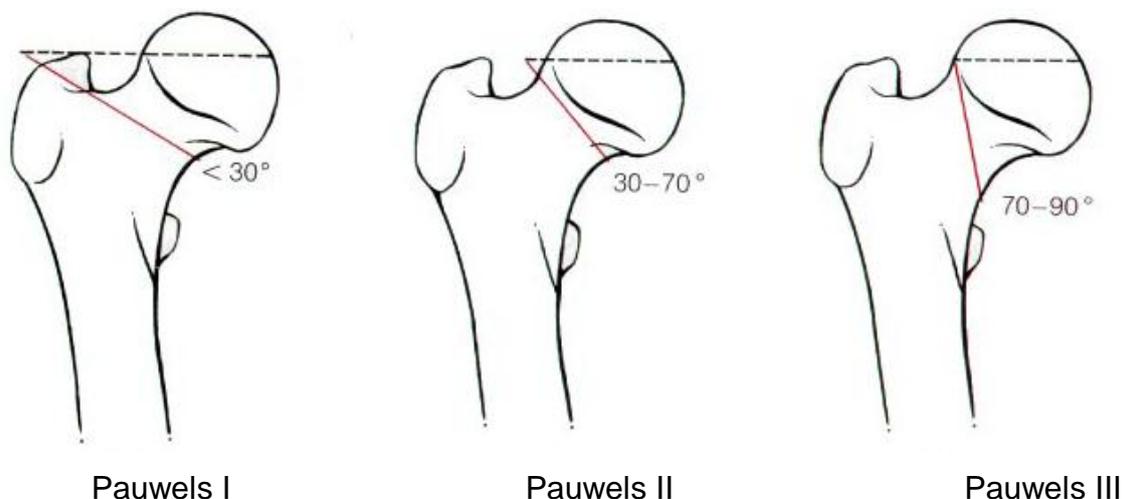


Abbildung 3: Pauwels Klassifikation aus (4,5)

- Pauwels I: Die Frakturlinie bildet zur Horizontalen einen Winkel von weniger als 30 ° (somit einer Abduktionsfraktur in Valgusfehlstellung entsprechend).
- Pauwels II: Frakturlinie mit einem Winkel zwischen 30 und 70 ° (somit einer Adduktionsfraktur mit Varusfehlstellung entsprechend).
- Pauwels III: Frakturlinie mit einem Winkel steiler als 70° (somit einer Abscherfraktur entsprechend).

Während die Pauwels-Klassifikation eine Aussage zur möglichen sekundären Dislokation erlaubt, lässt sich aus der Klassifikation nach Garden eher das Risiko der Hüftkopfnekrose ableiten. Es werden vier Typen eingeteilt, wobei sich die Klassifikation nach dem klinischen und radiologischen Dislokationsgrad richtet.

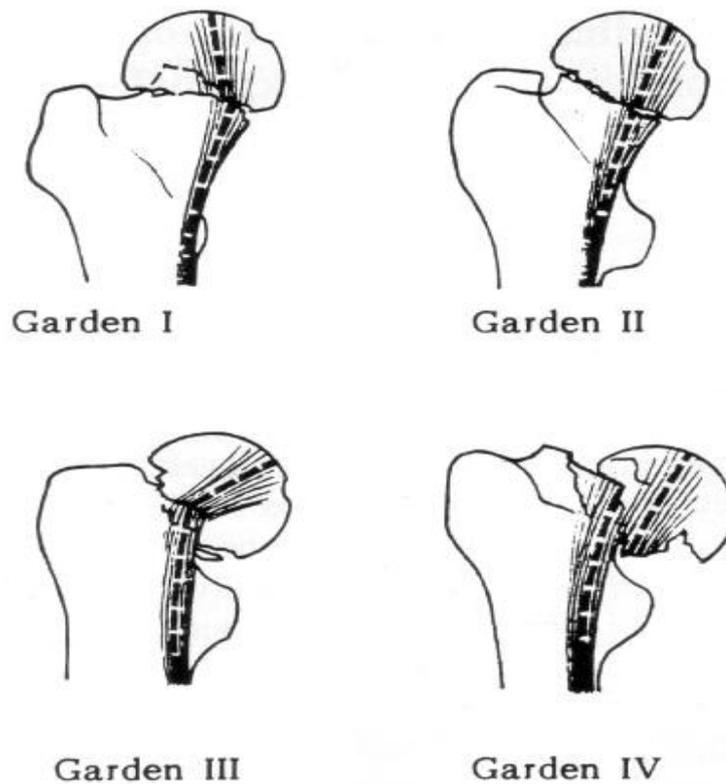


Abbildung 4: Garden Klassifikation aus (6)

- **Garden I:** Inkomplette Fraktur, impaktiert, diese entspricht einer eingekleiteten valgisierten Fraktur, die Kopftrabekel sind aufgerichtet (Häufigkeit ca. 12 %).
- **Garden II:** Vollständige Fraktur ohne Dislokation, nicht impaktiert, die Kopftrabekel sind unterbrochen ohne Abwinkelung (Häufigkeit ca. 20%).
- **Garden III:** Vollständige Fraktur mit teilweiser Dislokation, Trabekel medial noch in Kontakt (Häufigkeit ca. 48 %).
- **Garden IV:** Vollständige Fraktur mit vollständiger Verschiebung, kein Kontakt der Bruchflächen, somit Kopfsegment ohne Kontakt mit dem Schenkelhals (Häufigkeit ca. 20 %).

Bei der AO Klassifikation wird das proximale Femur mit 3.1 klassifiziert, die weitere Einteilung erfolgt in B₁ bis B₃.

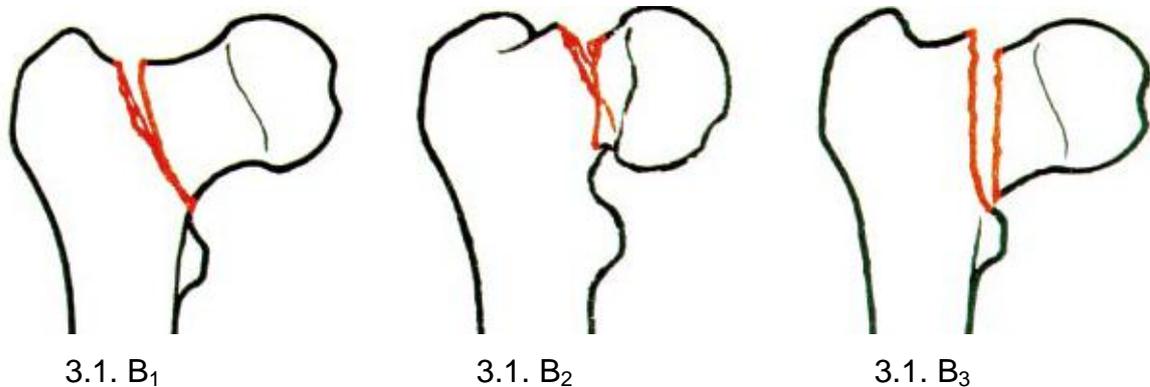


Abbildung 5: Klassifikation nach AO

2.3 Entwicklung der Alloarthroplastik des Hüftgelenkes

Pioniere des operativen Ersatzes des Hüftgelenks entwickelten bereits im 19. Jahrhundert Operationstechniken, die sich allerdings zunächst auf Interpositionen von Fascien-, Muskel- und Bindegewebe in den zerstörten Gelenkspalt beschränkten⁸.

Als Protagonist auf dem Gebiet der künstlichen Gelenke ist der Chirurg **Themistokles Gluck** (1853 -1942) anzusehen (Abbildung 6). Der Langenbeck-Schüler konstruierte um 1891 künstliche Kniegelenke (Abbildung 6) und Hüftgelenke aus Elfenbein und Nickelstahl und implantierte sie in Patienten mit tuberkulöser Gelenkdestruktion^{9,10}.

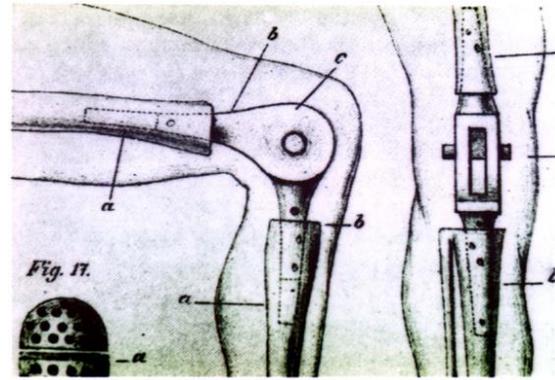


Abbildung 6: links Themistokles Gluck (1853 -1942), rechts eine von Ihm gefertigte Konstruktionszeichnung eines künstlichen Kniegelenkes (BUKH Archiv)

Gluck bedachte hierbei auch Aspekte wie modularen Prothesenaufbau, Fixierung mittels Knochenzement, Stressumbau und Biokompatibilität. Da die Mehrzahl seiner Patienten an tuberkulöser Gelenkdestruktion litt, war der Erfolg nur von kurzer Dauer. Aufgrund von Infektionen, fehlender biokompatibler Implantate sowie dem Fehlen einer antibiotischen Behandlung scheiterten diese ersten Versuche¹¹. Gluck selbst erklärte die Methode des künstlichen Gelenkersatzes deshalb später für gescheitert, seine Entwicklungen gerieten für lange Zeit in Vergessenheit.

Im Jahre 1923 führte der Amerikaner **Smith-Petersen**¹² seine erste Hemiendoprothese des Hüftgelenkes durch.

Mitte der 1930er Jahre folgten die nächsten ernsthaften Versuche im Bereich der Hüftendoprothetik. Der britische Chirurg **Philip Wiles** versuchte die Herstellung einer Prothese aus Metall¹³ und Smith-Petersen konstruierte eine Schale aus Kobalt-Chrom zum Oberflächenersatz des Hüftgelenkes^{14, 15}. Da dieser Oberflächenersatz sich sehr instabil verhielt, entwickelten die Franzosen **Judet** und **Judet** eine Acryl-Prothese, welche die erkrankten Anteile des Hüftkopfes ersetzte und im Schenkelhals fixiert wurde^{16,17,18,19} (Abbildung 7, Abbildung 8).

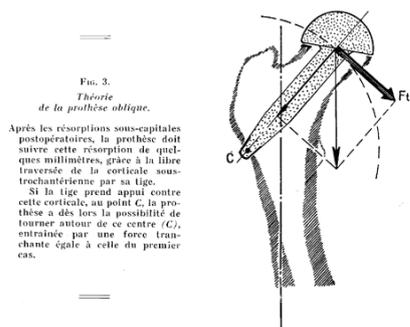


Abbildung 7: Konstruktionszeichnung der Brüder Judet (BUKH Archiv)



Abbildung 8: Judets Acryl-Prothese (BUKH Archiv)

Unabhängig voneinander entwickelten Mitte der 1950er Jahre Austin-Moore^{20,21} sowie Thompson^{22,23} eine Hemiprothese zum Ersatz des koxalen Femurendes (Abbildung 9), welche auch heutzutage in einigen Teilen der Welt zur Behandlung von Schenkelhalsfrakturen eingesetzt werden.



Abbildung 9: Austin-Moore Prothesen in verschiedenen Größen (BUKH Archiv)

Durch unzureichende Verklebung des Prothesenschaftes kam es langfristig zur Lockerung der Implantate und zur Notwendigkeit der Explantation auf Grund ausgeprägter Schmerzsymptomatik. Pfannenseitig führte die Rauigkeit der verhältnismäßig schlecht polierten Metallköpfe zur Protrusio acetabuli²⁴, dem Einwandern des Metallkopfes in das kleine Becken.

Der Durchbruch in der Alloarthroplastik des Hüftgelenkes fand 1960 statt, in Form eines völlig neuen Prothesenkonzeptes, das von **Sir John Charnley** entwickelt worden war²⁵ (Abbildung 10). Er hatte im Jahr 1959 das Urmodell aller modernen Hüft- Endoprothesen entwickelt.

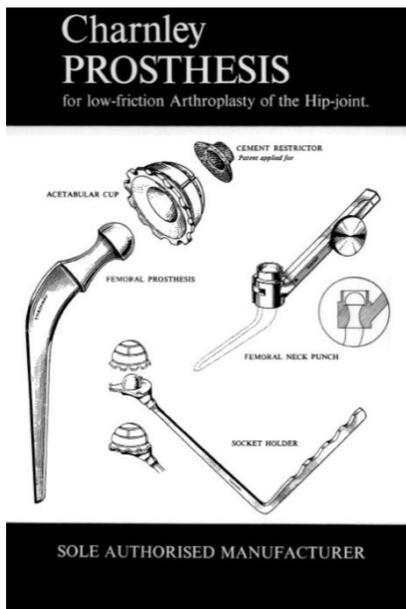


Abbildung 10: Charnley Prothese, 1959 wurde durch Sir John Charnley das Urmodell aller modernen Hüft-Endoprothesen entwickelt. (BUKH Archiv)

Zum einen wurde der Lockerungsproblematik durch die Verwendung kleinerer Prothesenköpfe in Kombination mit Kunststoffhüftgelenksschalen begegnet, zum anderen zur Verankerung der Prothesen-Komponenten, wie zuvor in der Veterinärmedizin (1939) gebräuchlich, das schnell härtende Acrylharz Polymethylmetacrylat (PMMA) verwendet²⁵. Die Standzeiten konnten so deutlich verbessert werden. Bei Auslockerung des Zementmantels fanden sich häufig ausgedehnte Osteolysen. Hierfür wurde eine Fremdkörperreaktion, ausgehend vom Abrieb des PMMA verantwortlich gemacht²⁶. Auf der Suche nach längeren Standzeiten der Implantate wurden zunehmend Titanlegierungen, zum Teil beschichtet mit Hydroxylapatit implantiert. Diese sollten knöchern einheilen. Bekannte Vertreter dieser neuen Generation sind der diaphysär verankerte Zweymüller-Schaft, der methaphysär-diaphysär verankerte Spotorne-Schaft sowie der methaphysär verankerte ABG II Schaft²⁷. Auch bei der Implantation der Hüftpfanne setzten sich zementfrei eingebrachte, durch knöcherne Einheilung verankerte Systeme durch. Die oberflächlich aufgeraute Metallpfanne wird nach dem „Pressfit-Prinzip“ eingeschlagen²⁸.

Folgt man den Zahlen des schwedischen Hüftregisters, das weltweit die größte Zahl zentral gesammelter Daten von Hüftgelenkoperationen vorzuweisen hat, ist diese Art der acetabulären Verankerung die derzeit haltbarste²⁹. Neben dem

Totalersatz des Hüftgelenkes hat sich die Implantation des femoralen Hüftgelenkteils als unipolare oder bipolare Kopfprothese (Duokopf) etabliert. Neben den Vorteilen der kürzeren OP-Zeit, dem geringeren Blutverlust und der geringeren Luxationsrate³⁰ muss allerdings gerade bei aktiven Patienten ein höheres Risiko der Protrusion der Duokopfprothese in das kleine Becken als bei der Totalendoprothese in Kauf genommen werden³¹.

Neben der Entwicklung verschiedener Materialien und Verankerungsprinzipien wurden auch die Zugangswege verändert. Im ausklingenden zwanzigsten Jahrhundert wurden zunehmend minimal invasive Operationsverfahren zur Implantation einer Hüftendoprothese beschrieben.

Ziel war die Reduktion des Gewebeschadens, eine Verminderung des Blutverlustes sowie von Schmerzen und der Erhalt der Propriozeption. Gemeinsames Ziel all dieser Verfahren ist der noch schnellere Beginn der Rehabilitation und eine Verkürzung des Krankenhausaufenthaltes³².

2.4 Entwicklung minimal-invasiver Zugangswege

Alle „minimal-invasiven“ Zugänge zum Hüftgelenk basieren auf bereits etablierten Operationsverfahren und stellen somit Varianten bekannter Zugangswege dar.

Anatomisch Klassifikation	Anatomisch Beschreibung	Klassische Autoren	Autoren der Zugangs- modifikation
Posterior	Split des M. gluteus maximus	Kocher ³³ , Langenbeck ³⁴	Wenz ³⁵ , Sculco ⁵³ , Nakamura ⁵⁴
Posterolateral	Intervall zwischen M. gluteus maximus und Fascia lata	Marcy ³⁶ , Fletcher ³⁷	Goldstein ³²
Transgluteal	Längsdurchtrennung des M. gluteus medius	Bauer ⁵⁷ , Hardinge ³⁸ , Learmonth ³⁹	Berger ⁴⁰ , Higuchi ⁴¹ Schneider ⁵⁸
Anterolateral	Intervall zwischen M. gluteus medius und M. tensor fasciae latae	Watson-Jones ⁴²	Röttinger ⁴³ , Jerosch ⁴⁴
Anterior	Intervall zwischen M. tensor fasciae latae und M. sartorius	Smith-Peterson ⁴⁵ , Hüter ⁴⁶ , Judet ⁴⁷	Keggi ⁴⁸ , Matta ⁴⁹ , Rachbauer ⁷⁴
Mehrinzision	Zwei oder mehr separate Zugangswege zum Hüftgelenk		Irving ⁵⁶ , Berger ⁵⁰ , Wetzel ⁵¹

Tabelle 1: Zugänge nach anatomischer Klassifikation

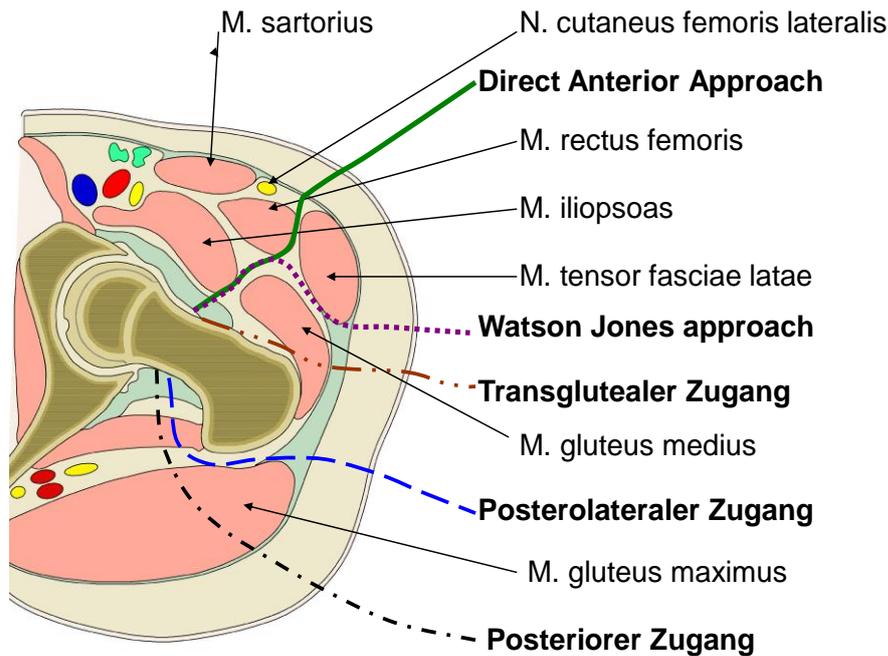


Abbildung 11: Zugangswege zum Hüftgelenk im axialen Schnitt

2.4.1 Posterolateraler Zugang

Der Zugang zum Hüftgelenk zwischen dem Vorderrand des M. gluteus maximus und dem Hinterrand der Fascia lata und in der Tiefe dem M. gluteus medius⁵² erfolgt in Seitenlage.

Die Hautinzision erfolgt bogenförmig, beginnend an der Oberschenkelaußenseite über der Trochanter Spitze, nach craniodorsal. Nach Durchtrennung der Subkutis und des Hinterrands der Fascia lata wird in der Tiefe im Intervall zwischen M. gluteus medius und M. gluteus maximus in die Tiefe präpariert. In maximaler Innenrotation werden die kurzen Außenrotatorenhäuten durchtrennt. Zur Verhinderung einer Verletzung der A. und V. circumflexa femoris lateralis wird einen Zentimeter vom Ursprung entfernt inzidiert. (Abbildung 11). Hierbei dient der Ansatz des M. piriformis als anatomische Leitstruktur. Der N. ischiadicus ist aufgrund seiner anatomischen Nähe besonders gefährdet, seiner Schonung gilt ein besonderes Augenmerk. Er verläuft unter dem M. piriformis und oberhalb der weiteren Außenrotatoren. Es werden die Außenrotatoren nach dorsal und die Mm. gluteus medius und minimus nach ventral weggehalten. Durch eine T-förmige Inzision der Hüftgelenkscapsel können intrakapsuläre Retraktoren eingebracht werden.

Dieser Zugang wird in den USA zum endoprothetischen Gelenkersatz am häufigsten angewandt.

Der posterolaterale Zugang kann entlang der Linea aspera nach distal bis zum Kniegelenk erweitert werden. Vorteil dieses Zugangs ist die gute Exposition des proximalen Femurs. Damit ist dieser Zugang insbesondere bei der Wechselendoprothetik vorteilhaft. Nachteilig sind die höhere postoperative Luxationsquote und die bei den klassischen Zugängen größere Hautinzision⁵³.

2.4.2 Posteriorer Zugang

Der Zugang zum Hüftgelenk erfolgt durch Spaltung der Fasern des M. gluteus maximus (Abbildung 11).

Das operative Vorgehen ist nahezu analog der Präparation des posterolateralen Zugangs. Anstatt im Intervall zwischen M. gluteus medius und M. gluteus maximus einzugehen, wird der M. gluteus maximus in Faserrichtung gespalten⁵⁴.

Der posteriore Zugang und der posterolaterale Zugang haben beim endoprothetischen Hüftgelenkersatz eine höhere Luxationsquote im Vergleich zu anderen Zugängen. Ein weit proximaler Split des M. gluteus maximus kann den N. gluteus inferior gefährden⁵⁵.

Bei minimal invasiven Varianten wird der posteriore Zugang häufiger als der posterolaterale Zugang verwandt, weil die femorale Präparation in direkter Linie möglich ist. Weitere Varianten stellen die Zwei- und Mehr-Inzisionstechniken dar. Hier wird ein ventraler Zugang zur Präparation der Hüftgelenkspfanne mit einem posterioren Minizugang zur femoralen Präparation kombiniert⁵⁶.

2.4.3 Anterolateraler Zugang

Bei der minimal invasiven Modifikation des Watson-Jones Zuganges ist die Hautinzision beim Erwachsenen minimal, ca. 6–7 cm lang. Bei muskelkräftigen Männern ist ein etwas größerer Schnitt sinnvoll. Bei der Operation in Seitenlage nach Röttinger⁴³ erfolgt die Schnitfführung proximal etwas mehr ventralseitig. Durch entsprechende Auslagerungstechniken ist die Hüftexposition ohne Muskelablösung durchführbar (s. 3.2.3)

2.4.4 Transglutealer Zugang

Die Exposition des Hüftgelenkes durch ein transmuskuläres Vorgehen wurde wesentlich durch Bauer⁵⁷ geprägt. Dieser Zugang wird am häufigsten zum endoprothetischen Gelenkersatz verwandt. Ein wesentlicher Vorteil ist die gute Übersicht auf das Acetabulum und den Schenkelhals. Nach einem Längsschnitt durch die Fascia lata wird der darunter liegende M. gluteus medius im Verbund mit dem M. vastus lateralis jeweils in ihrem vorderen Drittel im Faserverlauf gespalten. Hierdurch gelingt die Exposition der Hüftgelenkkapsel.

Die Rückenlagerung mit fakultativer Kissenunterlagerung des Beckens ermöglicht die beste Übersicht. Zur Orientierung dient der Trochanter major, über dem eine gerade Schnitfführung in Körperlängsrichtung erfolgt. Die Subkutis sowie die Fascia lata werden wie beim anterolateralen Zugang in gleicher Ausrichtung wie die Hautinzision durchtrennt. Die Mm. gluteus medius sowie vastus lateralis werden in ihrem vorderen Drittel im Faserverlauf gespalten. Dabei wird das periostale Gewebe zwischen den Muskeln am Trochanter in einer Schicht zusammenhängend abgelöst. Der ventrale Anteil der abgelösten Muskulatur wird nach medial weggehalten und somit die Gelenkkapsel exponiert. Durch Setzen von Retraktoren proximal und distal um den Schenkelhals, sowie eines weiteren Retraktors auf der Kapsel um den ventralen Pfannenrand, kann die Kapselinzision T-förmig erfolgen. Die Modifikation zum minimal invasiven Verfahren werden vor allem durch Schneider⁵⁸ und Berger⁵⁹ beschrieben.

3 Patienten, Material und Methoden

3.1 Patienten

Es wurden, nach Einholung eines positiven Votums durch die Ethikkommission des UKSH - Campus Lübeck (Votum 06-156), prospektiv randomisiert zwei Patientengruppen gebildet die, aufeinander folgend entsprechend ihrer Zuordnung zur Implantation eines Hüftgelenkschaftes mit Bipolarkopf entweder minimal invasiv über den direkt vorderen Zugang (DAA) oder konventionell über den anterolateralen Zugang nach Watson-Jones (WJA) operiert wurden.

Die Operationen fallen auf das Jahr 2008 und 2009. Die demographischen Daten sind der Tabelle 2 zu entnehmen. In der DAA Gruppe wurden 30 Patienten und in der WJA Gruppe 27 Patienten ausgewertet.

Praeoperativ wurden BMI, Alter, Geschlechtsverteilung, Hämoglobinwert, ASA⁶⁰ und Four Item Barthel Index ausgewertet. Angegeben ist das Signifikanzniveau zwischen den Gruppen, berechnet mit dem Mann-Whitney-U-Test.

Bezüglich der Demographischen Daten konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Auch bei der Auswertung des Body-Mass-Index, des Schmerzes, abgebildet durch die VAS Skala sowie der ASA Klassifikation unterschieden sich die Kohorten nicht signifikant (Tabelle 2). Von den 30 Patienten der DAA Gruppe weisen 27 eine Hüftgelenksarthrose auf, in der WJA Gruppe waren es 21 der 27 zur Auswertung gekommenen Patienten. Bei drei Patienten der WJA Gruppe fand sich eine Hüftgelenksdysplasie.

BMI	Minimum	Median	Maximum	Stdabw.	Signifikanzniveau
DAA	23	26	27	1,4	
WJA	17,3	21,5	27	2,6	n.s.
Alter	Minimum	Median	Maximum	Stdabw.	Signifikanzniveau
DAA	70	84	94	5,8	
WJA	71	87,5	96	7,0	n.s.
Geschlechtsverteilung	weiblich	männlich			Signifikanzniveau
DAA	26	4			
WJA	24	3			n.s.
Hämoglobin g/l präop.	Minimum	Median	Maximum	Stdabw.	Signifikanzniveau
DAA	98,0	127,5	150,0	13,4	
WJA	89,0	126,0	159,0	16,8	n.s.
ASA⁶⁰	Mittelwert			Stdabw.	Signifikanz-Niveau
DAA	2,8			0,6	
WJA	2,86			0,9	n.s.
Four-item Barthel Prael Fraktur	Minimum	Median	Maximum	Stdabw.	Signifikanz-Niveau
DAA	5	42,5	50	13,9	
WJA	25	40	50	7,4	n.s.

Tabelle 2: Demographische Daten und OP-Risikoabschätzung

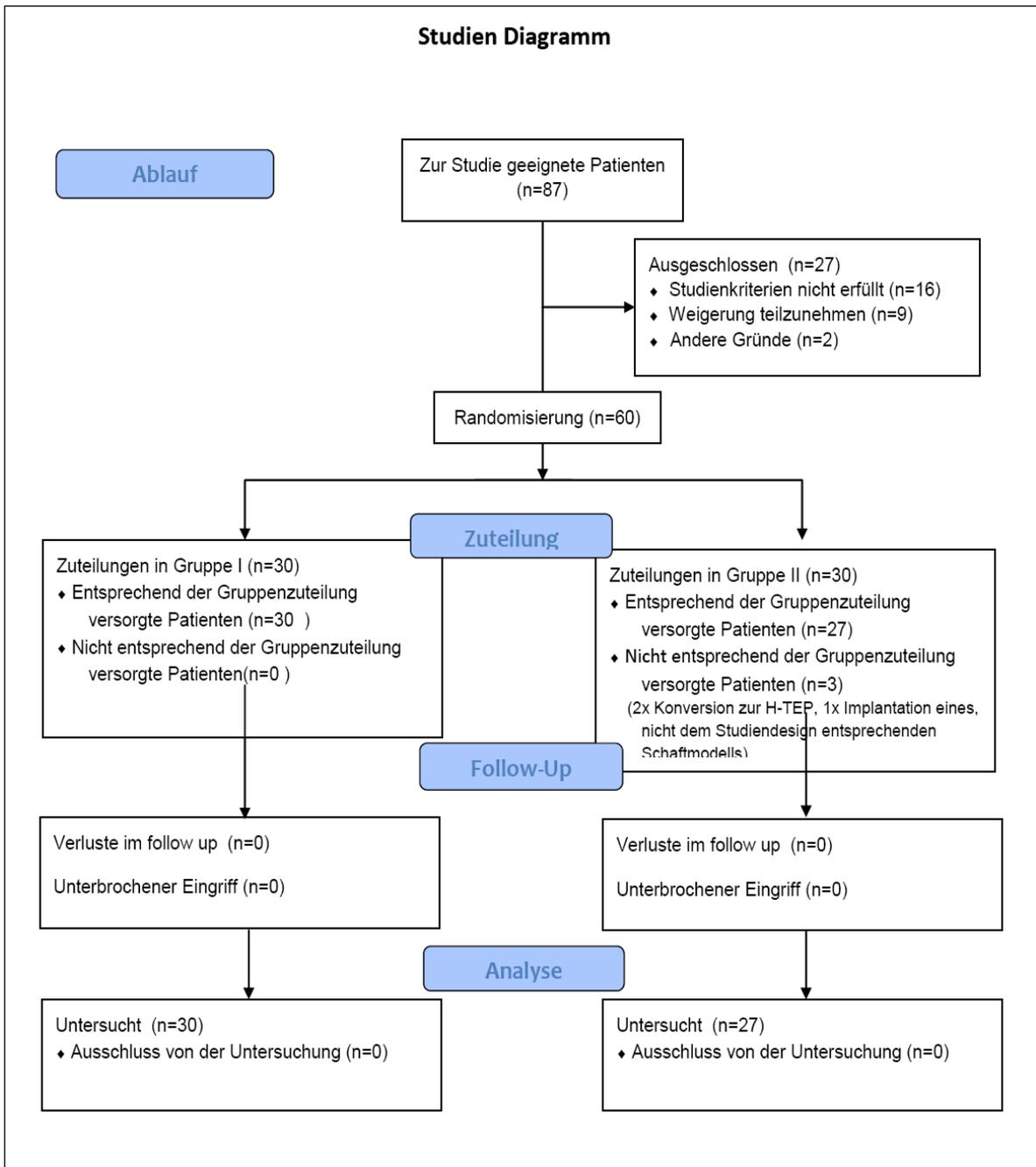


Tabelle 3: Studien Diagramm entsprechend den CONSORT-Kriterien⁶¹

3.1.1 Ein-Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien waren die Indikation zur Implantation einer Duokopfprothese bei Schenkelhalsfraktur, ein Alter über 60 Jahre, die Bereitschaft an der Studie teilzunehmen, sowie das Vorliegen einer schriftlichen Einverständniserklärung ggf. durch den gesetzlichen Betreuer.

Ausschlusskriterien waren aktive oder vermutete Infektionen (systemisch oder lokal), Infekt Anamnese im betroffenen Gelenk, Tumorerkrankung in Behandlung, Rheumatoide Arthritis oder andere entzündlichen Erkrankungen des Hüftgelenkes, neurosensorische oder neuromotorische Defizite, die das Wohlbefinden des Patienten oder das Ergebnis der Studie beeinflussen, Hauterkrankungen mit erhöhtem Infektionsrisiko im Operationsgebiet (z.B. Intertrigo).

3.2 Methoden

3.2.1 Operative Zugangswege

Insgesamt wurden drei Operateure mit Facharztstatus vor Studienbeginn in die Technik des DAA Zuganges zunächst im Kadaverkurs, dann durch 20 Operationen eingearbeitet.

Der Zugang nach Watson-Jones war allen drei Operateuren vertraut und wurde sicher beherrscht.

3.2.2 Direkt anteriorer Zugang (DAA)

Beim minimal invasiv direkt vorderen Zugang wird der Patient in Rückenlage gebracht und der Arm der betroffenen Seite hoch gelagert. Der Hautschnitt beginnt ca. 2-3 cm unterhalb und lateral der Spina iliaca anterior superior entlang des medialen Randes des M. tensor fasciae latae. Zwischen dem M. rectus femoris medial und dem M. tensor fasciae latae lateral wird stumpf eingegangen und die vordere Gelenkkapsel dargestellt, die A. circumflexa femoris lateralis wird mit ihren Begleitvenen koaguliert und durchtrennt.

Durch eine H - förmige Inzision und folgender Resektion der vorderen Gelenkkapsel kann eine gute Übersicht des Schenkelhalses erzielt werden.

Je nach Frakturlokalisierung wird der Schenkelhals einfach oder doppelt osteotomiert, um die Resektion des Kopfes zu erleichtern. Die femurnahe Resektion wird in 45° von der Trochanter major Spitze in ventro - dorsaler Richtung zur Beinachse positioniert. Nach Bergen des Hüftkopfes mit dem T - Extraktor kann es nötig sein, verbliebene Anteile der vorderen Gelenkkapsel am Pfannenrand zu reseziieren. Das Acetabulum wird mit einer Tamponade geschützt. Die Präparation des Femurschaftes erfolgt durch Außenrotation und Adduktion, ggf. Inzision noch anheftender Gelenkkapselanteile kranial und medio - dorsal des

Trochanter major. Ein am Calcar femorale platzierter Einzinkerhaken ermöglicht das Vorluxieren des Femurschaftes. Die Position wird mit einem zweispitzigen Retraktor, eingesetzt am Trochanter major, gehalten. Der Markraum kann mit Spezialraffeln an einem doppelt kurvierten Handgriff präpariert werden. Nach Größenbestimmung über die Raffel wird die ABG II Prothese (Abbildung 16) einzementiert. Die endgültige Reposition und Armierung des Stieles mit dem Bipolarkopf (Abbildung 17) erfolgt in situ, der Bipolarkopf ist mit einem Sperring gesichert. Nach Einlage einer Redondrainage in das Hüftgelenk erfolgen die Naht der Muskelfascie und der übliche Wundverschluss.

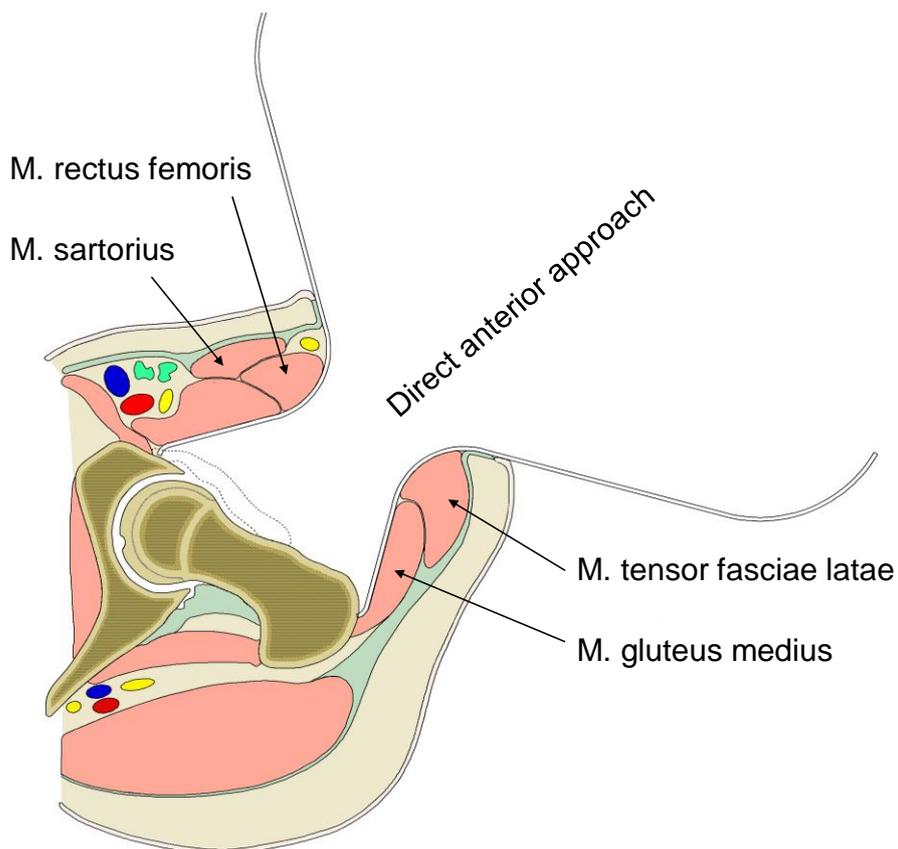


Abbildung 12: Schematische Darstellung des DAA Zugangsweges

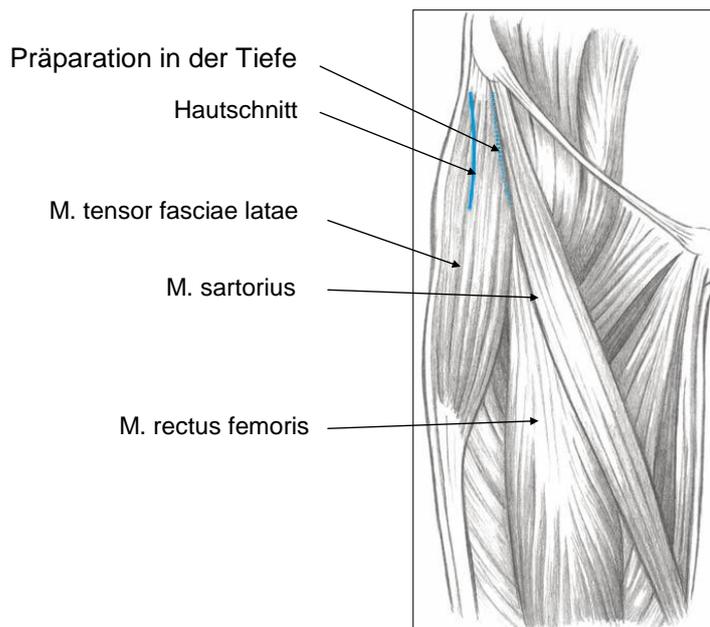


Abbildung 13: Hautschnittführung über dem M. tensor fasciae latae. (BUKH-Archiv)

3.2.3 Anterolateraler Zugang nach Watson-Jones (WJA)

Beim konventionellen Zugang nach Watson-Jones wird der Patient ebenfalls in Rückenlage operiert und der Arm der betroffenen Seite hoch gelagert. Der Hautschnitt ist ca. 10 cm lang und verläuft über den Trochanter major hinweg. Nach Durchtrennen des Subkutangewebes wird die Fascia lata parallel zum Hautschnitt gespalten. Die Inzision sollte zwischen den Muskelanteilen des M. tensor fasciae latae und M. gluteus maximus liegen. Ventromedial werden drei Hohmannhebel eingesetzt, am Trochanter minor et major und auf dem Pfannendach. Unter Schonung des N. gluteus superior wird die vordere Gelenkkapsel dargestellt und T-förmig inzidiert. Die femurnahe Resektion wird in 45° von der Trochanter major Spitze in ventro-dorsaler Richtung zur Beinachse positioniert.

Nach Bergen des Hüftkopfes mit dem T-Extraktor kann es nötig sein, verbliebene Anteile der vorderen Gelenkkapsel am Pfannenrand zu reseziieren. Das Acetabulum wird mit einer Tamponade geschützt.

Die Lagerung in „Vierer-Position“ ermöglicht die Präparation des Femurschaftes.

Der Markraum kann in dieser Lage mit Spezialraffeln präpariert werden. Nach Längenbestimmung über die Raffel wird die ABG II Prothese (Abbildung 16) einzementiert.

Die endgültige Reposition und Armierung des Stieles mit dem Bipolarkopf (Abbildung 17) erfolgt extrakorporal. Der Bipolarkopf ist mit einem Sperring gesichert. Nach Einlage einer Redondrainage in das Hüftgelenk wird die Fascie verschlossen, das Subkutangewebe wird ebenfalls drainiert.

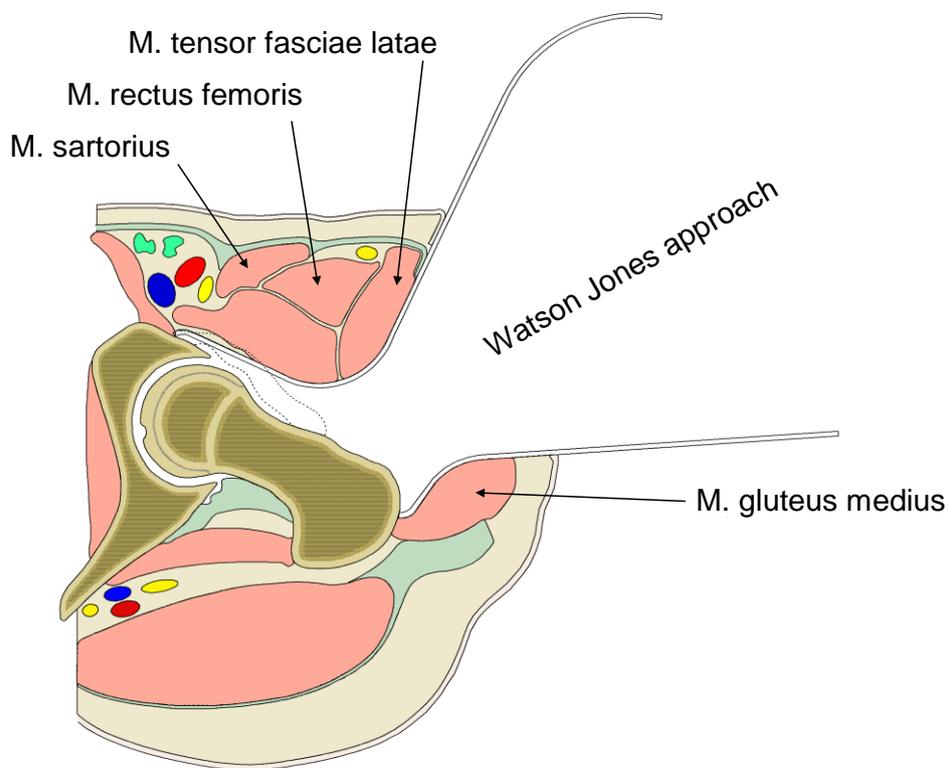


Abbildung 14: Schematische Darstellung des Watson-Jones Zugangsweges

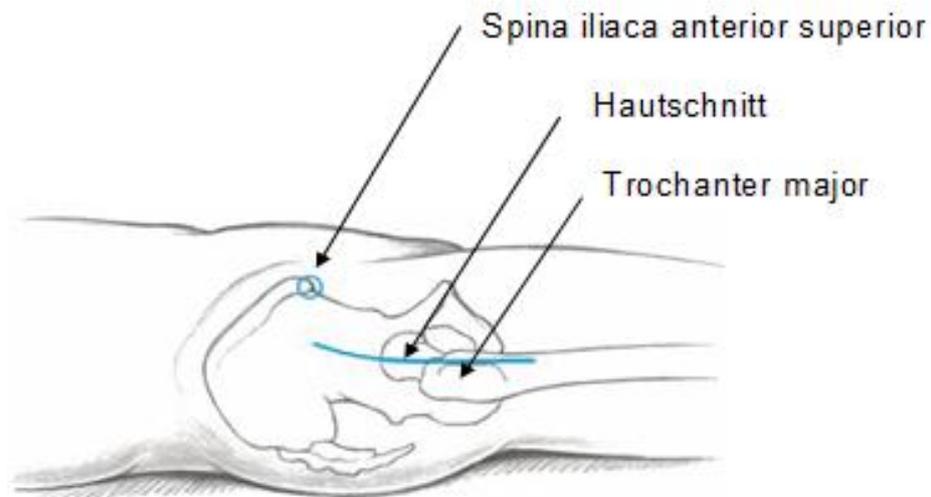


Abbildung 15: „Landmarken“ der Schnitfführung des Watson-Jones Zuganges.
(BUKH-Archiv)

3.3 Dokumentation

Die Dokumentation der erhobenen Daten erfolgte durch unabhängige und nicht an der operativen Versorgung beteiligte Ärzte; zunächst in handschriftlicher Form. Die Datenübernahme in eine SPSS Datenbank wird zweifach, von unterschiedlichen Mitarbeitern kontrolliert.

3.4 Implantate

Beim Hüftschaft ABG[®] II handelt es sich um einen anatomisch geformten Schaft der in Rahmen der vorliegenden Studie zementiert implantiert wird.



Abbildung 16: ABG II Schaft Quelle: Fa. Stryker

Beim verwendeten Bipolarkopf handelt es sich um das UHR® (Universal Head Bipolar System).



Abbildung 17: UHR Bipolarkopf Quelle: Fa. Stryker

Alle Komponenten der Hüftversorgung sind CE - gekennzeichnet und europaweit frei im Markt erhältlich (Stryker GmbH & Co. KG, Dr. Homer Stryker Platz 1, 47228 Duisburg)

3.5 Versuchsplan

Die Mobilisation wurde durch Physiotherapeuten angeleitet und im Rahmen der Patientenmöglichkeiten einheitlich durchgeführt. Neben der Routineuntersuchung erfolgten an den Tagen vor der Operation, am Tag der Operation sowie postoperativ an den Tagen 1, 5 und 16 die Dokumentation der laborchemischen Faktoren.

Der Four Item Barthel Index (Tabelle 6) wurde mittels Befragung durch, von der Studie unabhängig eingesetzten Physiotherapeuten, für den Zeitraum vor dem Sturz ermittelt und nach der Operation an den Tagen 1, 5, 16 und 40 dokumentiert (Tabelle 4). An den Tagen, die in der Tabelle schwarz unterlegt sind, erfolgte keine Dokumentation.

Die Röntgenkontrollen wurden einheitlich am zweiten und 16. postoperativen Tag im anterior-posterioren Strahlengang des Beckens und im axialen Strahlengang der Hüfte durchgeführt. Die Thromboseprophylaxe erfolgte einheitlich mit Fragmin-P forte einmal täglich.

Geburtsdatum:	OP Dauer:		OP Datum:						
Studiennummer:	Zugang:		BMI:						
	Prae OP	OP- Tag	Tag 1	Tag 2	Tag 3/4	Tag 5	Tag 10	Tag 16	Tag 40
Leukozyten,									
Erythrozyten									
Hämoglobin									
Hämatokrit									
MCV									
MCH									
MCHC									
Thrombozyten									
Natrium									
Kalium									
Creatinin									
CRP									
Myoglobin									
Four item Barthel- index									
Schmerz-VAS/ Schema		/	/	/	/	/	/	/	/
Röntgen									
Untersucher:									

Tabelle 4: Verlaufsprotokoll, an den schwarz unterlegten Tagen erfolgte keine Dokumentation

3.6 Schmerztherapie

Die Schmerztherapie wurde nach festgelegtem Schema durchgeführt. An den ersten fünf postoperativen Tagen erfolgte die Medikation nach dem in Tabelle 5 angegebenen Schema. Nach dem fünften Tag wurde das Opiat Oxycodon abgesetzt, Diclofenac und Novaminsulfon wurden bis zum zehnten Tag weiter verabreicht. Im Anschluss an diese Zeit der standardisierten Medikamentengabe wurden Schmerzmittel bedarfsabhängig verabreicht. Der Erfolg der Schmerztherapie konnte anhand einer Visuellen Analogskala (VAS) bestimmt und dokumentiert werden.

Diclofenac	50mg	1-1-1	Tag 1-5,
Oxycodon	10mg	1-0-1	Tag 1-5
Novaminsulfon	500mg	1-1-1	Tag 1-5,

Tabelle 5: Schmerzmedikation der Tage 1-5

3.7 Beurteilung der Frühmobilisation

Zur Beurteilung des Verlaufes nach Implantation einer Hüftprothese stehen uns diverse Instrumente zur Verfügung. Die geläufigsten sind der Harris Hip-Score⁶² und der WOMAC⁶³. All diese Instrumente sind geeignet, um Verläufe bei geistig klaren und körperlich aktiveren Patienten zu beschreiben. Zur Beurteilung der Wiedererlangung der körperlichen und geistigen Fähigkeiten auf den Stand vor dem Unfallereignis mit Frakturfolge ist bei den von uns untersuchten Patienten mit deutlich reduziertem Allgemeinzustand kein spezifischer Score verfügbar.

Einen insbesondere im Senium gebräuchlicher Score stellt der Barthel Index dar⁶⁴. Um die Trennschärfe für die Indikatoren zu erhöhen, die auf die Frühmobilisation hinweisen, verwendeten wir den Four Item Barthel Index⁶⁵. Hierbei wurden die Bereiche Essen, Baden, Körperpflege, Stuhl- und Urinkontrolle aus dem ursprünglichen Barthel Index gestrichen (Tabelle 6).

An-und Auskleiden		
Unfähig, sich alleine an- und auszuziehen		0
Braucht etwas Hilfe, kann aber ca. 50% alleine durchführen		5
Selbständig, benötigt keine Hilfe		10
Toilettenbenutzung		
Abhängig von fremder Hilfe		0
Benötigt Hilfe wegen fehlenden Gleichgewichts oder beim Ausziehen		5
Selbständig, benötigt keine Hilfe		10
Bett-und Stuhltransfer		
Abhängig von fremder Hilfe, fehlende Sitzbalance		0
Erheblich physische Hilfe beim Transfer erforderlich, Sitzen selbständig		5
Geringe physische bzw. verbale Hilfe oder Beaufsichtigung erforderlich		10
Selbständig, benötigt keine Hilfe		15
Mobilität		
Immobil bzw. Strecke < 50 m		0
Unabhängig mit Rollstuhl, Strecke > 50 m		5
Unterstütztes Gehen möglich, Strecke > 50 m		10
Selbständiges Gehen möglich (Hilfsmittel erlaubt), Strecke > 50 m		15

Tabelle 6: Four Item Barthel Index

3.8 Statistik

3.8.1 Fallzahlbestimmung

Es erfolgte eine eingehende Beratung und Fallzahlbestimmung durch Herrn Dr. B.-W. Igl vom Institut für medizinische Biometrie und Statistik (IMBS) unter der Leitung von Herrn Professor Dr. rer. nat. Andreas Ziegler.

Ausgehend von einer Experteneinschätzung des erwarteten Antwortverhaltens der Patienten sowie dessen Variabilität wurden Daten für den Zeitpunkt "vor OP" sowie "5, 16 und 40 Tage nach der OP" für beide OP-Techniken (konventionell, minimal-invasiv) simuliert. Basierend auf den Differenzen von "vor OP" und "5, 16 und 40 Tage nach der OP" wurden die durchschnittlichen Punktzahlen pro simulierten Fragebogen für die konventionelle sowie die minimal-invasive OP-Technik bestimmt.

Für die Fallzahl wurde anschließend ein 2-Gruppenvergleich für den Mittelwert mit gleichen Varianzen (t-Test) genutzt. Der Approximation von Modellannahmen (Normalverteilung), etc. wurde durch eine Erhöhung des Stichprobenumfangs um ca. 20% Rechnung getragen.

Mit dieser Vorgehensweise ergab sich eine Fallzahl von 30 pro Arm.

Es war geplant, nach 15 Personen pro Arm die Beobachtungen deskriptiv zu überprüfen, so dass die Fallzahl gegebenenfalls korrigiert werden kann.

Die Fallzahl sollte jedoch einen Wert von 45 pro Arm nicht überschreiten.

Es soll der intraindividuelle Unterschied bestimmt werden.

Nach erfolgter deskriptiver Zwischenauswertung konnte die angenommene Fallzahl von 30 pro Arm bestätigt werden.

3.8.2 Evaluation

Alle Parameter wurden für jeden Patienten jeweils in den dafür vorgesehenen Datenerfassungsbögen (Tabelle 4) dokumentiert. Um den Datenschutz des Patienten zu gewährleisten, werden auf den Datenerfassungsbögen weder der Name noch die Adresse der Patienten vermerkt (Pseudoanonymisierung). Die Patienten sind über eine Krankenhausnummer, eine fortlaufende Patientenstudiennummer sowie über ihr Geburtsdatum identifizierbar.

Die Kontrolle auf Vollständigkeit und Korrektheit erfolgt durch den jeweiligen Prüfarzt oder einer von ihm autorisierten Person.

3.8.3 Statistische Berechnung

Die Berechnung wurde mit dem Statistikprogramm SPSS 16.0 (SPSS Inc.) durchgeführt. Aufgrund des geringen Stichprobenumfanges wurden Nicht-parametrische Verfahren herangezogen. Im speziellen wurde hierfür für den Vergleich von zwei unabhängigen Variablen der Mann-Witney-U Test und für den Vergleich der Daten zu mehreren Zeitpunkten der Friedman-Test herangezogen. Die Signifikanzprüfung erfolgte zweiseitig auf dem 5% Niveau.

4 Ergebnisse

Neben den präoperativ erhobenen demographischen Daten (Tabelle 2) werden im Folgenden die intraoperativen und postoperativen Daten angegeben.

Schnitt-Naht-Zeit in min	Minimum	Mittelwert	Maximum	Stdabw.	Signifikanz-niveau
DAA	48	73,6	90	14,4	
Watson-Jones	40	64,8	94	17,1	n.s.
Schnittlänge in cm	Minimum	Mittelwert	Maximum	Stdabw.	Signifikanz-niveau
DAA	6,5	8,0	13,5	1,5	
Watson-Jones	8,0	12,4	15,5	1,5	0,000
Hämoglobin postop. g/l	Minimum	Median	Maximum	Stdabw.	Signifikanz-niveau
DAA	76,0	110,5	138	16,3	
WJA	65,0	105,0	129,0	15,0	n.s.
EK-Gabe					
DAA	4 x 2EK				
Watson-Jones	5 x 2EK	1 x 5EK			

Tabelle 7: Intraoperative und Hämatologische Daten

Die Operationszeit war mit einem Mittelwert von $73,6 \pm 14,4$ min in der DAA Gruppe 9,8 min länger als in der Vergleichsgruppe.

Bei Schnittlängen von $8,0 \pm 1,5$ cm in der DAA Gruppe und $12,4 \pm 1,5$ cm in der WJA Gruppe konnte ein statistisch signifikanter ($p=0,000$) Längenunterschied von 4,4 cm zu Gunsten des DAA Zuganges gemessen werden.

Der Hämoglobinabfall war in beiden Gruppen jeweils mit einem $p=0,000$ signifikant, im Gruppenvergleich jedoch nicht. Bei vier von 30 minimal invasiv operierten Patienten wurden bereits intraoperativ jeweils zwei Erythrozytenkonzentrate verabreicht. Von den 27 konservativ operierten Patienten erhielten fünf jeweils zwei EK's, einem Patienten wurden fünf EK's transfundiert.

Four item Barthel Median	Prae Fraktur	Tag 1	Tag 5	Tag 16	Tag 40
DAA	42,5 (5-50) Stdabw.13,9	0 (0-20) Stdabw.5,8	20 (0-50) Stdabw.13,6	25 (5-50) Stdabw.13,1	42,5(5-50) Stdabw.14,6
Watson-Jones	40 (25-50) Stdabw.7,4	0 (0-15) Stdabw.5,4	10 (0-5) Stdabw.10,2	20 (0-45) Stdabw.13,9	30 (5-45) Stdabw.11,9
Signifikanz-niveau	$p=0,55$	$p=0,47$	$p=0,009$	$p=0,05$	$p=0,013$
Schmerz (VAS)					
Median					
DAA	6 (0-8) Stdabw.1,9	4 (1-8) Stdabw.1,96	2 (0-5) Stdabw.1,4	1 (0-5) Stdabw.1,33	0 (0-1) Stdabw.0,31
Watson-Jones	5,5 (0-9) Stdabw.2,0	5 (2-8) Stdabw.1,66	4 (0-5) Stdabw.1,6	2 (0-4) Stdabw.1,53	1 (0-2) Stdabw.0,82
Signifikanz-niveau	$p=0,37$	$p=0,88$	$p=0,14$	$p=0,035$	$p=0,001$
Blutgabe in EK's					
	Minimum	Mittelwert	Maximum	Stdabw.	Signifikanz-Niveau
DAA	0	1,1	4	1,4	
Watson-Jones	0	1,7	12	3,5	$p=0,44$

Tabelle 8: Postoperative Auswertungen: Mobilitätsgrad gemessen mit dem Four Item Barthel Index, Schmerz (VAS) und Gabe von Erythrozytenkonzentraten.

Bei der Beurteilung der Mobilisation differierten die Gruppen postoperativ bereits früh zu Gunsten des DAA. Der Four Item Barthel Index erbrachte an Tag fünf mit $20 \pm 13,6$ in der DAA Gruppe und im Vergleich dazu mit $10 \pm 10,2$ in der WJA

Gruppe signifikante Unterschiede ($p=0,009$). Ein signifikanter Unterschied konnte auch bei der Beurteilung der Schmerzen an den Tagen 16 ($p=0,035$) und 40 ($p=0,001$) festgestellt werden.

Vereinheitlicht wurden in beiden Gruppen bei einem Haemoglobinwert unter 100 g/dl Transfusionen durchgeführt. Im Mittel wurden in der DAA Gruppe, berechnet auf alle Patienten pro Patient $1,1 \pm 1,4$ Erythrozytenkonzentrate verabreicht. Da nur 15 Patienten transfusionspflichtig waren, berechnet sich die durchschnittliche Gabe von Erythrozytenkonzentraten pro transfusionspflichtigen Patienten auf 2,2. In der Watson-Jones Gruppe sind im Gesamtschnitt $1,7 \pm 3,5$ Erythrozytenkonzentrate verabreicht worden. Pro transfusionspflichtigen Patienten (15) waren es 3,3. Im Gruppenvergleich war dieser Unterschied nicht signifikant ($p=0,440$).

4.1 Komplikationen im Verlauf des 40 tägigen Studienzeitraumes

Bei zwei Patienten der Watson-Jones-Gruppe musste intraoperativ bei Hüftpfannendysplasie zur H-TEP konvertiert werden, anstatt des UHR wurde eine C-MIC-Pfanne (Fa. ESKA) einzementiert. Bei einem Patienten der Watson-Jones Gruppe wurde ein ISP-AHP Schaft (Fa. ESKA) implantiert und nicht, wie im Protokoll beschrieben ein ABG II Schaft (Fa. Stryker).

Ein Patient in der DAA Gruppe und zwei Patienten in der WJA-Gruppe erlitten eine tiefe Beinvenenthrombose, eine Lungenembolie resultierte im Beobachtungszeitraum daraus nicht. Ein Patient der WJA Gruppe erlitt eine revisionspflichtige Haut-Unterhaut Infektion, mikrobiologisch ließen sich β -hämolisierende Streptokokken nachweisen. Eine Besiedelung der Prothese konnte nicht nachgewiesen werden, die Wundheilung verlief nach der Revision zeitgerecht.

Bei einem weiteren Patienten aus der DAA-Gruppe zeigte sich eine konservativ zur Abheilung gekommene kleine Hautnekrose am oberen Wundpol.

Ein Patient aus dem DAA Arm verstarb acht Wochen nach der Operation in der geriatrischen Reha-Abteilung an den Folgen eines Hirninfarktes bei Tachyarrhythmia absoluta. Da das follow up bereits nach 40 Tagen beendet war, wird dieser Verlauf nicht als drop out gewertet.

Innerhalb der 40 tägigen Studienperiode ist kein Patient verstorben.

Es konnte keine Femurschaftfraktur oder Femurfissur nachgewiesen werden, auch neurologische Defizite waren nicht nachweisbar.

5 Diskussion

Bei Durchsicht der Literatur findet sich zwar eine gute Übersicht über die jeweiligen postoperativen Ergebnisse verschiedener minimal invasiver Zugänge für die Totalendoprothetik am Hüftgelenk bei Koxarthrose, aufgearbeitet von Cheng et al. (2009)⁶⁶, aber keinerlei Studien, die einen direkten Vergleich zwischen dem Direkt Anterioren Zugang (DAA) und dem Watson-Jones-Zugang (WJA) anstellen. Dies gilt sowohl für die endoprothetische Versorgung von Koxarthrosen als auch hüftgelenksnahen Frakturen.

Somit stellt diese Studie ein Novum dar, was den Vergleich der Ergebnisse mit denen anderer Studien erschwert und die Aussagekraft der Vergleiche sicher einschränkt. Eine weitere Besonderheit dieser Studie ist, neben dem geriatrischen Patientenkollektiv, die ausschließliche Verwendung von Hemiendoprothesen (Duokopfprothesen), wohingegen in allen verfügbaren Vergleichsarbeiten die Ergebnisse nach Implantation von Totalendoprothesen untersucht werden.

Hinsichtlich der mittleren Operationsdauer zeigten sich in unserer Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen der Standard-Gruppe (WJA: 64,8 min) und der minimal invasiv operierten Gruppe (DAA: 73,6 min). Die Aufarbeitung der Operationszeiten anderer minimal invasiver Zugangswege zeigen widersprüchliche Ergebnisse^{67,68,69}.

In der Arbeitsgruppe von Wenz et al. (2002)⁷⁰ konnte in einer prospektiv randomisierten Studie beim Vergleich des direkt lateralen Zuganges mit dem minimal invasiven dorsalen Zugang ein signifikanter Unterschied zu Gunsten des MIS Zuganges festgestellt werden. In dieser Studie ist der minimal invasive Zugang von nur einem Operateur durchgeführt worden. Die Qualifikation der Operateure in der Kontrollgruppe ist nicht beschrieben, wohingegen der Operateur der minimal invasiven Gruppe als sehr erfahren anzusehen ist.

In einer weiteren Arbeitsgruppe um Nakamura et al. (2004)⁷¹ konnte ebenfalls eine signifikant kürzere Operationsdauer ermittelt werden. Die Operationsdauer

unterschied sich im Median um 24 min zu Gunsten des minimal invasiven posterioren Zuganges im Vergleich mit dem konventionellen posterioren Zugang. Als Grund hierfür könnte die kürzere Wundverschlusszeit bei anatomisch ähnlichem Zugang angesehen werden.

Dagegen finden Rittmeister et al. (2006)⁷² beim Vergleich der Operationsdauer eines WJA mit einem minimal invasiven dorsalen Zugang keinen Zeitunterschied, wie dies auch in der vorliegenden Studie der Fall ist. In beiden Gruppen wird die Operationsdauer mit im Median 80 min angegeben.

In einer Arbeit von Matta et al. (2005)⁴⁹ wurde an einem Patientenkollektiv von 494 Patienten eine mittlere OP Zeit von 75 min ermittelt. Eine direkte Übertragung dieser diskutierten Operationszeiten auf unsere Studie ist nur bedingt zulässig da in keiner vorhergehenden Arbeit der DAA im Vergleich zum WJA untersucht wurde.

Der in dieser Arbeit festgestellte Schnittlängenunterschied von im Mittel 8 cm beim DAA und 12,4 cm beim WJA ist hoch signifikant.

Die Arbeitsgruppe um de Beer (2004)⁷³ konnte allerdings nachweisen, dass alleine die Verkürzung der Hautinzision beim WJA keine signifikante Veränderung in Bezug auf Krankenhausverweildauer, Blutverlust, Harris Hip-Score⁶², Komplikationen, Schmerzmittelbedarf und OP Dauer innerhalb der ersten sechs postoperativen Wochen bedingt.

In einer prospektiv kontrollierten randomisierten Studie durch Rachbauer et al. (2008)⁷⁴ wurden die Ergebnisse der Hüftendoprothetik (TEP) über einen DAA mit einer durchschnittlichen Inzisionslänge von 6,75 cm vs. konventionellem Bauer-Zugang verglichen. Hierbei wurden 120 Patienten zufällig auf beide Gruppen verteilt. Der Muskelschaden wurde über Blutspiegelmessungen der Kreatininkinase bestimmt. Die Bestimmung des Blutverlustes wurde anhand der Methode der OSTHEO-Studie⁷⁵ berechnet. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich über 12 Wochen. Am ersten, zweiten und dritten postoperativen Tag lagen die Serumspiegel der Kreatininkinase in der minimal invasiven Gruppe um mehr als ein Drittel niedriger als in der Vergleichsgruppe. Der Blutverlust fiel in der DAA Gruppe um 15 % niedriger aus. Die funktionelle Rehabilitation wurde unter anderen mit dem WOMAC⁶³ beurteilt. Die Rehabilitation zur Wiederaufnahme der Aktivitäten des täglichen Lebens verliefen in der minimal invasiv behandelten

Gruppe schneller. Hinsichtlich der Komplikationsrate, Operationsdauer und Implantatstellung waren zwischen den Gruppen keine Unterschiede festzustellen.

Der Blutverlust war in der vorliegenden Studie nicht signifikant unterschiedlich ($p=0,44$). Auch die Hämoglobinwerte zeigten, sicher auch bedingt durch die Gabe von Erythrozytenkonzentraten keine signifikanten Unterschiede. Im Median konnten postoperativ in der DAA Gruppe ein Hämoglobinwert von 110,5 g/l und in der WJA Gruppe ein Wert von 105,0 g/l festgestellt werden. Aufgrund der kardialen Risiken der in die Studie eingeschleusten Patienten wurden bei einem Hämoglobinwert unter 100 g/l Erythrozytenkonzentrate transfundiert.

Woolson et al. (2004)⁷⁶ kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Sie fanden keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse zwischen den Gruppen in Bezug auf den intraoperativen Blutverlust ($p=0,12$) und bei den Bluttransfusionen im Rahmen der stationären Behandlung ($p=0,49$). Im Unterschied zu dieser Studie wurden bei Woolson et al. die Hüftschäfte in der MIS Gruppe signifikant seltener zementiert, was möglicherweise zu einem höheren Blutverlust führen kann. Rachbauer et al. (2008)⁷⁴ fand zwar einen geringeren Blutverlust in der DAA Gruppe, über Signifikanzen machen sie jedoch keine Angaben. Über signifikante Unterschiede beim Blutverlust ($p=0,02$) zu Gunsten des minimal invasiven Zuganges am Hüftgelenk berichten Wenz et al. (2005)⁵⁵ wobei in dieser Arbeit der direkt laterale mit dem konventionell lateralen Zugang verglichen wurde. Auch die intraoperative Gabe von Erythrozytenkonzentraten unterschied sich deutlich ($p=0,006$).

In einer prospektiv randomisierten Studie unter der Leitung von Ogonda et al. (2005)⁷⁷ konnten beim Vergleich eines, sich in der Länge unterscheidenden Zugangsweges zum Hüftgelenk hinsichtlich des postoperativ gemessenen Hämatokrits und der benötigten Bluttransfusionen keine Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden 219 Patienten in zwei Studienarme aufgeteilt und je nach Zugehörigkeit entweder mit einer Inzision kleiner 10 cm oder klassisch im Mittel 16 cm operiert. Als signifikant geringer stellte sich allerdings der intraoperativ bestimmte Blutverlust in der MIC-Gruppe dar ($p=0,03$). Sculco et al. (2004)⁵³ und Chimento et al. (2005)⁶⁷ fanden in prospektiv randomisierten Studien einen signifikant geringeren Blutverlust zu Gunsten der minimal invasiv operierten Patienten. Studien von Chung et al. (2004)⁶⁹, Nakamura et al. (2004)⁷¹, de Beer (2004)⁷³ und Higuchi (2003)⁷⁸, kamen zu dem gleichen Ergebnis.

Auch Pavone et al. (2001)⁷⁹ fanden einen signifikant niedrigeren intraoperativen Blutverlust ($p < 0,005$), einen geringeren postoperativen Drainagenfluss ($p < 0,05$) und einen geringeren Gesamtblutverlust ($p < 0,02$) bei der minimal invasiv operierten Gruppe. DiGioia et al. (2003)⁸⁰ konnten einen signifikanten Unterschied bei der Menge der transfundierten Erythrozytenkonzentraten nachweisen. In der MIC Gruppe wurden durchschnittlich 0,4 Einheiten weniger transfundiert ($p < 0,05$). Die vorliegenden eigenen sowie diskutierten Ergebnisse zeigen, dass es bei einem minimal invasiven Zugang zu einem geringeren Blutverlust kommt.

Im Rahmen einer Metaanalyse, durchgeführt von Vavken et al. (2007)⁸¹ konnte zwar, wie oben beschrieben, ein geringerer Blutverlust ermittelt werden, ein Unterschied im klinisch-funktionellen Ergebnis, bestimmt mit dem Harris Hip Score (HHS)⁶², fand sich jedoch nicht. Eine andere Metaanalyse von Cheng et al. (2009)⁸² blieb den Nachweis einer früheren postoperativen Mobilisation ebenfalls schuldig, obgleich sich ein Trend zu Gunsten der MIS Operationen nachweisen ließ. Es ist immer noch unklar, ob die gebräuchlichen Testmethoden im Stande sind, die Differenzen der postoperativen Rehabilitation zwischen dem minimal invasiven und den konventionellen Operationsverfahren zur Hüftgelenk-endoprothetik darzustellen. Gewiss dagegen ist, dass die bekannten Testmethoden beim geriatrischen Patienten an ihre Grenzen stoßen.

In einer aktuellen systematischen Literaturübersicht von Hutchings et al. (2010)⁸³ fanden sich 14 verschiedene gebräuchliche Scores neben 43 unüblichen Testmethoden, um das postoperative Ergebnis zu bestimmen. Der Autor meint, dass mortalitäts- und krankheitsspezifische Scores zur Anwendung kommen sollten, bis validierte und empfohlene Tests verfügbar sind. Obgleich die Validierung des Barthel Index für geriatrische Patienten mit Fraktur des proximalen Femurs fehlt, ist dieser in vorherigen Studien bereits zur Anwendung gekommen^{84,85,86,87,88,89}.

Durch die Definition des Four Item Barthel Index ist es uns möglich, die Trennschärfe auf die, die Mobilisation betreffenden Faktoren zu erhöhen. Hierbei wurden die Bereiche Essen, Baden, Körperpflege, Stuhl- und Urinkontrolle aus dem ursprünglichen Barthel-Index gestrichen. Beurteilt wurden An- und Auskleiden, Toilettenbenutzung, Bett- und Stuhltransfer sowie die Mobilität.

Der Mobilisationsgrad zeigte präoperativ im Vergleich zwischen den Studienarmen nur einen geringen und statistisch nicht signifikanten Unterschied.

Am ersten postoperativen Tag konnte bei einem Medianwert von 0 in beiden Studienarmen kein relevanter Unterschied festgestellt werden. Ab dem fünften postoperativen Tag konnten signifikante ($p=0,009$) Unterschiede zu Gunsten des DAA Studienarmes errechnet werden. Wohlrab et al. (2004)⁶⁸ untersuchten die Unterschiede in der frühen postoperativen Phase nach TEP Implantation bei Patienten mit Koxarthrose. Die zweiarmige Studie wurden zum einen der direkt vorderen Zugang, zum anderen der transgluteale Zugang nach Bauer untersucht. Zur Bestimmung der Mobilität nutzten sie den HHS. Nach drei und zehn Tagen fanden die Autoren signifikant bessere Ergebnisse in der MIS-Gruppe, an den folgenden Untersuchungszeitpunkten, sechs und 12 Wochen postoperativ konnten diese Unterschiede nicht bestätigt werden. Darüber hinaus bewertete die Arbeitsgruppe das Schmerzempfinden anhand einer visuellen Analogskala (VAS) von 1-10. Auch bei dieser Auswertung fanden sie an den Tagen 3 und 10 signifikante Unterschiede zu Gunsten der MIC-Gruppe, im weiteren zeitlichen Verlauf war dieser Unterschied jedoch nicht von Bestand. Auch in der vorliegenden Studie fanden wir postoperativ Unterschiede in der Bewertung der Schmerzen auf der VAS-Skala. An den postoperativen Tagen 1 und 5 wurden die Schmerzen in der DAA-Gruppe etwas niedriger als in der Kontrollgruppe beurteilt, signifikant waren diese Unterschiede jedoch nicht. Erst an den Untersuchungstagen 16 ($p=0,036$) und 40 ($p=0,001$) fanden sich signifikante Unterschiede zu Gunsten der minimal invasiv operierten Gruppe. Einschränkend muss festgestellt werden, dass ein direkter Vergleich der Kohorten nicht möglich ist, da die Schmerzmedikation nach Tag 5 bedarfsabhängig verabreicht wurde.

In einer zweiarmigen prospektiv randomisierten Studie der Arbeitsgruppe um DiGioia et al. (2003)⁸⁰ wurde eine Patientengruppe minimal invasiv navigationsgestützt und die andere Gruppe klassisch über einen posterioren Zugang operiert. Drei Monate ($p=0,045$) und sechs Monate ($p=0,017$) nach TEP Implantation fanden sie signifikante Unterschied zu Gunsten der MIS-Gruppe. Bei der Ein-Jahreskontrolle konnte die Signifikanz nicht mehr bestätigt werden.

Im Jahre 2004 stellten Wright et al.⁹⁰ insgesamt 84 Patienten, aufgeteilt in zwei Studienarme gegeneinander. In der einen Gruppe wurde ein verkürzter Schnitt (8,8 cm), in der anderen Gruppe eine standardmäßiger Schnitt über 23 cm als

Zugang gewählt. Fünf Jahre postoperativ konnte ein höherer HHS ($p=0,042$) in der Gruppe derer, die über einen verkürzten Zugang operierten Patienten bestimmt werden. Die Unterschiede zwischen den Gruppen wird mit gering angegeben (86,9 Punkte zu 84,2 Punkte). Auch berichtet der Autor dass sich diese Unterschiede klinisch nicht bemerkbar machten. Inwieweit die Autosuggestion aufgrund des kleineren Schnittes hierfür verantwortlich ist bleibt ungeklärt.

Chung et al. (2004)⁶⁹ untersuchten ihre Patientengruppen nach MIS-Zugang vs. klassischem dorsalen Zugang erst 14 Monate nach OP, Unterschiede im HHS konnten sie keine finden. Es scheint der Vorteil eines MIS-Zuganges insbesondere in der frühen postoperativen Phase zu liegen, dies verdeutlichen neben den eigenen Ergebnissen auch die Untersuchungen von DiGioia et al. (2003)⁸⁰ und Wohlrab et al. (2004)⁶⁸.

Beim OCM-Zugang nach Röttinger (2006)⁴³ wurde der HHS bei 47 Patienten präoperativ, 10 Tage postoperativ, 6 Wochen, 3 und 6 Monate postoperativ erhoben. Präoperativ ergab sich ein Wert von 38 Punkten, 10 Tage postoperativ war der HHS auf 70 Punkte angestiegen. Nach sechs Wochen ergaben sich 89 Punkte. Drei und sechs Monate postoperativ fanden sich jeweils 92 Punkte. Die Vergleichsgruppe von 29 Patienten wurde am 10. postoperativen Tag (60 Punkte) und 6 Wochen (70 Punkte) postoperativ untersucht. Da bei Röttinger eine wirkliche Vergleichsgruppe fehlt, ist die Aussagekraft seiner Ergebnisse gemindert. Insgesamt kann ein Vorteil auf Seite der MIS Gruppe an dem zehnten postoperativen Tag und nach sechs Wochen gesehen werden. Auch diese Ergebnisse legen nahe, dass die Vorteile der minimal invasiven Hüftchirurgie in der frühen postoperativen Phase zu finden sind.

In der, bis heute einzigen veröffentlichten randomisierten Studie, die die minimal invasive Implantation einer Duokopfprothese mit einem klassischen Zugang nach Schenkelhalsfraktur vergleicht, wurde die Vollmobilisation in der minimal invasiv operierten Gruppe schneller erreicht. Leider werden weder die Implantate genannt, noch Angaben gemacht ob zementiert wurde oder nicht⁹¹.

Eine randomisierte und verblindete Studie der Arbeitsgruppe um Lawlor et al. (2005)⁹² verglich die Mobilität 48 Stunden nach dem Chirurgischen Eingriff. Sie fand keine Unterschiede beim Aufsetzen, beim Wechsel vom Sitzen zum Stehen und beim Auf- und Absteigen von Stufen nach Implantation einer

Hüfttotalendoprothese. Verglichen wurde der gleiche Zugang in einem Arm mit einer Inzision unter 10cm mit dem Kontrollarm über 16 cm Inzisionslänge.

Bei den Komplikationen zeigen sich keine zugangsspezifischen Unterschiede zwischen den Gruppen. Im Einzelnen kam es in der WJA Gruppe zu zwei tiefen Beinvenenthrombosen (TVT), einem Haut- und Unterhautinfekt welcher nach operativer Therapie komplikationslos ausheilte und zwei Konversionen intraoperativ bei dysplastischem Acetabulum. Bei Luxationsneigung nach ventral wurden Hüftgelenkspfannen implantiert. In einem Fall wurde versehentlich ein anderes Schaftmodell als das Studienmodell implantiert. Diese drei Patienten wurden aus der Studie ausgeschlossen. In der DAA Gruppe mussten wir eine TVT feststellen, in einem anderen Fall entwickelte sich eine Hautnekrose, welche unter konservativen Maßnahmen zur Ausheilung kam.

Dem deutschen Qualitätsbericht aus dem Jahre 2007 für Orthopädie und Unfallchirurgie (BQS) ist eine 30-Tages Sterblichkeit (Krankenhausletalität) bei hüftgelenksnaher Oberschenkelfraktur über 45.051 Patienten von 5,9% zu entnehmen⁹³. In unserer Studie verstarb keiner der eingeschleusten Patienten während der Hospitalisation. Der Hauptgrund hierfür könnte sein, dass wir bei der Fragestellung nach der Mobilität, dem Studiendesign folgend, keine bettlägerigen Patienten untersucht haben.

Wohlrab et al. (2004)⁶⁸ untersuchten in einem Studienarm den vorderen Zugang. Die Vergleichbarkeit, insbesondere der Komplikationen ist jedoch nur bedingt möglich, da die Arbeitsgruppe direkt und im Verlauf der Schenkelhalebene inzidiert. So ist nicht verwunderlich, dass sie in 22% eine temporäre Schädigung des N. cutaneus femoris lateralis provozierten, da der Nerv in unmittelbarer Nähe zum OP Gebiet verläuft.

Wie auch in der vorliegenden Studie konnte die Arbeitsgruppe um Howell et al. (2004)⁹⁴ beim Vergleich von 50 minimal invasiv anterolateral operierten Patienten mit 57 klassisch operierten Patienten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Komplikationsrate feststellen. In der MIS-Gruppe wurden zwei intraoperative Schaftbrüche und ein postoperatives Hämatom beschrieben. In der Standard-Gruppe waren es ein Hämatom, ein postoperativer Ileus und eine Wundinfektion mit Clostridien. Bei den untersuchten Patienten handelte es sich jedoch im

Unterschied zu unserem Patientenkollektiv nicht um Frakturversorgungen, die Indikation zur Operation war die Koxarthrose.

Bei Howell et al. ⁹⁴ findet sich in seiner 2004 publizierte Übersichtsarbeit eine hervorragende Zusammenfassung der Vor- und Nachteile der verschiedenen minimal invasiven Zugänge (Tabelle 9). Diese Übersicht hilft sicher, den Stellenwert dieser Zugänge richtig in das Gesamtkonzept der Behandlung von Frakturen und Verschleißerkrankungen des Hüftgelenkes einzuordnen.

	Pro	Contra
Posterior	<p>Einfacher Zugang mit kurzer Lernkurve</p> <p>Einfache Komponentenpositionierung</p> <p>Schonung der Abduktoren Weniger Blutungen</p> <p>Schnitterweiterung einfach wenn benötigt</p>	<p>A. glutea inferior und N. ischiadicus sind gefährdet</p> <p>Postoperativ höhere Luxationsraten führen zur postoperativen Bewegungsklimitierung</p> <p>Unterbrechung der Femurkopfdurchblutung beim „resurfacing“</p>
Anterior	<p>Anatomisch</p> <p>Schonung des dorsalen Kapselbandapparates</p> <p>Niedrige Luxationsrate</p> <p>Schnelle Heilung</p>	<p>N. cutaneus femoris lateralis gefährdet (Meralgia paraesthetica)</p> <p>Lange Lernkurve</p> <p>Schnitterweiterung nur nach cranial</p>
Anterolateral	<p>Einfacher Zugang</p> <p>Kurze Lernkurve</p> <p>Einfache Schnitterweiterung Niedrige Luxationsrate</p>	<p>Verletzung der Abduktoren und des N. gluteus superior</p> <p>Erhöhtes Risiko der heterotopen Ossifikationen</p>
Zwei-Inzisionen Zugang	<p>Schutz der Abduktoren und der dorsalen Strukturen</p> <p>Schnelle Heilung</p> <p>Einfache Schnitterweiterung</p>	<p>Höhere Rate an Femurfrakturen</p> <p>Schlechte Übersicht und lange Lernkurve</p> <p>Verletzung des N. cutaneus fem. Lateralis</p>

Tabelle 9: Übersicht über die Vor- und Nachteile einzelner minimal invasiver Zugänge in der Hüftchirurgie (Howell et al. ⁹⁵)

Abschließend lässt sich anhand der eigenen Ergebnisse und den Ergebnissen aus der Literatur – mit den oben klar dargestellten Einschränkungen bezüglich der Vergleichbarkeit – feststellen, dass das Ziel der Wiedererlangung der körperlichen Integrität auf den Stand vor dem Unfall durch den minimalinvasiven vorderen Zugang in der Hemiarthroplastik in den allermeisten Fällen schneller wieder erreicht werden kann, als bei einem konventionellen Zugang nach Watson Jones. Unter Berücksichtigung des Grades der Mobilisation sowie der Schmerzen als Indikatoren für die Lebensqualität kann die eingangs aufgestellte Hypothese, dass geriatrische Patienten mit Schenkelhalsfraktur schneller mobilisiert werden können und schneller ihre ursprüngliche Lebensqualität zurückgewinnen, wenn Ihre Verletzung mittels des DAA anstatt eines konventionellen Zuganges (WJA) versorgt werden, als bestätigt angesehen werden.

5.1 Kritische Würdigung der Stärken und Schwächen der Studie

Eine wesentliche Stärke dieser Studie liegt im Studiendesign. Sie ist prospektiv randomisiert und die einzige Variable im gesamten Behandlungskonzept ist die Art des operativen Zuganges. Die Patientenkollektive der einzelnen Studienarme sind hinsichtlich der relevanten Parameter nahezu identisch. Damit ist die Aussagekraft dieser Studie bezüglich der Frage nach welchem operativen Zugang zur Implantation einer Hüfthemiprothese die postoperative Mobilisierung besser und schneller abläuft und die Schmerzintensität geringer ist, als sehr hoch einzustufen. Inwieweit diese Vorteile in den ersten 40 postoperativen Tagen, auf die der Nachuntersuchungszeitraum der eingeschlossenen Patienten bewusst limitiert war, auch langfristig positive Auswirkungen auf die zu erwartende Sterblichkeit von 20-30% innerhalb der ersten 6-12 Monaten¹ nach Fraktur haben, war nicht Gegenstand der Untersuchung, sollte jedoch unbedingt durch weitere Studien mit einem längeren postoperativen Beobachtungszeitraum an größeren Patientenkollektiven untersucht werden.

Die Tatsache, dass der Four Item Barthel Index nicht zur Untersuchung der Mobilität nach Schenkelhalsfraktur validiert ist, beeinträchtigt möglicherweise die Aussagekraft der Studie, wobei angemerkt werden muss, dass für ein

geriatrisches Patientenkollektiv kein validierter Score zur Nachuntersuchung vorliegt.

Eine Datenanalyse durch einen unabhängigen Monitor erfolgte nicht, so dass die Studie den Evidenzgrad I nicht erlangt.

6. Zusammenfassung

Durch eine prospektiv randomisierte Studie sollte geklärt werden, ob geriatrische Patienten mit medialer Schenkelhalsfraktur schneller mobilisiert werden können und ihre ursprüngliche Lebensqualität zurückgewinnen, wenn die Implantation einer Hüfthemiprothese mittels des Direkt Anterioren Zuganges (DAA) anstatt eines konventionellen Zuganges nach Watson-Jones (WJA) erfolgt.

Hierzu wurden 57 Patienten mit einer Schenkelhalsfraktur eingeschleust. 30 Patienten wurden konventionell nach Watson Jones operiert, bei weiteren 27 Patienten wurde die Implantation einer Duokopfprothese in der Direkt vorderen Technik minimal invasiv durchgeführt. Der Grad der Mobilisation wurde präoperativ und postoperativ mit dem Four Item Barthel Index bestimmt.

Die Ergebnisse zeigen eine signifikant schnellere Mobilisierbarkeit nach minimal invasiver Operation. Als weiterer Vorteil fand sich ein niedrigeres Schmerzniveau, gemessen mit der visuellen Analogskala (VAS) in der Gruppe der minimal invasiv operierten Patienten.

Hinsichtlich der OP-Dauer, der Komplikationsrate sowie der benötigten Erythrozytenkonzentrate konnten keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden. Ob die Unterschiede der Mobilisationsmöglichkeit Auswirkungen auf die Sterblichkeit haben muss durch längerfristige Studie mit einem größeren Patientenkollektiv untersucht werden.

Level of Evidence: Level II therapeutic study.

6 Verzeichnisse

6.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zugänge nach anatomischer Klassifikation	12
Tabelle 2: Demographische Daten und OP-Risikoabschätzung	17
Tabelle 3: Studien Diagramm entsprechend den CONSORT-Kriterien	18
Tabelle 4: Verlaufsprotokoll, an den schwarz unterlegten Tagen erfolgte keine Dokumentation	25
Tabelle 5: Schmerzmedikation der Tage 1-5	26
Tabelle 6: Four Item Barthel Index	27
Tabelle 7: Intraoperative und Hämatologische Daten	29
Tabelle 8: Postoperative Auswertungen: Mobilitätsgrad gemessen mit dem Four Item Barthel Index, Schmerz (VAS) und Gabe von Erythrozytenkonzentraten.	30
Tabelle 9: Übersicht über die Vor- und Nachteile einzelner minimal invasiver Zugänge in der Hüftchirurgie (Howell et al.)	39

6.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arterielle Versorgung von Hüftkopf und Schenkelhals	4
Abbildung 2: Anatomische Übersicht der Hüftgelenksregion	4
Abbildung 3: Pauwels Klassifikation aus (4,5)	5
Abbildung 4: Garden Klassifikation aus (6)	6
Abbildung 5: Klassifikation nach AO	7
Abbildung 6: links Themistokles Gluck (1853 -1942), rechts eine von Ihm gefertigte Konstruktionszeichnung eines künstlichen Kniegelenkes (BUKH Archiv)	8
Abbildung 7: Konstruktionszeichnung	9
Abbildung 8: Judets Acryl-Prothese	9
Abbildung 9: Austin-Moore Prothesen in verschiedenen Größen (BUKH Archiv)	9
Abbildung 10: Charnley Prothese, 1959 wurde durch Sir John Charnley das Urmodell aller modernen Hüft-Endoprothesen entwickelt. (BUKH Archiv)	10
Abbildung 11: Zugangswege zum Hüftgelenk im axialen Schnitt	13
Abbildung 12: Schematische Darstellung des DAA Zugangsweges	20
Abbildung 13: Hautschnittführung über dem M. tensor fasciae latae. (BUKH-Archiv)	21
Abbildung 14: Schematische Darstellung des Watson-Jones Zugangsweges	22
Abbildung 15: „Landmarken“ der Schnittführung des Watson-Jones Zuganges. (BUKH-Archiv)	23
Abbildung 16: ABG II Schaft Quelle: Fa. Stryker	23
Abbildung 17: UHR Bipolarkopf Quelle: Fa. Stryker	24

7 Literaturverzeichnis

¹Frerichmann U, Raschke M.J, Stöckle U, Wöhrmann S, Lohmann R. Proximale Femurfrakturen im Alter.

Der Unfallchirurg 2007, Volume 110, Number 7, pp. 610-616(7)

²Magaziner J, Lydick E, Hawkes W. et al. Excess mortality attributable to hip fracture in white women aged 70 years and older.

Am J Public Health 1997; 87:1630–1636

³Ring, P.A. Complete replacement arthroplasty of the hip by ring prosthesis. J Bone Joint Surg 1968; 50-B:720-726

⁴ Pauwels F. Atlas zur Biomechanik der gesunden und kranken Hüfte. Springer, Berlin, Heidelberg New York 1973

⁵Pauwels F. Der Schenkelhalsbruch. Ein mechanisches Problem. OrthopChir 1935; 63

⁶Garden RS Low angle fixation in fractures of the femoral neck. J Bone Joint Surg Br 1961; 43:647–663

⁷ Beck A, Rüter A. Schenkelhalsfrakturen-Diagnostik und therapeutisches vorgehen.

Unfallchirurg 1998; 101:634-648

⁸Gluck T. Die Invaginationsmethode der Osteo- und Arthroplastik. Berliner klinische Wochenschrift: Organ für praktische Ärzte 1890; 19:732-736 + 752-757

⁹Wessinghage D. Themistocles Gluck. 100 years artificial joint replacement. Z Orthop Ihre Grenzgeb 1991; 129-5:383-8

¹⁰Wessinghage D. Historical aspects of joint prosthesis implantation. A bibliographic study.

Orthopäde 2000; 29-12:1067-71

¹¹Wessinghage D. Themistocles Gluck: Von der Organextirpation zum Gelenkersatz.

Deutsches Ärzteblatt 1995; 92, 1443-1447

¹² Smith- Petersen M.N. Arthroplasty of the Hip.

J Bone Joint Surg 1939; 21:269-288

¹³Wiles P. The surgery of the osteoarthritic hip.

Br J Surg 1958; 45-193:488-97

-
- ¹⁴Smith-Petersen MN. The classic: Evolution of mould arthroplasty of the hip joint by M. N. Smith-Petersen
J Bone Joint Surg. 1948; 30B:L:59-75
- ¹⁵Grigoris P, Roberts P, Panousis K, Jin Z. Hip resurfacing arthroplasty: the evolution of contemporary designs Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H.
J of Engineering 2006; 220-2:95-105
- ¹⁶Judet J, Judet R. The use of an artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint.
J Bone Joint Surg Br 1950; 32-B-2:166-73
- ¹⁷Judet R, Judet J. Modification of acrylic prostheses of the hip.
Mem Acad Chir (Paris) 1952; 78-27-28:779-81
- ¹⁸Judet R, Judet J. Technique and results with the acrylic femoral head prosthesis.
J Bone Joint Surg Br 1952; 34-B-2:173-80
- ¹⁹Judet R, Judet J, Lagrange J, Dunoyer J. Results of arthroplasty of the hip with acrylic head.
Mem Acad Chir (Paris) 1951;77-12-13:352-62
- ²⁰Moore AT. Metal hip joint; a new self-locking vitallium prosthesis.
South Med J 1952; 45-11:1015-19
- ²¹Moore AT. The self-locking metal hip prosthesis.
J Bone Joint Surg Am 1957; 39-A-4:811-27
- ²²Thompson FR. Experiences with a vitallium intramedullary hip prosthesis.
Tex State J Med 1953; 49-10:749-56
- ²³Thompson TC. Results with the use of replacement prosthesis in osteoarthritis of the hip.
Bull Acad Med N J 1961; 7:344-8
- ²⁴Mittelmeier M, Heisel J. Entwicklung des Hüftgelenkersatzes.
Klinisch-radiologisches Seminar 1988; 18:97-114
- ²⁵Charnley J. Total Hip Replacement by Low-Friction Arthroplasty.
Clinical Orthopaedics and Related Research 1970; 72:7-21
- ²⁶Mjöberg B. Theories of Wear and Loosening in Hip Protheses.
Acta Orthop Scand; 1994; 65:361-371
- ²⁷Breusch SJ, Aldinger PR, Thomsen M, Ewerbeck V, Lukoschek M.
Verankerungsprinzipien in der Hüftendoprothetik. Teil 1: Prothesenstiel
Der Unfallchirurg 2000; 11:918-931

-
- ²⁸Breusch SJ, Aldinger PR, Thomsen M, Ewerbeck V, Lukoschek M. Verankerungsprinzipien in der Hüftendoprothetik. Teil 2: Pfannenkomponente. *Der Unfallchirurg* 2000; 12:1017-1031
- ²⁹ Melchau H, Herberts P. The Swedish Total Hip Replacement Register. *J Bone Joint Surg* 2002; 84-A, Supplement 2, 2-20
- ³⁰ Blomfeld R, Tönqvist H, Eriksson K, Söderqvist A, Ponzer S: A randomized controlled trial comparing bipolar hemiarthroplasty with total hip replacement for displaced intracapsular fractures of the femoral neck in elderly patients. *J Bone Joint Surg* 2007; 89B:160-165
- ³¹ Baker RP, Squires B, Gargan MF, Bannister GC: Total Hip Arthroplasty and hemiarthroplasty in mobil, independent patients with a displaced intracapsular fracture of the femoral neck. A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88:2583-2589
- ³² Goldstein WM, Branson JJ, Berland KA. Minimal-incision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg.* 2003; 85-A:33-38
- ³³Kocher T. Resectio coxae. *Chirurgische Operationslehre* 1902, Gustav Fischer, Jena, S. 523–530
- ³⁴Langenbeck B v. Über die Schussverletzungen des Hüftgelenks. *Archiv für Klinische Chirurgie* 1874; 16:263–338
- ³⁵ Wenz JF, Gurkan I, Jibodh SR. Mini-incision total hip arthroplasty: a comparative assessment of perioperative outcomes. *Orthopedics* 2002; 25(10):1031–1043
- ³⁶ Marcy GH. The Posterolateral Approach to the Femur. *J Bone Joint Surg* 1947; 29:676-678.
- ³⁷ Marcy GH, Fletcher RS. Modification of the Posterolateral Approach to the Hip for Insertion of femoral-head prosthesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1954; 36:142-143.
- ³⁸Hardinge K. The direct lateral approach to the hip. *J Bone Joint Surg* 1992; 64B:17–19
- ³⁹ Learmonth ID, Allen FE. The omega lateral approach to the hip. *J Bone Joint Surg Br* 1996; 78(4):559–561
- ⁴⁰Berger RA. Mini-incision total hip replacement using an anterolateral approach: technique and results. *Orthop Clin North Am* 2004; 35(2):143–151

-
- ⁴¹ Higuchi F, Gotoh M, Yamaguchi N, Suzuki R, Kunou Y, Ooishi K, Nagata K. Minimally invasive uncemented total hip arthroplasty through an anterolateral approach with a shorter skin incision. *J Orthop Sci* 2003; 8(6):812–817
- ⁴² Watson-Jones R. Fractures of the neck of the femur. *Br J Surg* 1936; 23:787–808
- ⁴³ Röttinger H. Minimal invasiver anterolateraler Zugang in der Hüftendoprothetik. *Orthopäde* 2006; 35:708–715
- ⁴⁴ Jerosch J, Theising S, Fadel ME. Antero-lateral minimal invasive (ALMI) approach for total hip arthroplasty – technique and early results. *Archives Orthop Traumatol Surg* 2006; 126:164–73.
- ⁴⁵ Smith-Petersen MN. A new supra-articular subperiosteal approach to the hip joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1917; s2-15:592-595
- ⁴⁶ Hueter C. Die Verletzungen und Krankheiten des Hüftgelenkes, der Hüftgegend und der oberen Hälfte des Oberschenkels. Vogel FCW (Hrsg) *Grundriss der Chirurgie*. Leipzig, 1885; S 125–195
- ⁴⁷ Judet J, Judet H. Anterior approach in total hip arthroplasty. *Presse Med* 1985;14(18):1031–1033
- ⁴⁸ Keggi KJ, Huo MH, Zatorski LE. Anterior approach to total hip replacement: surgical technique and clinical results of our first one thousand cases using non cemented prostheses. *Yale J Biol Med* 1993; 66(3):243–256
- ⁴⁹ Matta JM, Shahrddar C, Ferguson T. Singleincision anterior approach for total hip arthroplasty on an orthopaedic table. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 441:115–124
- ⁵⁰ Berger RA. Mini-incision total hip replacement using an anterolateral approach: technique and results. *Orthop Clin North Am* 2004; 35(2):143–151
- ⁵¹ Wetzel R, Dorsch M. Der minimal invasive Zugang zur Implantation der Hüftendoprothese. *Orthopäde* 2006; 35:738–743
- ⁵² Goldstein WM, Branson JJ. Posteriorlateral approach to minimal incision total hip arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 2004; 35(2):131–136

-
- ⁵³Sculco TP, Jordan LC, Walter WL. Minimally invasive total hip arthroplasty: the Hospital for Special Surgery experience. *Orthop Clin North Am* 2004; 35(2):137–142
- ⁵⁴Nakamura S, Matsuda K, Arai N, Wakimoto N, Matsushita T. Mini-incision posterior approach for total hip arthroplasty. *Int Orthop* 2004; 28(4):214–217
- ⁵⁵Wenz JF, Gurkan I, Jibodh SR. Mini-incision total hip arthroplasty: A comparative assessment of perioperative outcomes. *Orthopedics* 2002; 25(10):1031–1043
- ⁵⁶Irving JF. Direct two-incision total hip replacement without fluoroscopy. *Orthop Clin* 2004; North Am 35(2):173–181
- ⁵⁷Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S. (Hrsg) Transglutealer Zugang nach Bauer. Operative Zugangswege in der Orthopädie und Traumatologie. Thieme, Stuttgart, 1990; S 114–116
- ⁵⁸Schneider M, Kawahara I, Breusch SJ. Modifizierter Hardinge-Zugang mit Kurzinzision. *Orthopäde* 2006; 35:751–760
- ⁵⁹Berger RA. Mini-incision total hip replacement using an anterolateral approach: technique and results. *Orthop Clin North Am* 2004; 35(2):143–151
- ⁶⁰American Society of Anesthesiologists. New Classification of physical status. *Anesthesiology* 1963; 24:111-4
- ⁶¹BeggC, Cho M, Eastwood S, et al. Improving the quality of reporting of randomized controlled trials – the CONSORT-Statement. *JAMA* 1996; 28:637-9
- ⁶²Harris WH. 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* 1969; 51:737-755
- ⁶³Tubach F, Baron G, Falissard B. Using patients´and rheumatologists´opinions to specify a short form of the WOMAC function subscale. *Ann Rheum Dis* 2005; 64:75-79
- ⁶⁴Mahoney FI, Barthel D. Functional evaluation: The Barthel Index. *Maryland State Med Journal* 1965;14:56-61
- ⁶⁵Hobart JC, Thompson AJ. The five item Barthel index. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 2001;71:225-230

-
- ⁶⁶ Cheng T, Feng J.G, Liu T, Zhang X.L. Minimally invasive total hip arthroplasty: A systemic review.
International Orthopädics (SICOT) 2009; 33:1473-81
- ⁶⁷ Chimento G F et al. Minimally invasive total hip arthroplasty, a prospective randomized study.
The Journal of Arthroplasty 2005; Vol. 20, No 2
- ⁶⁸ Wohlrab D, Hagel A, Hein W, Vorteile der minimal invasiven Implantation von Hüfttotalendoprothesen in der frühen postoperativen Rehabilitationsphase.
Z Orthopädie und ihre Grenzgebiete 2004; 142, 685-90
- ⁶⁹ Chung WK, Liu D, Foo LSS. Mini-incision total hip replacement – surgical technique and early results.
J of orthopaedic surg 2004; 12 (1), 19-24
- ⁷⁰ Wenz JF, Gurkan I, Jibodh SR. Mini-Incision total hip arthroplasty: a comparative assessment of perioperative outcomes.
Orthopedics 2002; Vol 25, No.10, 1031-1043
- ⁷¹ Nakamura S et al. Mini-incision posterior approach for total hip arthroplasty.
International Orthopaedics 2004; 28, 214-217
- ⁷² Rittmeister M, Peters A. Vergleich des Hüftgelenkersatzes über eine posteriore Miniinzision oder einen klassischen anteriolateralen Zugang.
Orthopäde 2006; 35:716-722
- ⁷³ de Beer J, Petruccelli D, Zalzal P, Winemaker MJ. Single-incision, minimally invasive total hip arthroplasty: length doesn't matter.
J Arthroplasty 2004; 19(8):945-50
- ⁷⁴ Rachbauer F, Krismer M. Minimal invasive Hüftendoprothetik über den anterioren Zugang.
Oper Orthop Traumatol. 2008; 20:239-51
- ⁷⁵ Rosencher N, Kerckamp HE, Macheras G, Munuera LM, Menichella G, Barton DM, Cremers S, Abraham IL. Orthopedic Surgery Transfusion Hemoglobin European Overview (OSTHEO) study: blood management in elective knee and hip arthroplasty in Europe.
Transfusion 2003 Apr;43(4):459-69
- ⁷⁶ Woolson ST et al. Comparison of primary total hip replacements performed with standard incision or a mini-incision.
J Bone Joint Surg 2004; 86 A:1358-1358
- ⁷⁷ Ogonda L, Wilson R, Archbold P, Lowlor M, Humphreys P, et al. A minimal-incision technique in total hip arthroplasty does not improve early postoperative outcomes. A prospective, randomized, controlled trial.
J Bone Joint Surg 2005; 87 A:701-710

-
- ⁷⁸Higuchi F, Gotoh M, Yamaguchi N, Suzuki R, Kunou Y, Ooishi K, Nagata K. Minimally invasive uncemented total hip arthroplasty through an anterolateral approach with a shorter skin incision. *J Orthop Sci*, 2003; 8:812-817
- ⁷⁹ Pavone V, Chimento G, Sharrock N, Sculco TP. The role of incision length in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 2001; 83 B, Suppl II, 213
- ⁸⁰DiGioia AM 3rd, Plakseychuk AM, Levison TJ, Jaramaz B. Mini-Incision technique for total hip arthroplasty with navigation. *The Journal of Arthroplasty* 2003; Vol. 18, No 2:123-128
- ⁸¹Vavken P, Kotz R, Dorotka R. Minimally invasive hip replacement a meta-analysis. *Z OrthopUnfall* 2007; 145-2:152-6
- ⁸²Cheng T, Feng JG, Liu T, Zhang XL. Minimally invasive total hip arthroplasty: A systematic review. *Int Orthop* 2009;33-6:1473-81
- ⁸³Hutchings L, Fox R, Chesser TJS. The use of outcome measures in patients with proximal femoral fractures. *British Trauma Society Annual Scientific Meeting 2010. Manchester: BTS Abstract Book*, 2009:120
- ⁸⁴Di Monaco M, Di Monaco R, Manca M, Cavanna A. Functional recovery and length of stay after recurrent hip fracture. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81-2:86-9
- ⁸⁵Diamond TH, Thornley SW, Sekel R, Smerdely P. Hip fracture in elderly men: prognostic factors and outcomes. *Med J Aust* 1997;167-8:412-5
- ⁸⁶Figved W, Opland V, Frihagen F, Jervidal T, Madsen JE, Nordsletten L. Cemented versus uncemented hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467-9:2426-35
- ⁸⁷Simanski C, Bouillon B, Lefering R, Zumsande N, Tiling T. What prognostic factors correlate with activities of daily living (Barthel Index) 1 year after para-articular hip fracture? A prospective observational study. *Unfallchirurg* 2002; 105-2:99-107
- ⁸⁸Van Balen R, Essink-Bot ML, Steyerberg E, Cools H, Habbema DF. Quality of life after hip fracture: a comparison of four health status measures in 208 patients. *Disabil Rehabil* 2003; 25-10:507-19
- ⁸⁹Weatherall M. One year follow up of patients with fracture of the proximal femur. *N Z Med J* 1994; 107-983:308-9

-
- ⁹⁰ Wright J M, Crockett HC, Delgado S, Lyman S, Madson M, Sculco TP. Mini-Incision for total hip arthroplasty: a prospective, controlled investigation with 5-year follow-up evaluation.
J Arthroplasty 2004; Vol. 19, No 5:538-545
- ⁹¹ Kaneko K, Ohbayashi A, Okahara H, Iwase H, Kurosawa H. Minimally invasive hemiarthroplasty in femoral neck fractures. Randomized comparison between a mini-incision and an ordinary incision: preliminary results
European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology 2005;15-1:19-22
- ⁹² Lawlor M, Humphreys P, Morrow E, Ogonda L, Bennett D, Elliott D, Beverland D. Comparison of early postoperative functional levels following total hip replacement using minimally invasive versus standard incisions. A prospective randomized blinded trial.
Clin Rehabil 2005;19-5:465-74
- ⁹³ BQS Qualitätsreport Fachgruppe Orthopädie und Unfallchirurgie.
http://www.bqs-qualitätsreport.de/2007/ergebnisse/leistungsbereiche/hueft_endo_erst/datengrundlage
- ⁹⁴ Howell J R, Masari B A, Duncan C P. Minimally invasive versus standard incision anterolateral hip replacement: a comparative study.
Orthopedic Clinics of North America 2004; 35:153-162
- ⁹⁵ van Dijk C M, Bimmel R, F. Surgical approaches in primary total hip arthroplasty- pros and cons.
Orthopaedics and Trauma 2009; 23:27-34