

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie  
der Universität Würzburg  
Direktor: Prof. Dr. med. J.Eulert

Die Endoprothesenversorgung bei Hüftkopfnekrose:  
zementiert oder unzementiert?  
Ergebnisse unter Zuhilfenahme der EBRA-FCA

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg  
vorgelegt von  
Johannes Lermann  
aus Marktheidenfeld

Würzburg, Februar 2005

Referent: Privatdozent Dr. med. Christian Hendrich

Korreferent: Professor Dr.-Ing. Roger Thull

Dekan: Professor Dr. med. Georg Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 12.07.2005

Der Promovend ist Arzt.

<b>1.</b>	<b>Einleitung und Fragestellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Material und Methoden .....</b>	<b>11</b>
2.1	Patientenkollektiv .....	11
2.2	Basisdaten .....	11
2.3	ASA Klassifikation .....	11
2.4	Bicontact-Prothesensystem .....	12
2.5	Müller-Geradschaft-Prothese.....	12
2.6	Operation und postoperativer Verlauf .....	13
2.7	Klinische Untersuchungen .....	13
2.8	Patientenfragebögen .....	14
2.8.1	Soziodemographischer Fragebogen .....	15
2.8.2	Womac.....	15
2.8.3	SF 36 .....	15
2.8.4	Risikofaktoren .....	16
2.9	Radiologische Untersuchungen.....	16
2.9.1	Klassifikation nach Ficat.....	17
2.9.2	Klassifikation nach Steinberg .....	17
2.9.3	Nekrosewinkel nach Kerboul.....	19
2.9.4	Bone-Stock-Index nach Healey.....	19
2.9.5	Heterotope Ossifikationen.....	20
2.9.6	Gruen-Zonen.....	21
2.9.7	Lockerungsdiagnose .....	21
2.10	Ein-Bild-Röntgen-Analyse der Schaftkomponente (EBRA-FCA) .....	22
2.10.1	Voreinstellungen bei Auswertungen.....	23
2.10.2	Hard-und Softwarevoraussetzungen.....	24
2.10.3	Der Messvorgang.....	24
2.10.4	Auswertungen .....	26
2.10.5	Messgenauigkeit und Einschränkungen.....	27
2.11	Statistik .....	28
2.12	Diagnose und Ätiologie.....	28
2.12.1	Cortison.....	28
2.12.2	Alkohol .....	29

2.12.3	Posttraumatisch .....	30
2.12.4	Idiopathisch .....	31
<b>3.</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>32</b>
3.1	Patientenkollektiv .....	32
3.2	Nachuntersuchungszeitraum .....	32
3.3	Prothesenart und Ätiologie .....	33
3.4	Prothesenschicksal .....	34
3.5	Voroperationen, postoperativer Verlauf und Komplikationen .....	34
3.6	Operationsalter .....	34
3.7	ASA-Klassifikation .....	35
3.8	Klinische Untersuchung .....	35
3.9	Harris-Hip-Score .....	35
3.10	Analgetika Einnahme .....	35
3.11	Radiologische Auswertung .....	36
3.11.1	Healey Index .....	36
3.11.2	Heterotope Ossifikation .....	36
3.11.3	Steinberg-und Ficat-Klassifikation, Womac- und SF 36-Score .....	36
3.11.4	Kerboul-Winkel .....	38
3.11.5	Gruen-Zonen .....	38
3.12	EBRA-FCA .....	38
3.12.1	Untersuchungszeitraum der EBRA FCA .....	38
3.12.2	Subsidence .....	39
3.12.3	Mittlere Subsidence .....	40
3.13	Patientenfragebögen .....	41
3.13.1	Womac .....	41
3.13.2	SF 36 .....	42
<b>4.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>44</b>
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>52</b>
<b>6.</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>54</b>

## Verzeichnis der Abkürzungen

AAOS	American Academy of Orthopedic Surgeons
AG	Aktiengesellschaft
Allg.	allgemein
a.p.	anterior-posterior
ASA	American Society of Anesthesiologists
AVN	avaskuläre Nekrose
bzw.	beziehungsweise
BÜS	Beckenübersicht
CD-ROM	Compact-Disc-Ready-only-Memory
CT	Computertomographie
EBRA-FCA	Ein-Bild-Röntgen-Analyse der femoralen Komponente
emot.	emotional
et al.	et alii
Fa.	Firma
Fkt.	Funktion
Ges.	Gesundheit
GGT	Glutamytransferase
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Gruppe ALK.	Gruppe der Alkoholiker
Gruppe Idio.	Gruppe der idiopathischen Patienten
Gruppe Kort.	Gruppe der Kortison-Patienten
HHS	Harris-Hip-Score
HKN	Hüftkopfnekrose
JJMMTT	Jahr Monat Tag
JÜL	Jahres-Überlebensrate
körp.	körperlich
M.	Morbus
MRT	Magnetresonanztomographie
ON	Osteonekrose
OP	Operation
P	Signifikanz

PC	Personal Computer
Psych.	psychisch
®	eingetragenes Warenzeichen
s	Standardabweichung
SF	Short Form
SICOT	Société Internationale de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie
soz.	sozial
s.u.	siehe unten
TEP	Totalendoprothese
TIF	Tagged-Image-File
u.s.w.	und so weiter
Wahrn.	Wahrnehmung
WOMAC	Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index

# 1 Einleitung und Fragestellung

Die Geschichte der Hüftkopfnekrose beginnt in den zwanziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts.

Nach vereinzelt Beobachtungen wies Freund (1926) als einer der Erstbeschreiber sehr früh schon auf den Infarktcharakter des Geschehens hin. Phimister sprach von „obscure vascular disturbance“, Chandler verwandte den Begriff der „coronary disease of the hip“.

Der Hüftkopf wird durch eine funktionelle Endarterie versorgt, dem Ramus profundus der Arteria circumflexa femoris medialis. Diesen Beweis erbrachte Hipp. Er zeigte auch auf, dass bei Patienten mit HKN angiographisch Gefäßveränderungen vorhanden sind. In den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts stiegen die Publikationen zur Hüftkopfnekrose sprunghaft an. Nun tauchten auch Vermutungen über Ätiologie und Risikofaktoren auf. Das Zusammentreffen der HKN mit Lupus erythematodes, Kortisoneinnahme, Sichelzellanämie, Alkoholabusus und anderen Faktoren wurde beschrieben [1].

So gelang es auch, eine Hüftkopfnekrose im Tierexperiment zu erzeugen.

Absägen des Femurkopfes symbolisierte die posttraumatische HKN, aber auch die Erzeugung einer Nekrose durch Embolisation oder durch Kortisonfütterung wurde im Versuch simuliert.

Die Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie und des Berufsverbandes der Ärzte für Orthopädie definiert die Hüftkopfnekrose wie folgt:

„Unter Hüftkopfnekrose sind alle erworbenen Erkrankungen des Hüftkopfes zu verstehen, die durch eine Ischämie zu einer unterschiedlich großen, meist partiellen Nekrose des Hüftkopfes führen und die in ihrem Endstadium in eine Koxarthrose übergehen können“ [2].

Die Terminologie ist uneinheitlich. Im angloamerikanischen Raum wird oft nur zwischen entzündlichen (septischen) und nicht-entzündlichen (aseptischen) Hüftkopfnekrosen unterschieden. Im Deutschen wird die HKN meist, sowohl im Kindes- wie auch im Erwachsenenalter, in primäre und sekundäre Nekrose aufgeteilt.

Als primäre Nekrosen wurden der Morbus Perthes, die Osteochondrosis dissecans und die idiopathische Hüftkopfnekrose angesehen.

Sekundäre Nekrosen sind posttraumatische Nekrosen und Hüftkopfnekrosen im Rahmen systemischer Erkrankungen und Läsionen. (Alkoholabusus, Kortikoidtherapie, systemischer Lupus erythematodes, Morbus Gaucher usw.)

Das Geschlechterverhältnis Männer : Frauen bei Patienten, die an HKN erkranken, liegt bei 4 : 1. Gehäuft tritt diese Knochennekrose in der vierten Lebensdekade auf. In einem hohen Prozentsatz (30 %-70 %) sind beide Hüften betroffen [3].

Zur Erklärung der Pathologie und Ätiologie sollte man zwischen posttraumatischer und nicht-traumatischer Hüftkopfnekrose unterscheiden.

Die posttraumatische Hüftkopfnekrose ist pathologisch auf die starken Weichteilveränderungen, die durch die Fraktur entstehen, zurückzuführen. Am koxalen Femurende ist eine Gefäßverletzung zu erkennen. Die Blutgefäße werden torquiert, überdehnt, wenn nicht gar abgerissen, es folgt die ischämische Nekrose [4].

Schwieriger ist die nicht-traumatische HKN zu erklären.

Der wahrscheinlichste pathophysiologische Ansatz vertritt eine intravasale Koagulation mit Ausbreitung eines Fibrinthrombus, der dann eine Osteonekrose auslösen kann [5] [6] [7]. Die Thrombose der intraosseären Mikrozirkulation basiert auf den drei klassischen und bekannten Faktoren der Virchow-Trias: Stase, Hyperkoaguabilität und Verletzung des Endothels.



Die Ätiologie ist oft nur multifaktoriell erklärbar [8]. Aber schlussendlich läuft der gemeinsame Weg des Pathomechanismus auf ein thrombotisches Geschehen hinaus. Dies verdeutlicht das Modell von Jones:

**Pathophysiologisches Modell der nicht-traumatischen ON**

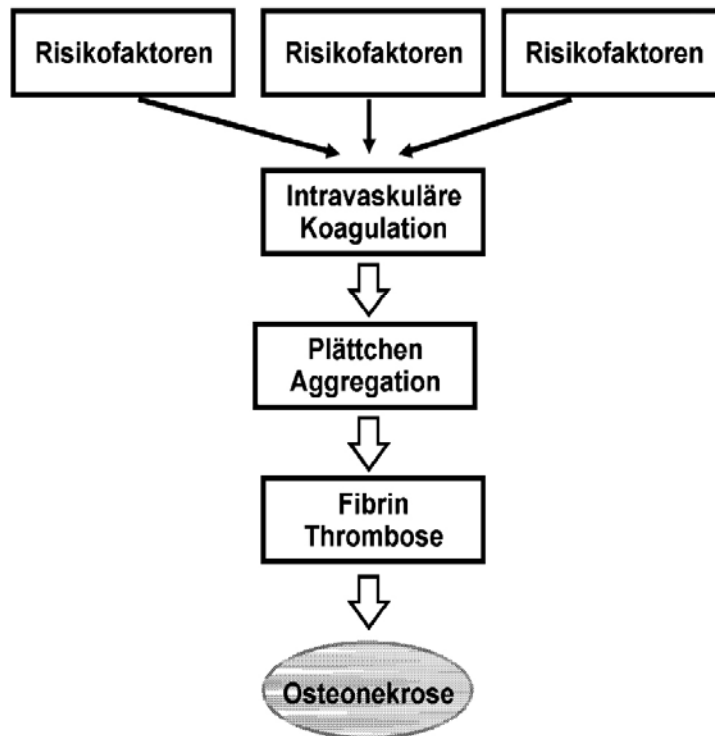


Abbildung 1: Pathophysiologisches Modell der nicht-traumatischen Osteonekrose nach Jones [9].

Faktoren, Erkrankungen und Gründe die letztendlich zum thrombotischen Verschluss führen wurden zuhauf publiziert [1] [3] [10] [11]. Eine der umfassendsten Aufzählungen erschien 1988 durch Jones, deshalb soll sie hier wiedergegeben werden.

*Familiäre Thrombophilie:*

APC-Resistenz  
Protein-C-Defizit  
Protein-S-Defizit  
AT-III-Defizit  
Hyperhomozyteinämie

*Hyperlipoproteinämie und Fettembolie:*

Alkoholismus  
Diabetes Mellitus  
Fettemulsionstherapie  
Hyperkortisonismus  
Hyperlipidämie (Typ I und IV)  
Erhöhtes C-reaktives Protein (CRP)  
Übergewicht  
Schwangerschaft  
Dekompressionskrankheit  
Hämoglobinopathien  
Verbrennungen  
Frakturen

*Überempfindlichkeitsreaktionen:*

Transplantatabstossungsreaktionen  
Anaphylaktischer Schock  
Antiphospholipid Antikörper  
Immunkomplexe  
Serumkrankheit  
SLE  
Transfusionszwischenfälle

*Hypofibrinolyse:*

Dysfibrinogenämien  
Plasminogendefizit  
Erniedrigter TPA  
Erhöhter PAI-1

*Infektionen:*

Endotoxische bakterielle Reaktionen  
Bakterielle Lipopolysaccharide  
Bakterielle Mukopolysaccharide  
Shwartzman-Reaktion  
Toxischer Schock  
Virusinfektionen

*Proteolytische Enzyme:*

Pankreatitis  
Schlangenbisse

*Gewebefaktor Freisetzung:*

Entzündliche Darmerkrankungen  
Malignome  
Neurotraumen  
Schwangerschaft

*Andere präthrombotische Konditionen:*

Azidose  
Anorexia nervosa  
Östrogene  
Rauchen  
Morbus Gaucher  
Hämolytisch-urämisches Syndrom  
Hämolyse  
Hyperfibrinogenämie  
Hyperviskosität  
Schock  
Lipoprotein  
Nephrotisches Syndrom  
Polyzythämie  
Sichelzellenkrise  
Thrombozytose  
Thrombozytopenia purpura  
Gefäßveränderungen

Abbildung 2: Potentielle Faktoren für die Aktivierung der Gerinnung und Ent-  
stehung einer Osteonekrose nach Jones [9]

Alkoholkonsum stellt nicht nur in der Gruppe der sekundären Nekrosen die größte Anzahl an Patienten, sondern kann wahrscheinlich als Hauptursache der idiopathischen Hüftkopfnekrose gelten [12].

Die Tatsache, dass die HKN auf einer Ischämie beruht, ist mehr oder weniger unumstritten. Der Ort der Ischämie liegt jedoch je nach Theorie bei den zuführenden Gefäßen, im Marksinus oder aber bei den abführenden Gefäßen [1].

Die frühe Diagnose ist entscheidend für die Therapie, dies gilt nicht zuletzt für die Hüftkopfnekrose. Wegweisend ist neben genauer Anamnese mit besonderer Berücksichtigung der Risikofaktoren, klinischer Untersuchung, Miteinbeziehung von Laborparametern vor allem die Bildgebung.

Am Anfang jeder bilddiagnostischen Abklärung der HKN hat nach wie vor die konventionelle Röntgenaufnahme zu stehen. Normalerweise werden Bilder beider Hüften in a.p.- und axialem Strahlengang und/oder eine Aufnahme nach Lauenstein angefertigt. Allerdings ist anzumerken, dass das Nativröntgen die Nekrose erst im Spätstadium darstellt. Differentialdiagnosen wie Tumore, Frakturen, degenerative Veränderungen usw. lassen sich jedoch rasch und sicher ausschließen [3].

Methode der Wahl ist heute definitiv das MRT, egal ob es um Früherkennung oder aber Lokalisation und Ausdehnung der HKN geht [13] [14] [15]. Die Überlegenheit des MRT gegenüber anderen bildgebenden Verfahren sowie die über 90%ige Spezifität und Sensivität konnte anhand von Studien eindrücklich demonstriert werden. [13] [16] [17].

Eine bundesweite Umfrage in 210 orthopädischen Kliniken hat ergeben, dass das konventionelle Röntgen zu 100 % und das MRT zu 78 % zur Diagnosefindung eingesetzt werden. Andere bildgebende Verfahren wie Skelettszintigraphie (7 %) und CT (8 %) spielen mittlerweile nur noch eine untergeordnete Rolle [18].

Der Therapieansatz der HKN hängt stark vom Stadium ab.

In allen Stadien der HKN ist jedoch auf eine ausgewogene Schmerztherapie und krankengymnastische Begleitbehandlung zu achten. Den entscheidenden Scheidepunkt stellt hierbei das Stadium des subchondralen Kollapses dar (Stadium IIb nach Ficat bzw. III nach Steinberg).

Vor dem Kollaps kann zwischen konservativer medikamentöser und chirurgischer Behandlung entschieden werden. Konservativ steht eine Reihe von Medikamenten zur Verfügung, die den Krankheitsverlauf günstig beeinflussen sollen. Die Liste umfasst Lipidsenker, Antikoagulantien, Anabolika, Vasodilatoren aber auch Diphosphonate. Meist handelt es sich bei diesen Therapien um Versuchsstadien. Magnetfeld- und Stoßwellentherapie und hyperbare Oxygenation sind andere Ansätze der konservativen Therapie, die sich zumeist ebenfalls in der Erprobungsphase befinden.

Chirurgisch stehen mit Hüftkopffentlastungsbohrung, Spongiosaplastik, gefäßgestieltem Knochentransplantat Erfolg versprechende Maßnahmen zur Verfügung, um den Krankheitsprozess günstig zu beeinflussen. Die Hüftanbohrung wird dabei teilweise in Kombination mit Transplantaten, Zytokinen oder Knochenwachstumsproteinen durchgeführt.

Bei bereits erfolgter Sinterung der Gelenkfläche ist eine Umstellungsosteotomie zu erwägen. Hierbei wird versucht, das Nekroseareal aus dem Bereich der höchsten Belastung heraus zu drehen und so eine Verbesserung zu erzielen.

Umstellungsosteotomien und Knochentransplantate sind Optionen vor und nach dem Kollaps des Femurkopfes, also Ficat Stadium II und III betreffend. Mittlerweile hat sich jedoch gezeigt, dass die Langzeitergebnisse nach Umstellungsosteotomien im Stadium III nur unzureichend sind.

Dem völligen Einbruch der Gelenkfläche (Ficat III und IV) steht daher nur noch eine Therapieoption offen: Die Hüftendoprothese [19].

In der neueren Literatur gibt es auch Verfechter der Hemiarthroplastik. Es wird angeführt, dass sich dieses Verfahren aufgrund der knochensparenden Operationstechnik besonders für die sehr jungen Patienten eignen würde. Allerdings sind die Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre eher mäßig.

Eine zum Teil sehr hohe Versagerquote wurde in mehreren Studien veröffentlicht [20] [21] [22] [23].

Auch scheint dieses Verfahren bei größeren Nekroseherden und Osteolysen nicht oder nur bedingt anwendbar [24].

Ein spezieller Typ von Hemiarthroplastik ist die Bipolar-Prothese. Auch hier wird über sehr unzureichende Ergebnisse berichtet. Sanjay [25] ermittelt eine Versagerquote von 11 % (Folow-up 4,6 Jahre, 26 Prothesen).

In der Studie von Lachiewicz [26] sind nur 48 % der 31 untersuchten Hüften klinisch als zufrieden stellend zu betrachten, in der Untersuchung von Cabanela [27] sind es 10 von 19 untersuchten Hüften. Hiroshi et al. wenden sich aufgrund der Ergebnisse ihrer Studie von der Bipolar-Prothese ab und implantieren wieder generell die TEP [28].

Wie sich die Hemiathroplastiken in den nächsten Jahren entwickeln werden bleibt abzuwarten. Momentan sind sie jedoch keine Alternative zur Totalendoprothese, da diese im direkten Vergleich deutlich besser abschneiden [29] [30].

Im Ficat Stadium III und IV ist die beste Therapie nach wie vor die Totalendoprothese.

Zwei Implantiertechniken liegen vor: Zementierte und unzementierte Schäfte. Aber welche sind zu bevorzugen?

Die bundesweite Umfrage ergibt zwar mit 68 % eine klare Präferenz für Druckscheiben bzw. unzementierte Prothesen. Zementierte oder auch teilzementierte Schäfte wurden in 32 % der Fälle verwandt. Aber heißt das, dass unzementierte Schäfte Vorteile gegenüber zementierten bieten? Was sind die Kriterien für die Bevorzugung des einen oder des anderen Typs?

Bekanntlich alteriert die HKN den Knochen und somit wird der Knochen für die Prothesenverankerung biomechanisch und biologisch ungünstig verändert.

Kann man aufgrund dieser Tatsache eine Implantationstechnik empfehlen?

Spielt das Alter oder das Geschlecht des Patienten eine entscheidende Rolle?

Hat die Ätiologie der Hüftkopfnekrose Einfluss auf das Ergebnis?

Die These, dass Prothesen bei HKN-Patienten prinzipiell eine kürzere Überlebensdauer haben, untermauern die Untersuchungen von Cornell [31], Chiu [32] und Saito [33].

Saito et al. [33] untersuchten sowohl HKN-Patienten als auch Koxarthrose-Patienten, die zum größten Teil eine zementierte Charnley-Müller-Prothese erhalten hatten.

28 % der HKN-Patienten mussten eine Revision erhalten, hingegen nur 6 % der Koxarthrose-Patienten.

Auch die radiologische und klinische Untersuchung ergab durchweg schlechtere Ergebnisse bei Nekrose-Patienten.

Cornell et al. und Salvati et al. fanden bei einer Untersuchung mit zementierten Prothesen eine 4 mal höhere Lockerungsrate als bei Koxarthrose-Patienten. Chiu

[34] ermittelt deutlich schlechtere Ergebnisse bei den Patienten, die an einer HKN erkrankt waren. Er untersuchte 47 Charnley-Prothesen, 40 % davon hatten eine Nekrose.

Es gibt aber auch gegenteilige Meinungen. Ritter et al. [35] sowie Sarmiento et al. [36] zeigten Studien, bei denen HKN-Patienten und Koxarthrose-Patienten, welchen eine zementierte Prothese eingesetzt wurde, miteinander verglichen wurden. Sie fanden keine signifikanten Unterschiede.

Allerdings muss man anmerken, dass Untersuchungen von zementierten Schäften immer schwer zu vergleichen sind, da oftmals unterschiedliche Zementier-techniken verwendet wurden. Die Zementiertechniken der II. oder gar III. Generation zeigen insgesamt bessere Ergebnisse [37] [19].

Manche Autoren haben in ihren Studien die Ätiologie der Nekrose berücksichtigt. Sie fanden bei alkoholinduzierten, vor allem aber bei kortikoidinduzierten HKN schlechtere Ergebnisse bei der Überlebensrate der TEP [38] [39]. Eine Ursache hierfür liegt in der herabgesetzten Knochenqualität von Patienten nach Kortikoidtherapie. Schlechtere Ergebnisse zeigen aber auch jüngere Patienten, dies konnte Dorr in seiner Studie zeigen [40].

Im König-Ludwig-Haus erhalten Patienten unter 60 Jahren eine zementfreie Prothese, Patienten über 60 Jahren wird eine zementierte Prothese implantiert.

Wie ist dieses Vorgehen bei jungen Patienten mit kortikoidinduzierter HKN zu bewerten? Ist hier eine zementfreie Verankerung sinnvoll, wo schlechte Knochenqualität und junges Alter, laut mancher Autoren [41] [42] für zementierte Prothesen spricht?

Um zementierte und unzementierte Schäfte direkt miteinander zu vergleichen, ist insbesondere die radiologische Analyse geeignet.

Neben Ossifikationen und Osteolysen wurde versucht, Lysesäume zu erkennen. Bester Röntgenparameter für die Stabilität einer Prothese stellt jedoch die Prothesenmigration dar. Die Beurteilbarkeit der Migration an Nativröntgenbildern wird durch das Problem der Vergleichbarkeit der Ausgangskollektive erschwert. Es gibt

verschiedene Methoden der Migrationsanalyse. Manuelle Messmethoden, wie die nach Sutherland oder Wetherell, sind mittels Bleistift und Lineal schnell auszuführen. Die Kontrolle der Vergleichbarkeit der einzelnen Röntgenbilder ist allerdings nicht gegeben und es werden nur ausgeprägte Migrationen sicher erfasst [43] [44].

Die computergesteuerte Sulzermethode erfordert die Verwendung von PC und Scanner, die Knochenmarkierungen werden subjektiv gewählt, der benötigte Zeitaufwand ist hoch, die Genauigkeit ist geringer als bei der EBRA-FCA [43].

Ein präzises Messverfahren stellt die computergestützte Stereoröntgenphotogrammetrie dar. Die Migration kann dreidimensional erfasst werden. Größere Patientenkollektive sind kaum zu erhalten, da metallische Markierungen implantiert werden müssen und die Strahlenbelastung doch recht hoch ist [44].

Die Sinterung des Schaftes wird mittels EBRA FCA festgestellt, weil diese Methode eindeutig im Vorteil gegenüber anderen Methoden ist. Die Auswertung ist aufgrund einer computergestützten Auswertung sehr genau und objektiv, die Vergleichbarkeit der Aufnahmen ist gewährleistet. Implantierte Marker sind nicht erforderlich, die Strahlenbelastung gering, da die im Zuge der Nachsorge gemachten Aufnahmen verwendet werden, so dass große Kollektive untersucht werden können.

Eine weitere Möglichkeit, die Ergebnisse von Endoprothesen miteinander zu vergleichen, sind objektive und subjektive Score-Systeme.

Der Harris-Hip-Score wird prä- und postoperativ errechnet, mit ihm können Funktion und Beweglichkeit vor und nach der Operation erfasst werden.

Die Befindlichkeit der Patienten ermitteln die standardisierten Patientenfragebögen Womac und SF 36. Klinische Ergebnisse und subjektives Befinden des Patienten sind nicht zu unterschätzende Kriterien, weil nicht zuletzt die Zufriedenheit des Patienten über Erfolg oder Misserfolg der Operation entscheidet.

Letztendlich ist die Frage weiterhin umstritten, welche Implantationstechnik, zementiert oder zementfrei, vorzuziehen ist. Diese Frage ist deshalb von Bedeutung, wenn man abgesehen von der posttraumatischen Hüftkopfnekrose, das junge Durchschnittsalter der Patienten betrachtet. Der Altersgipfel der Betroffenen

liegt zumeist bei 30-40 Jahren. Das Durchschnittsalter von Personen, die eine Totalendoprothese (TEP) erhielten, liegt in den USA bei 75 Jahren. 95 % dieser Patienten werden nie eine Revisionsoperation benötigen. Fast alle der jungen Hüftnekrose (HKN)-Patienten werden diese jedoch brauchen. Dies macht auch verständlich weshalb in den USA der Anteil der HKN-Patienten an allen, die einen Hüftersatz erhalten, zwar 10 % ist, diese jedoch 20 % des TEP-Budgets benötigen [45]. Umso wichtiger ist die Frage nach dem bestmöglichen TEP-Ersatz.

Gibt es aber auch abhängige Parameter, die den Weg weisen? Kann man vom Alter, Geschlecht oder von der Ätiologie der HKN auf die geeignete Verankerungstechnik schließen? Welche Rolle spielt die schlechtere Knochenqualität der Kortikoidpatienten. Ist auch hier ein altersabhängiges Vorgehen sinnvoll (ab 60 Jahren zementiert)?

Anders gefragt: Ist die zementfreie Verankerung auch für Kortikoidpatienten unter 60 Jahren geeignet?

Folgende Gesichtspunkte sollen in dieser Studie bearbeitet werden:

- Vergleich von zementierter und zementfreier Verankerungstechnik
- Verwendung der Subsidence als radiologischer Parameter der Schaftsinterung
- Verwendung subjektiver Scores in Abhängigkeit von Ätiologie und Verankerungstechnik
- Gesonderte Betrachtung der zementfreien Verankerung bei jungen Patienten mit schlechter Knochenqualität (Kortison)



## 2 Material und Methoden

### 2.1 Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv bestand aus Personen, die zwischen 1992 und 1998 im König-Ludwig-Haus aufgrund einer fortgeschrittenen Hüftkopfnekrose eine Müller-Geradschaft-Prothese oder eine Bicontact-Prothese implantiert bekamen. Weiteres Einschlusskriterium war das Vorhandensein von vier Beckenübersichtsaufnahmen (einschließlich Nachuntersuchung), auf denen die Prothese in voller Länge zu sehen ist. Bei Patienten, die im Zeitraum 1992-1998 die eine und dann zwischen 1999 und 2000 die andere Seite operiert bekamen, wurden beide Prothesen nachuntersucht. Dies war zweimal der Fall. Insgesamt wurden 67 Patienten nachuntersucht, 12 wurden beidseitig operiert, so dass in der Hüftsprechstunde insgesamt 79 Hüften gesehen wurden. Aus statistischen Gründen wurde bei Patienten, die beidseitig untersucht wurden lediglich die Hüfte gewertet, welche später implantiert worden ist.

### 2.2 Basisdaten

Die Stammdaten der Patienten wurden der jeweiligen Krankenakte entnommen. Hierzu zählen Diagnosen, Nebendiagnosen, Operationsalter, Voroperationen sowie Allgemeinerkrankungen.

### 2.3 ASA Klassifikation

Die ASA Klassifikation wurde dem Anästhesieprotokoll entnommen. Sie gibt Aufschluss über den Allgemeinzustand des Patienten

ASA	Allgemeinzustand
I	gesunder Patient
II	Patient mit leichten Systemerkrankungen
III	Patient mit schwerer Systemerkrankung und Leistungsminderung
IV	Patient mit schwerster Systemerkrankung und konstanter Lebensdrohung
V	Moribunder Patient, der mit oder ohne OP die nächsten 24 Stunden voraussichtlich nicht überlebt
VI	Für Hirntod erklärter Patient im Rahmen einer Organentnahme

Tabelle 1: ASA Klassifikation I-VI

## 2.4 Bicontact-Prothesensystem

Der Bicontactschaft wird seit 1987 von der Firma Aesculap/Tuttlingen hergestellt und ist eine kragenlose Geradschaft-Prothese aus Titan (TiAl6V4). Die Bicontact-Prothese verfolgt das System der proximalen Kraftübertragung. Diese wird unter anderem durch die bogenförmige laterale Abstützfläche sowie die Plasmapore-Beschichtung im proximalen Schaftbereich erreicht. Die Plasmapore-Beschichtung (Plasmapore®, Porengröße 50-200µm) erzeugt durch deutliche Oberflächenvergrößerung eine Druckverteilung am Implantat-Knochen-Übergang. Bei dieser Prothese sollten die Knochen-Implantat-Kontaktzonen im Sinne einer proximalen Verankerungstechnik und für den Fall eines späteren Prothesenwechsels auf den Bereich der porösen Beschichtung beschränkt sein. [46] [47]. Bei den hier verwendeten Bicontact-Schäften handelt es sich um Standardschäfte oder um die etwas schmalere SD-Schäfte.

Bicontact Schäfte wurden in Größen wie folgt verwendet: 9 (n=1), 10 (n=2), 11 (n=1), 12 (n=6), 13 (n=9), 14 (n=9), 15 (n=6), 16 (n=4), 17 (n=2), 18 (n=1).

## 2.5 Müller-Geradschaft-Prothese

Bei dieser Studie wurden als zementierte Implantate Müller-Geradschaft-Prothesen der Firma Protek GmbH untersucht. Dabei handelte es sich um zementierte Schäfte mit einer Cobalt-Nickel-Chrom-Molybdän Legierung. Müller führte 1977 die Geradschaft-Prothese als Weiterentwicklung der Bogenschaft-Prothese ein. Die Bogenschaft-Prothese hatte Müller bereits 1966 entwickelt, sie wies jedoch einige Schwachstellen auf, die sich klinisch auch in erhöhten aseptischen Lockerungsraten zeigten. 1992 wurde nach kritischen Studien die Legierung der Müller-Geradschafts-Prothese von Titan (Ti6Al7Nb, PROTASUL-100) auf Cobalt-Nickel-Chrom-Molybdän (CoNiCrMo, Protasul-10) umgestellt.

Die Geradschaft-Prothese arbeitet nach dem Prinzip der Selbstverblockung mit dem Ziel eines formschlüssigen Kontakts in der Frontalebene. Durch die Krümmung des Femurs wird eine Verblockung in der Sagittalebene gefördert.

Die Art des Schaftes (Standard oder lateralisiert) und die Größe (7,5/10,0/11,25/12,5/13,75/15,0/17,5/20,0) wurden festgehalten.

Größe und verwendete Anzahl teilt sich auf wie folgt: 7,5 (n=2), 10 (n=7), 11,25 (n=7), 12,5 (n=3), 13,75 (n=6) und 15 (n=1).

## **2.6 Operation und postoperativer Verlauf**

Alle Patienten wurden in standardisierter Technik operiert: Rückenlage, transglutealer Zugang nach Bauer [48], vollständige Kapselexcision, Verwendung einer Press-Fit-Pfanne mit Polyäthylene-Inlay (zementierte Gruppe: 23 mal Harris Galante Fa. Zimmer, 3 mal Titanpfanne Fa. Alphanorm; nichtzementierte Gruppe: 33 mal Harris Galante Fa. Zimmer, 4 mal Duraloc Fa. de Puy, 2 mal Fitek Fa. Zimmer, 2 mal Plasmacup Fa. Aesculap). Die Pfannen wurden mit 1-4 Schrauben fixiert. Der Markraum wurde nach Herstellerangaben bearbeitet und vorbereitet, um optimale Passgenauigkeit und stabilen Sitz zwischen Implantat und Knochen zu gewährleisten. Im König-Ludwig-Haus wurden in den Jahren 1992-1998 Patienten, die jünger als 60 Jahre waren, mit zementfreien Bicontact-Schäften, Patienten über 60 Jahren mit zementierten Müller-Geradschaft-Prothesen versorgt. Letztere wurden mittels Zementiertechnik der 2. Generation eingesetzt, das heißt: Vorgekühlter Refobacin-Palacos R (Biomet Merck AG, Berlin), Markraumstopper sowie retrograde Auffüllung mit Zementpistole unter Redondrainierung. Bei der Gruppe der Bicontact-Schäfte wurde 39 mal ein 28 mm Keramikkopf (BioloX®) und 2 mal ein 32 mm Keramikkopf (BioloX®), bei den Müller Geradschaft-Prothesen wurde stets der 28 mm Keramikkopf (BioloX®) verwendet. Am ersten postoperativen Tag erfolgte der Beginn der Mobilisation, Aufstehen mit Hilfe in den ersten beiden Wochen, danach Teilbelastung mit 20 kg für weitere 4 Wochen. Röntgenkontrollen wurden nach 2 Wochen, 3 Monaten, 12 Monaten, 2 Jahren, 5 Jahren und 10 Jahren durchgeführt. Angaben über den Heilungsverlauf, die durchgeführte Thromboseprophylaxe, die peri- und postoperativen Komplikationen wie Luxationen, tiefe Beinvenenthrombose oder Lungenembolie wurden der Krankenakte entnommen.

## **2.7 Klinische Untersuchungen**

Alle Patienten wurden im Rahmen der Hüftsprechstunde gemäß dem Konsensuspapier von AAOS, SICOT und Hip-Society untersucht [49]. Dabei wurde der postoperative Harris-Hip-Score bestimmt.

Der Harris-Hip-Score wurde 1969 von Harris beschrieben [50] und gilt als Testverfahren mit hoher Reliabilität und Validität. [51]. Harris unterteilt den Score in 4 Untergruppen und zwar Schmerz, Funktion, Beweglichkeit sowie Fehlen von Bewe-

gungseinschränkungen. Die maximale Punktzahl beträgt 100, die minimale Punktzahl 24 [50].

Unter dem Punkt Schmerz wird die Schmerzintensität, den Effekt auf Aktivitäten und die mögliche Einnahme von Schmerzmitteln erfragt. Es gibt sechs Stufen von keinem Schmerz bis sehr starke Schmerzen bei vollständiger Behinderung, die zur Bettlägerigkeit führt. Maximal sind in dieser Kategorie 44 Punkte erreichbar.

Daneben sind für die subjektive Funktion 47 Punkte vorgesehen. Hinken wird in kein, leichtes, mäßiges und schweres Hinken unterteilt. Die Gehfähigkeit wird ohne bzw. mit Gehhilfen (ein bzw. zwei Achselstützen, Unterarmgehstützen, Gehstöcke) angegeben. Aktivitäten wie Treppensteigen, das An- und Ausziehen von Schuhen und Socken, Sitzen, die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel und die Gehfähigkeit müssen bewertet werden.

5 Punkte sind in der Kategorie objektive Funktion erreichbar. Diese ist bei Zuhilfenahme der Neutral-0-Methode zu ermitteln. Flexion, Abduktion/Adduktion und Außenrotation in Streckung werden geprüft. Der Trendelenburg Test wird im Stehen geprüft und mit positiv, neutral oder negativ eingetragen.

Für das Fehlen von Bewegungseinschränkungen werden 4 Punkte vergeben, jeweils einer für:

- weniger als 30° fixierte Beugekontraktur
- weniger als 10° fixierte Adduktion
- weniger als 10° fixierte Innenrotation in Streckung
- weniger als 3,2 cm Beinlängenunterschied

Zum Vergleich wurde der präoperative Harris-Hip-Score bestimmt. Hierfür wurde der präoperative Aufnahmebogen vor der TEP-OP ausgewertet.

## **2.8 Patientenfragebögen**

Allen Patienten, die zur Nachuntersuchung kamen, wurde ein standardisierter Fragebogen ausgehändigt, der aus Datenblatt, soziodemographischen Merkmalen, WOMAC und SF 36 bestand. Im Datenblatt wurde Name, Geburtsdatum, Anschrift, OP-Datum, sowie Haus- und Facharzt vermerkt.

### **2.8.1 Soziodemographischer Fragebogen**

Im soziodemographischen Fragebogen wurde Geschlecht, Staatsangehörigkeit, Geburtstag, Familienstand, Personen im eigenen Haushalt, Schulabschluss, Berufsausbildung, momentane Erwerbstätigkeit, Berufsgruppe sowie monatliches Haushaltsnettoeinkommen erfragt.

### **2.8.2 Womac**

Der Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index (WOMAC), entwickelt für Untersuchungen an Patienten mit Osteoarthritis, gilt als guter Index für die Nachuntersuchung bei Totalendoprothese [51].

Stucki et al. haben den WOMAC ins Deutsche übertragen [52].

Insgesamt 24 Fragen in drei Kategorien erfragen Schmerz- und Steifigkeitssymptomatik, aber auch Einschränkung der physischen Funktionsfähigkeit.

Teil A befasst sich in fünf Fragen mit Schmerzen beim Gehen auf ebenen Boden, Treppensteigen, nachts im Bett, beim Sitzen oder Liegen sowie beim Stehen.

Zwei Fragen zur Steifigkeit enthält Teil B, Morgensteifigkeit sowie Steifigkeit im Verlaufe des Tages nach Ausruhen, Liegen und Sitzen sind anzugeben.

Den größten Teil mit 17 Fragen nimmt die körperliche Tätigkeit in Teil C ein.

Behandelt werden die Themen Treppen hoch- und runter steigen, Aufstehen vom Sitzen, Sitzen, Stehen, Bücken, Einsteigen /Aussteigen beim Autofahren, Einkaufen gehen, das An- und Ausziehen von Schuhen und Socken, Aufstehen vom Bett, Liegen im Bett, ins Bad steigen, Benutzung der Toilette und zuletzt leichte/anstrengende Hausarbeiten.

Im Original WOMAC wird jede Frage anhand einer zehn Zentimeter Analogskala beantwortet, Stucki et al. haben in der deutschen Version eine Graduierungsskala mit einem Wertebereich von 1-10 verwendet [52].

### **2.8.3 SF 36**

Auch der SF 36 ist für die Kontrolle nach TEP geeignet [51]. Besonders wenn es sich um kleinere Patientenkollektive handelt, zeigt sich der SF 36 gegenüber anderen Scores überlegen [53].

Der SF 36 ist ein internationales Standardinstrument und wurde in zahlreiche Sprachen übernommen, ins Deutsche von Bullinger et al. übersetzt [54]. Der

SF 36 erweist sich als ein erfolgreich evaluierter Fragebogen zur Erfassung der allgemeinen Gesundheit.

Unterteilt wird er in acht Subskalen mit einem jeweiligen Ergebnis von 0-100, wobei 0 das minimale, 100 das maximale Ergebnis ist. Physische und psychische Gesundheit sind die großen Themen des SF 36.

Schmerzen, Funktionsfähigkeit, allgemeine Gesundheitswahrnehmung und Rollenfunktion zählen zu psychischer Gesundheit. Emotionale Rollenfunktion, psychisches Wohlbefinden, soziale Funktionsfähigkeit und Vitalität stehen für psychische Gesundheit.

Es existieren sowohl Fragen, die mit Ja oder Nein zu beantworten sind, sowie Fragen die sechsstufige Antwortskalen enthalten.

#### **2.8.4 Risikofaktoren**

Durch Herausfinden von Risikofaktoren wurden Hinweise auf die Ätiologie der Hüftkopfnekrose gewonnen.

Es wurde nach einer Fettstoffwechselstörung (M.Gaucher), erhöhtem Harnstoff und Cholesterinwerten im Blut, einer vorausgegangenen Bestrahlung, einer eventuell vorhandenen Knochenmarkserkrankung sowie nach einer Gerinnungsstörung gefragt. Bei Patienten, die Kortison eingenommen hatten, wurde Darreichungsform, Dosis und Therapiedauer erfragt.

Konsumverhalten von Alkohol oder früherer Alkoholmissbrauch wurden notiert.

Auch Erkrankungen/Ereignisse wie Pankreatitis, Sichelzellanämie, M. Caisson, systemischer Lupus erythematodes, durchgestandenes Hirnödem, Asthmaleiden, rheumatoide Arthritis, erlittene Schenkelhalsfraktur oder stattgefundenen Nierentransplantation wurden vermerkt.

#### **2.9 Radiologische Untersuchungen**

Von allen nachuntersuchten Patienten wurden eine Beckenübersichtsaufnahme und eine Aufnahme nach Lauenstein angefertigt, auch dies entspricht dem Konsensuspapier [49]. Wichtig hierbei war, dass zur radiologischen Auswertung und für die EBRA-FCA der komplette Schaft der Prothese auf den Aufnahmen zu se-

hen war. Bei den verstorbenen Patienten und denen, die nicht zur Nachuntersuchung kamen, wurde auf die bereits vorhandenen Bilder zurückgegriffen.

Die Klassifikation nach Ficat, der Healey-Index, der Kerboul-Winkel sowie die Einteilung nach Steinberg wurden anhand der präoperativen Bilder vorgenommen. Heterotope Ossifikationen und Gruen-Zonen wurden anhand von Bildern bestimmt, die mindestens sechs Monate postoperativ erstellt waren. Alle Bilder wurden zusätzlich einem Facharzt zur Beurteilung und Kontrolle vorgelegt.

### 2.9.1 Klassifikation nach Ficat

Ficat beschrieb seine fünfstufige Einteilung 1985. Die Stadien werden grob vor (0-II) und nach Einbruch (III-IV) des Hüftkopfes unterteilt. Stadium II wird weiter aufgeschlüsselt in ein Stadium IIa mit Sklerose, Zyste und/oder Dekalfizierung und ein Stadium IIb mit Sichelzeichen/Abflachung des Hüftkopfes.

Ficat Stadium	röntgenologische Befunde
0	unauffälliger radiologischer Befund
I	radiologisch unauffällig, aber klinisch Symptome oder radiologisch geringe Veränderungen wie feiner Klarheitsverlust oder geringe Osteoporose
IIa	diffuse oder lokalisierte radiologische Veränderungen: (Osteoporose, Sklerose Zysten)
IIb	erkennbare subchondrale Fraktur so genanntes „crescent sign“ (Sichelzeichen), segmentale Abflachung des Femurkopfes
III	Einbruch der Femurkopfkontur, Knochensequester, Gelenkspalt ist normal weit
IV	Femurkopfdeformierung, Athrosezeichen (nun Gelenkspaltverschmälerung), acetabuläre Veränderungen

Tabelle2: Übersicht der Ficat Klassifikationen (1985) [55] [56].

### 2.9.2 Klassifikation nach Steinberg

Die Einteilung der Hüftkopfnekrose nach Steinberg ist eine der gängigsten und wurde auch hier angewandt. Steinberg unterteilt die Nekrose in Stadien 0-VI, Stadium I-V lässt sich nochmals in A, B und C aufgliedern. Dabei steht A für milden, B für moderaten und C für massiven Verlauf [57]. Die genaue Einteilung zeigt folgende Tabelle und Abbildung.

Stadium	radiologische Zeichen	
0	Unauffälliges Röntgen, Szintigramm und MRT	
I	unauffälliges Röntgen, auffälliges MRT	A: mild <15% des Kopfes betroffen
		B: moderat 15 – 30 % des Kopfes betroffen
		C: massiv >30% des Kopfes betroffen
II	auffälliges Röntgen mit Zysten und sklerotischen Veränderungen im Hüftkopf	A: mild <15%
		B: moderat 15-30%
		C: massiv: >30%
III	subchondraler Kollaps mit „crescent sign“	A: mild <15% der Gelenkfläche eingebrochen
		B: 15-30% der Gelenkfläche eingebrochen
		C: >30% der Gelenkfläche eingebrochen
IV	Abflachung des Hüftkopfes	A: <15% eingebrochen und weniger 2mm tief
		B: moderat 15-30% eingebrochen 2-4mm tief
		C: >30% eingebrochen >4mm tief
V	Gelenkspaltverschmälerung mit oder ohne Beteiligung des Acetabulums	A, B oder C wie IV mit möglicher Ausweitung auf Acetabulum
VI	fortschreitende degenerative Veränderung	

Tabelle 3: Einteilung der Hüftkopfnekrose nach Steinberg I-V [57].

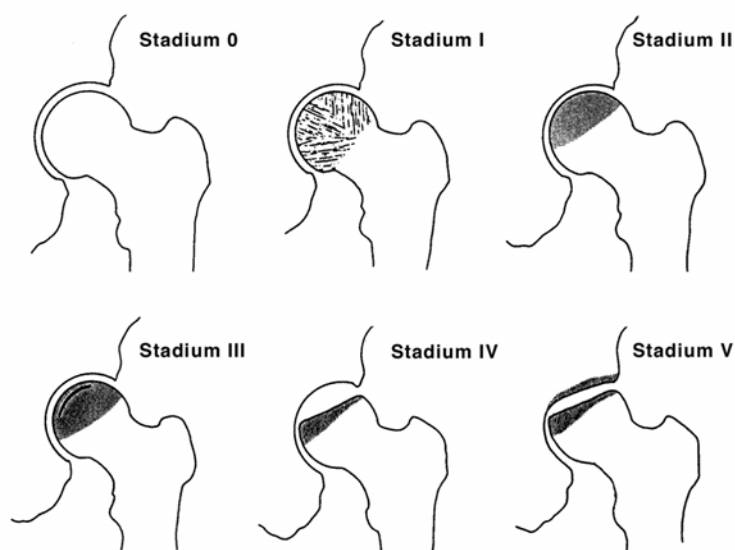


Abbildung 3: Einteilung Steinberg 0-V [57]



### 2.9.3 Nekrosewinkel nach Kerboul

Der kombinierte Nekrose-Winkel nach Kerboul wurde mittels Summierung der Nekrosewinkel in der a.p. und der axialen Aufnahme bestimmt. Nach Festlegung des Femurkopfmittelpunktes wird das Nekroseareal mittels Winkelangabe beschrieben, das Ausmaß der Nekrose ergibt sich durch Summation der beiden Winkelwerte. Gesamtwinkel mit  $200^\circ$  oder mehr gelten als große, Gesamtwinkel zwischen  $161^\circ$  und  $199^\circ$  als mittlere und Gesamtwinkel von  $160^\circ$  oder weniger als kleine Nekrose. [56] [58].

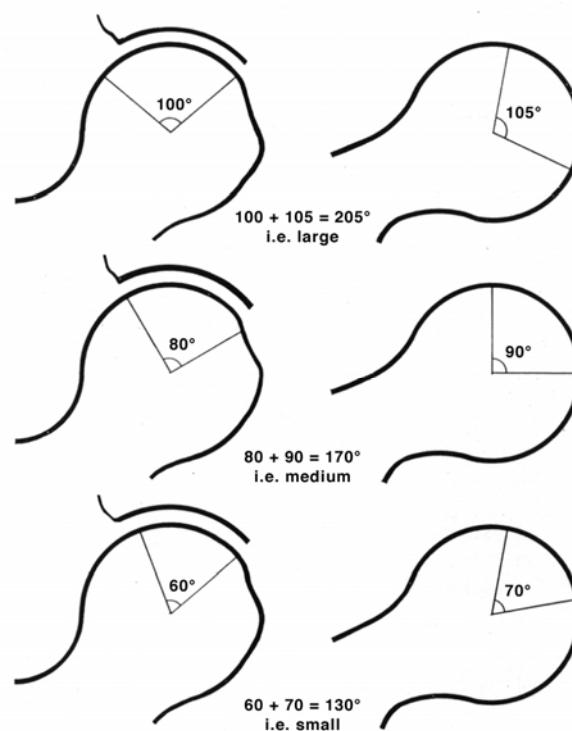


Abbildung 4: Einteilung nach Kerboul [58]

### 2.9.4 Bone-Stock-Index nach Healey

Als Maß für die Knochenstabilität wurde der so genannte Healey-Index gemessen, der Auskunft über den Bone-Stock gibt. Auf der Beckenübersichtsaufnahme wird der Femur 8 cm unterhalb des distalen Trochanter-minor-Ansatzes gesucht. Der innere Durchmesser (mm), also der Markraum, wird durch den äußeren Durchmesser, der (mm) Abstand von Kortikalis zu Kortikalis, geteilt. Nach Healey sprechen Werte um  $0,5 \pm 0,09$  für eine Arthrose, wo hingegen Osteoporose-Patienten Werte um  $0,56 \pm 0,08$  aufweisen ( $p < 0.001$ ). Höhere Werte sprechen

für schlechtere Knochenqualität und damit für eine schlechtere Verankerung der Prothese [59] [60].

### 2.9.5 Heterotope Ossifikationen

Verknöcherungen im Muskel- und Sehngewebe, also außerhalb des Knochens bezeichnet man als heterotope Ossifikationen. Die Beschreibung ihres Auftretens nach Implantation einer Hüftendoprothese erfolgte erstmals 1966 durch McKee [61]. Ihr Auftreten sechs Monate nach TEP liegt nach Brooker [62] bei 21 %, die Angaben anderer Autoren schwanken zwischen 8 und 90 % [61].

Zur Prophylaxe werden heute nach TEP Implantation nichtsteroidale Antirheumatika postoperativ verordnet. Die Einteilung der heterotopen Ossifikationen am Hüftgelenk erfolgt nach Brooker I-IV. [62]:

Grad I	Knocheninsel im Weichteilgewebe
Grad II	Knöchernen Ausziehungen vom Os Ilium und/oder Trochanter major, mindestens 1cm Abstand zueinander
Grad III	wie II, jedoch Mindestabstand kleiner 1 cm
Grad IV	Ankylose

Tabelle 4: Brooker-Zonen [61]

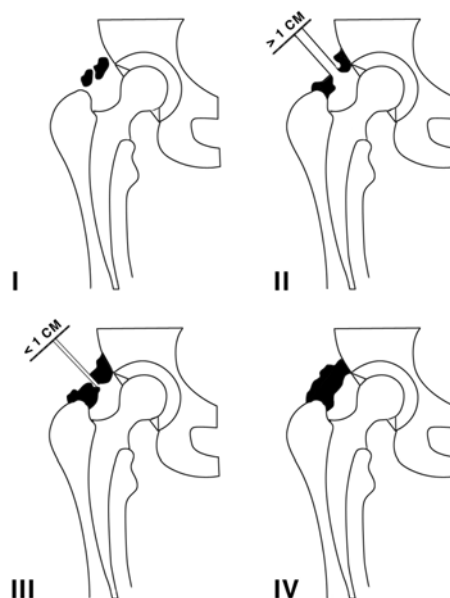


Abbildung 5: Brooker Zonen I-IV [61]

### 2.9.6 Gruen-Zonen

Wichtiges Kriterium an der Schaft-Prothesengrenze waren radiologische Lyse-säume, die zwischen Schaft und Prothese auftreten. Diese Lyse-säume wurden anhand der von Gruen et al. definierten Zonen 1 bis 7 in der Beckenübersichtsaufnahme bestimmt. [63]. Gruen et al. hatten die Lysezonen lediglich für zementierte Prothesen definiert, der Einfachheit halber wurde dieses System für zementfreie Schäfte übernommen.

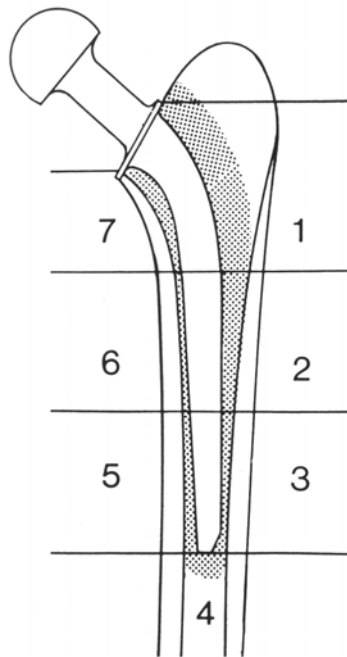


Abbildung 6: Einteilung Gruen-Zonen [63]

### 2.9.7 Lockerungsdiagnose

Für die Diskriminierung zwischen gelockerten und nichtgelockerten Implantaten wurden die folgenden Kriterien eingesetzt [64] [65] [63] [66]. Eine Prothese galt als gelockert

- wenn eine Wechseloperation erfolgt war oder
- wenn eindeutige radiologische Hinweise bestanden und gleichzeitige klinische Lockerungszeichen vorlagen

Die radiologischen Kriterien wurden wie folgt definiert:

- umlaufende Lysesäume im Schaftbereich
- Sinterung des Schaftes
- ausgedehnte Osteolysen

Die klinischen Kriterien wurden wie folgt definiert:

- Leistenschmerz, Trochanterklopfschmerz, Stauchungsschmerz, Zugschmerz
- Innenrotationsschmerz, Außenrotationsschmerz
- progressive Einschränkung von Rotation oder Flexion

Von den radiologischen Kriterien mussten alle vorhanden, von den klinischen Kriterien mussten mindestens 3 nachzuweisen sein.

Die Kriterien in EBRA-FCA für eine Lockerung bzw. Migration im Sinne eines Tiefertretens des Schaftes (Subsidence) wurden wie folgt definiert (s.u.):

- Kaudalmigration der Prothese außerhalb der Messgenauigkeit von 1,5 mm

### **2.10 Ein-Bild-Röntgen-Analyse der Schaftkomponente (EBRA-FCA)**

Die Ein-Bild-Röntgen-Analyse des Schaftes ist eine computergestützte Methode zur Messung des Tiefertretens von Schaftprothesen in Standard-a.p.-Röntgenbildern des Beckens. Das Verfahren der Ein-Bild-Röntgen-Analyse (EBRA) für die Pfannenkomponente wurde an der Universität Innsbruck/Österreich in einer Forschungs Kooperation zwischen der Universitätsklinik für Orthopädie und dem Institut für Mathematik und Geometrie 1986 entwickelt und 1988 erstmals publiziert (W. Russe, Universitätsklinik für Orthopädie, Innsbruck; J.P. Tschupik und P. Mayrhofer, Abteilung für Geometrie des Instituts für Mathematik und Geometrie an der Fakultät für Bauingenieurwesen und Architektur der Universität Innsbruck). Im Verlauf wurde das Verfahren auf die Schaftkomponente erweitert. EBRA-FCA beruht auf dem geometrischen Vergleich eines Passpunktsystems des Femurs mit der Kopf- und Schaftkontur im Zeitverlauf

durch einen Vergleichbarkeitsalgorithmus, der durch ein virtuelles Bezugssystem errechnet wird. Dazu werden die gesamte Prothesenlänge und die Distanz zwischen Hüftkopffzentrum und Schaftachse bestimmt.

Hierbei werden folgende vier Referenzpunkte besonders benötigt:

Zentrum des Prothesenkopfes

Schnittpunkt der Prothesenschulter und der Prothesenachse

Schnittpunkt zweier definierter Tangenten am Trochanter minor

Schnittpunkt der Prothesenachse und der Tangente am prominentesten Punkt des Trochanter major

Aus diesen vier Punkten und den resultierenden Streckenverhältnissen werden die Daten für die spätere Analyse erhoben. Das beinhaltet Ergebnisse über die Subsidence, den medialen und lateralen Abstand zwischen Prothese und Knochenkontur, den Winkel zwischen Prothese und Knochen, sowie den Vergrößerungsfaktor der Kopfgröße und der Prothesenlänge [67].

Die Datensätze eines jeden Röntgenbildes werden mit einem Modul erfasst, das die Migration berechnet. Ein integrierter Algorithmus überprüft dabei die Vergleichbarkeit der bearbeiteten Röntgenaufnahmen und schließt ungeeignete aus [67] [68] [69]. Entscheidend dabei ist die Regressionsberechnung aus den Rohdaten zu den endgültigen Messdaten nach einem statistischen Modell, das anhand der Pfannen-EBRA entwickelt wurde [68] [69]. Eine Wanderung wird nur zwischen miteinander vergleichbaren Röntgenbildern gemessen. Die Vergleichbarkeit wird anhand von drei Parametern berechnet. So werden letztlich nur Bildpaare innerhalb definierter Abweichungen der Bilder untereinander für die spätere Auswertung zugelassen [68] [69] [70].

### **2.10.1 Voreinstellungen bei Auswertungen**

Bei der Auswertung durch das FCA-Programm können verschiedene Parameter vorbestimmt werden. Abhängig davon waren die Ergebnisse deutlich unterschiedlich. Dabei erwies sich das Programm am wenigsten fehleranfällig, wenn folgende Vorauswahl getroffen wurde: Es wurde die Subsidence bezogen auf den Trochanter major und der Vergrößerungsfaktor bezogen auf den Prothesenkopf bestimmt.

Als Bezugspunkt wurde die Prothesenschulter oder das Kopfzentrum gewählt. Das Graphiklimit wurde zwischen 3 und 4 mm gewählt. Wenn mit Limit 4 mehr Bilder in die Analyse aufgenommen wurden, wurde diese Einstellung gewählt, ansonsten wegen der geringfügig genaueren Ergebnisse Limit 3. Diese Voreinstellung wird auch bei Biedermann et al. (4) empfohlen und konnte in dieser Studie nachvollzogen werden.

### **2.10.2 Hard-und Softwarevoraussetzungen**

Die digitale Version von EBRA-FCA arbeitet mit einer grafischen Benutzeroberfläche. Dabei ist mindestens das Betriebssystem Microsoft Windows`95 oder NT4 erforderlich. Die Version macht digitalisierte Bilddaten notwendig, unabhängig, ob diese primär aus einer digitalen Röntgenanlage exportiert oder sekundär durch einen Scanvorgang erfasst werden. Die Röntgenbilder wurden mit dem Scanner Optotech DD10 mit Zeiss-Optik (Optotech GmbH, Hannover) eingelesen. Für die universell einsetzbare Vermessungssoftware OPTIMATE wurde von den österreichischen Entwicklern das Makromodul EBRA-FCA programmiert, um am Bildschirm die Markierungen der jeweiligen Strukturen vorzunehmen und das als Datensatz zu bearbeitende Bild in der Ergebnisdatei zu speichern. Die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit den Programmen FCAGRAF und SIMULGRAF. Bei dieser Studie wurden die Bilder auf einem 17-Zoll-Monitor des Herstellers EIZO bei einer Auflösung von 1280 und 1024 Bildpunkten bearbeitet. Dabei wurde ausschließlich das Betriebssystem Microsoft NT4, OPTIMATE Version 6.5 und die EBRA-FCA-Software von 1999 verwendet.

### **2.10.3 Der Messvorgang**

Zuerst mussten die Röntgenbilder in chronologischer Reihenfolge eingescannt werden. Aus der Bildarchivierung wurden die Bilder exportiert und als TIF-Fileformat in einem eigenen Patientenordner gesichert. Hier wurden die Negative in Positive umgewandelt (invertiert). Es folgte die Speicherung auf CD-ROM. Danach erfolgte in dem EBRA-Programm OPTIMATE für jeden Patienten das Erstellen einer Datei, in die folgende Daten eingegeben wurden: Familienname, Vorname, eine Codenummer zur Identifikation des Implantates oder zur Kennzeichnung eines bestimmten Studienkollektivs, Eingaben zum Röntgenbild (Datum der Röntgenaufnahme im Format JJMMTT), Kopfdurchmesser und Schaftlänge. Die

Schaftlänge wurde in mm eingegeben, die Originalwerte wurden freundlicherweise durch die Firmen Protek und Aesculap zur Verfügung gestellt. Die Korrelation Größe/Länge ist in den Tabellen 5 und 6 dargestellt.

Schaftgröße	7,5	10,0	11,25	12,5	13,75	15,0	16,25	17,5	20,0
Schaftlänge in mm	137	142	146,4	147	151,4	152	156,4	157	162,5

Tabelle 5: Schaftgröße und entsprechende Länge in mm für Müller-Geradschaft

Schaftgröße	9	10	11	12	13	14	15	16
Schaftlänge in mm	145,3	150,3	155,3	155,3	165,5	165,5	175,5	175,5

Tabelle 6 : Schaftgröße und entsprechende Länge in mm für Bicontact-Prothese

Nun konnten die einzelnen Röntgenbilder einer Patientenserie in dem EBRA-FCA-Programm aufgerufen und markiert werden. Die Bildmarkierung erforderte größte Sorgfalt, um eine möglichst hohe Bildvergleichbarkeit zu erhalten.

Zusätzlich bestand die Möglichkeit mittels vorgegebener Filter die Erkennbarkeit knöcherner Strukturen vor der Bildbearbeitung zu verbessern. Dadurch konnten unterbelichtete Bilder noch für die Untersuchung gewonnen werden bzw. eine höhere Vergleichbarkeit zwischen Bildpaaren erreicht werden.

Als erstes wurden mindestens vier Punkte an der Kopfkontur gesetzt. Danach wurde die zentrale Schaftachse ermittelt, indem auf jeder Seite der Schaftkontur zwei Punkte markiert wurden. Dabei war die richtige Reihenfolge der Punkte zu beachten:

Jeweils zunächst medial einen Punkt im 1. proximalen und 2. distalen Schaftbereich und danach lateral je einen 1. proximal und 2. distal. Anschließend folgten eine horizontale und eine vertikale Linie am Trochanter major, die sich rechtwinklig schnitten. In ähnlicher Form wurde der Trochanter minor mit zwei Tangenten bestimmt, die jeweils vier variable Winkel zur Verfügung stellten. Linie 1 mit 0, 30, 45, 60 Grad und Linie 2 mit 90, 60, 45, 30 Grad, so dass immer Rechtwinkligkeit resultierte. Im Anschluss daran wurde eine horizontale Tangente an das distale Prothesenende gelegt. Dadurch wurden die Prothese (Kopf, Schaft und Schaftachse, distales Ende), der Trochanter major und der Trochanter minor definiert. Es fehlte nur noch ein Punkt an der Prothesenschulter. Dieser wurde im letzten Bearbeitungsschritt zusammen mit acht weiteren Punkten festgelegt. Diese acht

Punkte (vier medial bzw. lateral) dienten zur Markierung der knöchernen Femurkontur.

Am Ende jeder Bildmarkierung wurden die Eingaben als Datensatz gespeichert, um im EBRA-FCA-Auswertungsprogramm mit allen weiteren Eingaben bearbeitet zu werden.

#### **2.10.4 Auswertungen**

Für jedes Röntgenbild einer Serie wurde durch das Auswertungsprogramm ein Datensatz mit entsprechenden Parametern erstellt.

Dabei konnten einige Voreinstellungen vorgenommen werden, um die Bezugspunkte festzulegen und das Problem der Aufnahmegeometrie mit unterschiedlichen Größen- und Streckenverhältnissen auszugleichen. Die Bestimmung der Distanz von Prothesenschulter bis zur Spitze des Trochanter major erwies sich dabei als stabilste Kombination zur Bestimmung der Subsidence. Sie reagierte am wenigsten auf Aufnahmevariationen der bearbeiteten Röntgenbilder [68] [69].

Zur Darstellung der numerischen Ergebnisse der einzelnen Wanderungsparameter im Zeitverlauf diente das Grafikprogramm FCAGRAF. Es stellt die Wanderungsparameter in Form von vier Diagrammen und einer Tabelle dar.

Die Tabelle enthält Informationen über Patientendaten, OP-Seite, Gesamtzahl der Röntgenbilder, Beobachtungszeitraum in Monaten, die Schaftwanderung (Subsidence) in mm, Veränderungen der medialen und lateralen Abstände zwischen Femur und Prothesenachse in mm und des Knochen-Schaft-Winkels in Grad. Daneben gibt es noch zwei Indikatoren bezüglich der Vergleichbarkeit der Bilder. Die sog. Flag (0/1) gibt Auskunft, ob das jeweilige Diagramm unterbrochen ist. Eine 1 bedeutet, dass eine Bildserie bis zur nächsten 0 eine Lücke aufweist. Das heißt, dass ein Bild mit keinem seiner Vorgänger vergleichbar ist. Punkte anstelle von Zahlenwerten bedeuten, dass ein ganzes Bild als nicht vergleichbar vom Programm ausgeschieden wurde.

Die Berechnung beginnt mit dem ersten Wert bei null. Generell werden alle nachfolgenden Werte vom ersten Wert subtrahiert. Ein Tiefertreten hat demzufolge immer ein negatives Vorzeichen.



Die vier Diagramme geben graphisch Auskunft über mediale und laterale Distanzen, gemessen von der Schaftachse bis zur Femurkontur. Daraus können Varus-/Valgusstellung, Knochenanbau und Rotation der Prothese um die Schaftachse bestimmt werden. Diese Parameter sind jedoch immer im Zusammenhang mit dem Winkel zwischen Femur- und Schaftachse (abgebildet in der 4. Graphik, gemittelt aus den 8 Konturpunkten) zu betrachten. Die 3. Graphik gibt schließlich Auskunft über die Stem-Subsidence (kaudales Tiefertreten des Schaftes).

### **2.10.5 Messgenauigkeit und Einschränkungen**

Eine Wanderung ist nur zwischen miteinander vergleichbaren Röntgenbildern messbar. Daher enthält die EBRA-Software einen Bildvergleichsalgorithmus, der einzelne Bilder bei mangelnder Vergleichbarkeit eliminiert. Um eine sinnvolle Wanderungsanalyse zu erhalten, benötigt man mindestens drei Röntgenbilder pro Patient. Denn der Vergleichsalgorithmus überprüft immer zwei Röntgenbilder über ein Raster von horizontalen und vertikalen Tangenten an der Schaftkontur und am Femur. Daraus ergeben sich drei Parameter, die für den Vergleich von Bildpaaren durch die Software notwendig sind (4). Werden die durch die Parameter vorgegebenen Grenzen eingehalten, so wird das entsprechende Bildpaar vom Programm akzeptiert. Es wird deutlich, dass erst bei mindestens drei Röntgenbildern eine ausreichende Anzahl von Bildpaaren entsteht, die wiederum mit anderen Bildpaaren einer Röntgenbildserie verglichen werden. Zusätzlich gibt es noch die Vergleichbarkeitsschranke, bei der man einen Wert in Millimetern (1, 2, 3 und 4 mm) vorgeben kann, um den sich die Abstände der Vergleichbarkeits-Rasterlinien höchstens unterscheiden dürfen. Eine Erhöhung dieser Schranke führt zu einem Verlust der Genauigkeit. Eine Herabsetzung erhöht die Genauigkeit, bedeutet aber gleichzeitig, dass es mehr nicht miteinander vergleichbare Röntgenbilder gibt, die dann nicht berücksichtigt werden. In dieser Studie wurde die Vergleichbarkeitsschranke zwischen 3 und 4 mm gewählt, was einer Messgenauigkeit von einem Millimeter entspricht. Biedermann et al. bescheinigen der EBRA-FCA-Methode eine Spezifität von 100 % und eine Sensitivität von 78 %, um Migrationen von über 1 mm festzustellen. Sie bestätigen eine Präzision von -1,1 bis +0,8 mm, mit einem 95 % Vertrauensintervall von -1,2 bis +1,5 mm [69].

Da die Voraussetzung für die Vermessung einer Röntgenbildserie nicht nur von der Röntgenbildanzahl, sondern auch von der annähernd gleichen Röntgenbildqualität abhängt, wird deutlich, warum nicht alle Patienten dieser Studie mit der EBRA-FCA-Methode vermessbar waren.

### **2.11 Statistik**

Alle Ergebnisse wurden mittels Microsoft Access 97 in eine Datenbank eingegeben.

Die Analyse der Daten erfolgte mit dem Programmen Microsoft Excel 2003 und SPSS für Windows 12.0.

### **2.12 Diagnose und Ätiologie**

Die Diagnose Hüftkopfnekrose wurde dem Krankenblatt entnommen. Diese musste eindeutig durch Radiologie (MRT, Szintigramm) oder durch die pathologische Aufarbeitung des entnommenen Hüftkopfes gesichert sein.

#### **2.12.1 Cortison**

Sowohl endogener (Morbus Cushing) wie auch exogener Hyperkortizismus können zur Hüftkopfnekrose führen [71] [72]. In einer bundesweiten Umfrage in 219 Kliniken in Deutschland wurde Kortison mit 17 % als Ursache an der HKN ermittelt [18].

Häufig tritt die HKN nach Nierentransplantation auf, die Inzidenz wird mit 0,9 % [73] bis max. 41 % [74] angegeben. Bei der Auswertung von 3705 Nierentransplantationen, durchgeführt von 18 Transplantationszentren, kam Fink auf ein durchschnittliches Auftreten von 16 % mit einer Standardabweichung von 12,7 % [75]. Schon Pietrogrande et al. haben vor rund 50 Jahren beschrieben, dass die Kortikoidtherapie als ursächlich zu sehen ist. Daran hat sich nichts geändert. Untergeordnet spielen eventuell die Faktoren Renale Osteopathie, Sekundärer Hyperparathyreoidismus, Urämische Neuropathie, Umweltfaktoren, Rasse sowie erhöhte Eisenbelastung und gesteigerter Proteinmetabolismus eine Rolle [76] [77] [78]. Felson hat 22 Studien verglichen und stellte eine hohe Korrelation zwischen AVN und Kortisoneinnahme ( $r = 0,61-0,80$ ) fest, allerdings nur bei oraler Applikation [72].

Deutliche Uneinigkeit besteht indes in der Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen Dosis und Auftreten einer AVN gibt. Ibels et al. [79], Ritz et al. [80] und Binswanger et al. [81] bestreiten einen Zusammenhang, während Landmann et al. [82], Habermann [83], Cristofaro und Neumeyer et al. [84] glauben, diesen eindeutig nachweisen zu können. Jones gibt gar einen kumulativen Risikogrenzwert von 2000 mg für Erwachsene (Prednisonäquivalenz) bei kontinuierlicher Verabreichung an [9].

### **2.12.2 Alkohol**

Schon seit den 60-er Jahren ist Alkohol als einer der großen Risikofaktoren für die Entstehung einer Hüftkopfnekrose bekannt.

Eine alkoholinduzierte ON tritt normalerweise bei Patienten auf, die jünger als 50 Jahre sind [85] und ist der Hauptgrund für das junge Durchschnittsalter des Gesamtkollektives. In deutschen Orthopädiekliniken gilt Alkohol in 28 % der Fälle als Ursache der HKN. Diese Größe wird auch von Antii-Poika für Finnland bestätigt [18] [85].

Matsuo beschreibt ein dosisabhängiges, kumulatives Risiko. So liegt das relative Risiko, an einer HKN zu erkranken bei Konsum von weniger als 400ml reinem Alkohol pro Woche bei 3,3, bei 400-1000 ml bei 9,8 und beim Konsum von mehr als 1000 ml reinem Alkohol pro Woche bei 17,9 [86]. Nach Jones liegt bei Konsum von etwa 400 ml reinem Alkohol pro Woche, das entspricht etwa 20 Flaschen 0,5 l Vollbier, der absolute Alkoholexpositionsgrenzwert für die Entstehung einer ON bei ungefähr 150 l reinem Alkohol. Die kumulative Dosis von 150 l ergibt sich in unserem Fall nach sieben Jahren Alkoholkonsum [9].

Bei Matsuo war die durchschnittliche Alkoholanamnese 9,5 Jahre (8-20 Jahre), eine zusätzliche Hyperlipidämie wurde in 38 % der Fälle gefunden. Jones hingegen fand bei 63 % seiner Patienten mit alkoholinduzierter HKN eine Typ-II oder Typ-IV Hyperlipidämie und eine in der Biopsie nachgewiesene Fettleber. Möglicherweise ist die Fettleber Embolieherd für dauernde Fettembolien, die zum großen Teil asymptomatisch verlaufen [87] [8].

Wichtig auch für die Erkennung des Risikofaktors Alkohol ist, dass etwa 80 % der Trinker weisen erhöhte Serum- $\gamma$ -Glutamyltransferase (GGT) auf [88].

Daher wurde die GGT auch als ein Kriterium zur Zugehörigkeit zur Risikofaktorengruppe Alkohol heran genommen. Weitere Kriterien waren die eigenen Angaben des Patienten bzw. nahe stehender Verwandter zum Alkoholkonsum, sowie der Vermerk im Krankenblatt oder im Anästhesieprotokoll.

Für diese Studie galt: Als Alkoholiker wurden diejenigen Patienten gewertet, die entweder angegeben haben, sie trinken jeden Tag Alkohol oder sie seien Alkoholiker. Ebenso wurde nach einer erhöhten GGT geschaut sowie, welche Personen vom Anästhesisten oder vom behandelnden Arzt als Trinker eingestuft wurden. Trafen zwei dieser drei letzt genannten Kriterien zu, so zählten die Patienten ins Kollektiv Alkohol.

### **2.12.3 Posttraumatisch**

Die posttraumatische Hüftkopfnekrose ist eine gefürchtete Komplikation nach Schenkelhalsbruch. Die Literaturrecherche ergibt den Zusammenhang zwischen Schwere der Verletzung und Inzidenz der Nekrose [89] [90]. Bei Frakturen ohne Verschiebung (Garden I-II) ist die Inzidenz weniger als 10 %, während bei verschobenen Frakturen die Inzidenz bis zu 80 % betragen kann [91]. Insgesamt schwanken die Angaben zur Häufigkeit in der Literatur zwischen 9 und 37 % [92] [4]. Neben dem Frakturtyp spielt bei der posttraumatischen HKN Zeitspanne zwischen Unfall und Therapie, Art der Versorgung sowie Zusatzerkrankungen wie Diabetes, Koxarthrose und zerebrale Insuffizienz eine Rolle. Als mögliches Trauma kommen neben medialer Schenkelfraktur auch Luxationen, Hüftkopffrakturen sowie Operationen wie Osteosynthesen oder Osteotomien in Frage. Pathologisch ist eine Gefäßverletzung am koxalen Femurende zu erkennen. Die Blutgefäße werden torquiert, überdehnt, wenn nicht gar abgerissen, es folgt die ischämische Nekrose [4]. Radiologisch ist die Nekrose frühestens 6 Monate nach Fraktur zu erkennen. Barnes et al. berichten über eine Mortalität von 36 % in den ersten sechs Monaten [91] [93] nach Unfallgeschehen.

Sechs der untersuchten Patienten hatten vor der Diagnose HKN eine Schenkelhalsfraktur erlitten. Da dieses Kollektiv jedoch statistisch zu klein war, wurden die

posttraumatischen Patienten zusammen mit dem idiopathischen Kollektiv betrachtet.

#### **2.12.4 Idiopathisch**

Mit 43 % hat die Gruppe der idiopathischen Hüftkopfnekrosen eindeutig den größten Anteil an ON in deutschen orthopädischen Kliniken [18].

Als idiopathische Hüftkopfnekrosen werden solche ON bezeichnet, bei denen keine Ätiologie erkennbar oder offensichtlich ist.

Allen gemeinsam ist jedoch, dass mit großer Sicherheit eine Ischämie der Endarterie vorliegt. Diesen Verdacht beschrieb schon Freud im Jahre 1926 [1].

Ob die Ursache der Ischämie unerforscht oder aber aufgrund einer schlechten Anamnese oftmals nicht erkannt wird, ist fraglich. Insbesondere nehmen manche Autoren an, dass der Grund der idiopathischen Hüftkopfnekrose im Alkoholkonsum liege [12].

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Patientenkollektiv

Die Studie enthält 67 Patienten. Zwölf wurden beidseitig operiert, bei ihnen ging lediglich die jüngere Prothese in die Statistik mit ein.

Das Verhältnis Männer : Frauen war 47 : 20. Die linke Hüfte war 37 mal, die rechte Hüfte 30 mal betroffen.

41 mal wurde zementfrei operiert, es handelt sich um 6 weibliche und 35 männliche Hüften. 26 mal wurden zementierte Prothesen verwendet (14 weibliche und 12 männliche Hüften).

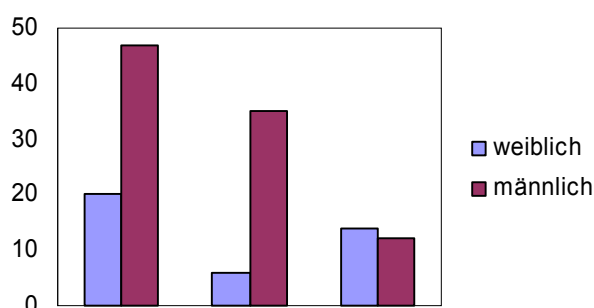


Abbildung 7: Geschlechtsverhältnis nach Prothesenart

#### 3.2 Nachuntersuchungszeitraum

Der Nachuntersuchungszeitraum zwischen OP-Datum und Nachuntersuchung in unserem Haus betrug für die Patienten mit Bicontact-Schaft durchschnittlich 73 Monate (13-107, s = 25,0) für die Patienten mit MG-Prothese 67 Monate (9-116, s = 30,4).

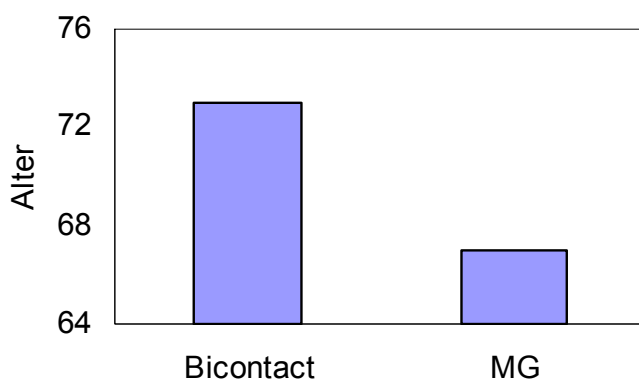


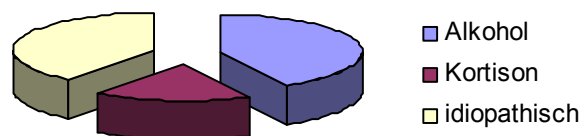
Abbildung 8: Nachuntersuchungszeitraum nach Schafttyp

### 3.3 Prothesenart und Ätiologie

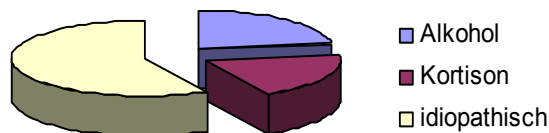
Nach Ätiologie teilten sich die 67 Hüften wie folgt auf: 33 mal Gruppe Alkohol (Gruppe Alk.), 11 mal Gruppe Kortison (Gruppe Kort.) und 30 mal Gruppe Idiopathisch (Gruppe Idio.).

Von den 41 Hüften, die zementfrei versorgt wurden, hatten 16 das Risiko Alkohol, 7 das Risiko Kortison, bei 15 Hüften war kein Risiko erkennbar. Drei Patienten (männlich) hatten sowohl Alkohol als auch Kortison als Risikofaktoren, diese wurden aus Berechnungen in Bezug auf Ätiologie herausgenommen. Die 26 zementierten Hüften teilten sich wie folgt auf: Gruppe Alk. 6 mal, Gruppe Kort. 5 mal und Gruppe Idio. 15 mal.

**Risikofaktoren Bicontact**



**Risikofaktoren MG**



Abbildungen 9 und 10: Risikofaktoren der einzelnen Schafttypen

Das Geschlechterverhältnis Männer : Frauen betrug in der Gruppe Alk.: 19 : 3, in der Gruppe Kort.: 9 : 3, und in der Gruppe Idio.: 16 : 14.

### 3.4 Prothesenschicksal

Bei den untersuchten 67 Hüften war im Nachuntersuchungszeitraum keine Revision nötig, weder radiologisch noch klinisch konnte eine Lockerung festgestellt werden.

Bei einer zementierten Prothese kam es 7 Jahre nach Implantation zum Pfannenwechsel.

### 3.5 Voroperationen, postoperativer Verlauf und Komplikationen

Bei den Bicontactträgern gab es an der betroffenen Hüfte 5 Voroperationen, 4 mal wurde eine Hüftkopfanbohrung, 1 mal eine Umstellungsosteotomie durchgeführt. Voroperationen kamen bei der Gruppe der zementierten Hüften nicht vor.

Der postoperative stationäre Aufenthalt war bei Patienten, denen eine MG-Prothese eingesetzt wurde 18 Tage (15-28), bei Patienten, denen eine Bicontact-Prothese implantiert wurde 20 Tage (11-51).

In der zementierten Gruppe kam es postoperativ zu einem tiefen Infekt, einer Luxation, einer tiefen Beinvenenthrombose und einem Durchgangssyndrom.

In der Bicontact-Gruppe trat als postoperative Komplikation eine tiefe Beinvenenthrombose auf.

### 3.6 Operationsalter

Das durchschnittliche Operationsalter für Patienten mit Bicontact-Schaft betrug 48 (25-63,  $s = 9,1$ ) Jahre, für Patienten mit MG-Schaft 65 (49-86,  $s = 8,4$ ) Jahre.

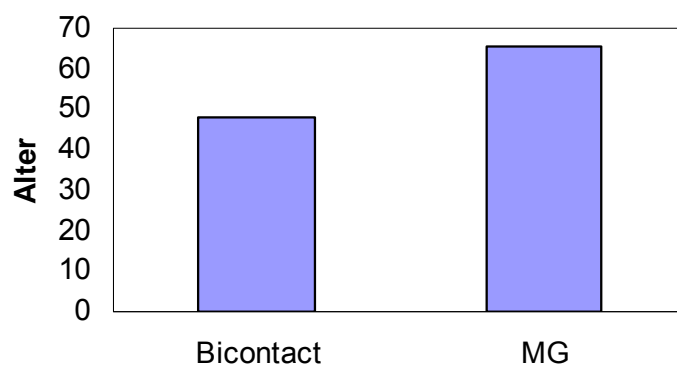


Abbildung 11: Op-Alter nach Schafttyp



### 3.7 ASA-Klassifikation

Die Gruppe der Bicontact-Patienten wies eine durchschnittliche ASA-Klassifikation von 2,34 (0-4), die Gruppe der MG-Schäfte 2,73 (2-4) auf. Deutlichere Unterschiede traten auf bei Betrachtung der Ätiologie. Die Gruppe Alk. hatte eine ASA-Klassifikation von 2,32 (0-3), die Gruppe Kort. von 3,17 (3-4) und die Gruppe Idio. von 2,33 (1-3).

### 3.8 Klinische Untersuchung

#### 3.8.1 Harris-Hip-Score

Der präoperative HHS betrug bei den zementierten Patienten 37 (19-70, s = 12,4), bei den nichtzementierten 40 (24-64, s = 10,3). Der postoperative HHS bei MG-Trägern war 74 (24-100, s = 20,4), bei Bicontact-Trägern 83 (23-100, s = 18,7). Deutlich schlechtere Ergebnisse für die Gruppe Kort. ergab die Betrachtung der Ätiologie. Gruppe Alk. hatte einen präoperativen HHS von 40 (s = 10), Gruppe Kort. von 38 (s = 10,4) und Gruppe Idio. von 39 (s = 12,6). Der postoperative HHS bei Gruppe Alk. war 82 (s = 22,0), bei Gruppe Kort. 71,0 (s = 22,2) und bei Gruppe Idio. 83 (s = 16,2).

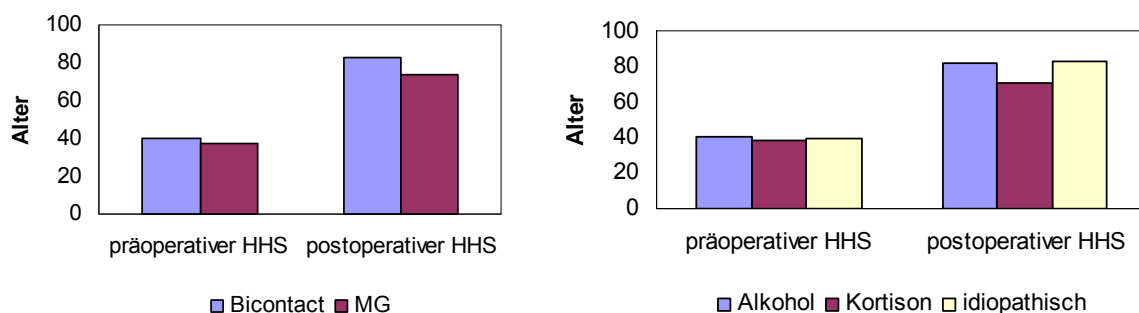


Abbildung 12 und 13: Prä- und postoperativer HHS nach Schafttyp und Ätiologie unterteilt

#### 3.8.2 Analgetika Einnahme

3 MG-Patienten (12 %) und 6 Bicontact-Patienten (15 %) gaben bei der Nachuntersuchung an, regelmäßig Analgetika aufgrund von Schmerzen, auch die Hüfte betreffend, einzunehmen. Dabei handelt es sich um 5 Patienten der Gruppe Alk., 2 Patienten der Gruppe Kort. und 2 Patienten der Gruppe Idio.

### 3.9 Radiologische Auswertung

#### 3.9.1 Healey-Index

Der Bone-Stock-Index nach Healey wurde, aufgeteilt nach Schafttyp und Ätiologie berechnet. Der Mittelwert des Healey-Index für Patienten mit Bicontact-Prothesen war 0,52 (s = 0,08), für Patienten mit MG-Prothesen 0,53 (s = 0,08). Auch hier gab es deutliche Differenzen zwischen den einzelnen Risikofaktoren. Gruppe Alk. hatte einen Wert von 0,52 (s = 0,09), Gruppe Kort. von 0,56 (s = 0,10) und Gruppe Idio. von 0,50 s = 0,06).

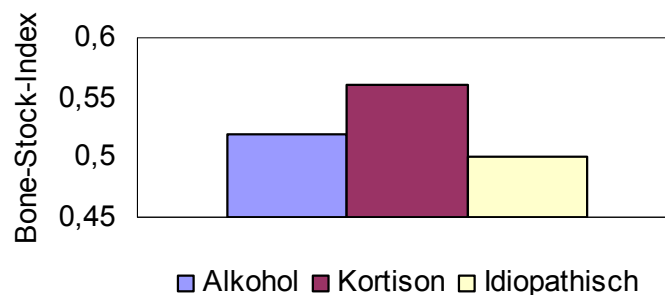


Abbildung 14: Bone-Stock-Index nach Risikofaktoren unterteilt

#### 3.9.2 Heterotope Ossifikation

Bei 11 Patienten wurden Ossifikationen der Brooker Klassifikation I, bei 4 der Klassifikation II und bei einem der Klassifikation III gefunden. Hinsichtlich des Schafttyps bzw. der Angaben von Schmerzen in Bezug auf Ossifikationen ergaben sich keine signifikanten Ergebnisse.

#### 3.9.3 Steinberg-und Ficat-Klassifikation, Womac- und SF 36-Score

Die durchschnittliche Steinberg Klassifikation war mit 4,4 (3-6) für zementierte und nichtzementierte Prothesen identisch. Auch die Auswertung nach der Ätiologie erbrachte keine nennenswerten Unterschiede

Auch die Einteilung nach Ficat war für beide Gruppen fast gleich: 3,5 und 3,6 (3-4). Unterschiede bei Aufschlüsselung nach Ätiologie waren nicht erkennbar.

Aufschlussreicher ist die Analyse von Schaffttyp und Ficat in Bezug auf Womac, SF 36 und HHS. Hier ergibt sich ein eindeutiger Zusammenhang.

Für den Womac-Gesamtscore, den Womac-Funktions-Score sowie den HHS gilt: Bei Ficat IV sind die Ergebnisse der Bicontact Prothese besser, bei Ficat III die der MG-Prothese. Ähnliche Resultate erzielen die SF 36 Unterbereiche körperliche Funktionsfähigkeit und körperliche Schmerzen. Bei Ficat IV ist die unzementierte Prothese klar im Vorteil, bei Ficat III besteht kein Unterschied oder leichter Vorteil für die unzementierte Prothese.

<b>Abhängige Variable Womac Funktion (Signifikanz p= 0,009)</b>				
Ficat	Typ	Mittelwert	Standardabweichung	N
III	zementiert	2,0	2,1	11
	nicht zementiert	2,9	3,1	16
IV	zementiert	4,4	3,5	11
	nicht zementiert	1,4	2,1	21
<b>Abhängige Variable Womac Gesamtscore (p= 0,0058)</b>				
III	zementiert	2,0	2,1	11
	nicht zementiert	2,8	3,1	16
IV	zementiert	3,3	3,0	11
	nicht zementiert	1,4	2,0	21
<b>Abhängige Variable HHS (p=0,01)</b>				
III	zementiert	82,9	13,9	12
	nicht zementiert	78,1	21,3	17
IV	zementiert	67,6	22,7	14
	nicht zementiert	87,6	16,0	24
<b>Abhängige Variable SF 36 körperliche Funktionsfähigkeit (p= 0,063)</b>				
III	zementiert	49,3	30,4	11
	nicht zementiert	49,7	36,3	16
IV	zementiert	28,6	32,0	11
	nicht zementiert	63,1	32,9	21
<b>Abhängige Variable SF36 körperliche Schmerzen (p=0,068)</b>				
III	zementiert	55,2	30,1	11
	nicht zementiert	58,7	31,5	16
IV	zementiert	57,3	30,4	27
	nicht zementiert	38,7	28,4	11

Tabelle 7: Ficat-Klassifikation in Bezug auf Womac und SF 36

### 3.9.4 Kerboul-Winkel

In dem Kollektiv der 41-Bicontact Prothesen kommen 35 mal große und 6 mal mittlere Winkel vor, im Kollektiv der 26 MG-Patienten 20 große und 6 mittlere.

### 3.9.5 Gruen-Zonen

78 % der Bicontact-Schäfte und 92 % der MG-Schäfte ließen keine Gruen-Zonen erkennen. Bei lediglich 2 Patienten (MG) waren die Lysesäume größer als 1 mm und zunehmend. Die Lysesäume in den jeweiligen Zonen, aufgeteilt nach Schafttyp, sind den Abbildungen zu entnehmen.

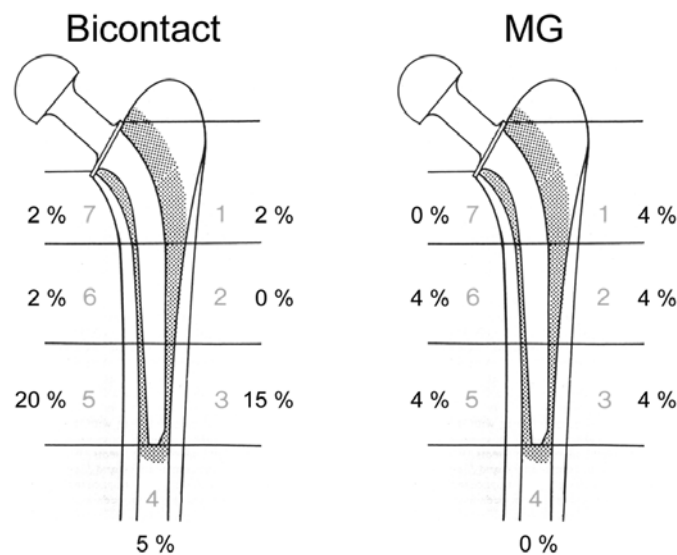


Abbildung 15: Lysesäume nach Gruen für Bicontact- und MG-Prothesen

## 3.10 EBRA-FCA

### 3.10.1 Untersuchungszeitraum der EBRA FCA

Das folgende Punktwolkendiagramm gibt über den Beobachtungszeitraum der Prothesen mittels EBRA-FCA Aufschluss. Der mittlere Bereich lag dabei bei 57,6 (3-110) Monaten. Sieben Patienten waren verstorben, jedoch ohne Zusammenhang mit HKN oder TEP. Für die Studie wurde ein Zeitraum von mindestens 2,6 Jahren angestrebt. Werte unterhalb dieser Vorgabe kamen zustande, weil

Röntgenaufnahmen, die den entsprechenden Zeitrahmen erfüllt hätten, vom Programm nicht akzeptiert wurden.

Aus demselben Grund konnte bei 8 Patienten keine EBRA-FCA durchgeführt werden.

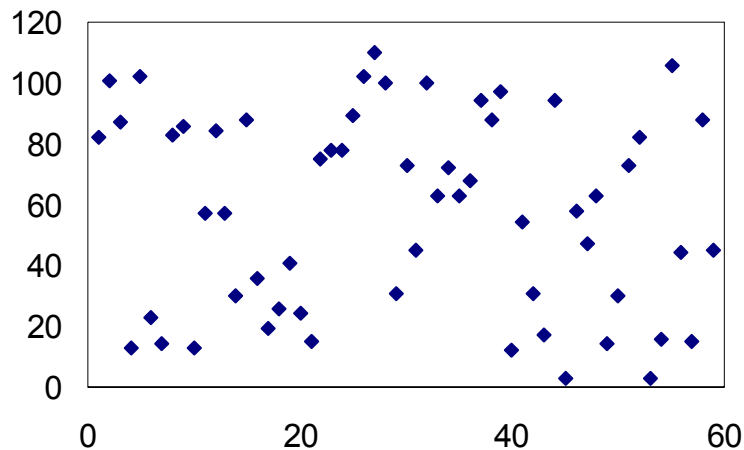
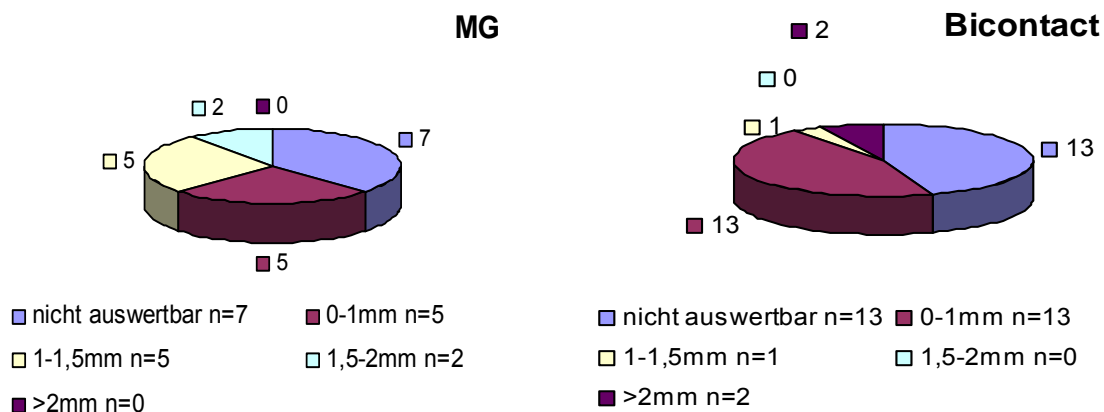


Abbildung 16: Beobachtungszeitraum EBRA-FCA. Auf der x-Achse ist die Prothesenanzahl angegeben, auf der y-Achse der Zeitraum in Monaten

### 3.10.2 Subsidence

Insgesamt 59 Patienten wurden mittels EBRA-FCA vermessen, 262 BÜS, durchschnittlich 4,4 pro Patient. Nach 24 Monaten wiesen 6 Hüften eine Subsidence zwischen 1-1,5 mm auf, 2 Prothesen zwischen 1,5-2 mm und 2 Prothesen über 2 mm. Die maximale Subsidence nach 24 Monaten betrug 4,33 mm. Keine der eingesetzten Prothesen musste im Untersuchungszeitraum gewechselt werden. Die Subsidence wurde nach 24 Monaten in Bezug auf den Schafttyp und die Ätiologie untersucht. MG-Prothesen wiesen deutlich häufiger eine Subsidence über 1mm auf. Zwischen der Ätiologie der Hüftkopfnekrose und einem gehäuften Auftreten einer Sinterung über 1mm bestand kein Zusammenhang. Die 4 Prothesen, die eine Sinterung über 1,5 mm aufwiesen, wurden genauer überprüft. Es handelte sich um 2 Bicontact-Prothesen und 2 MG-Prothesen. Jeweils ein MG-Patient (weiblich) sowie ein Bicontact Patient (männlich) wiesen Lysesäume sowie klinisch schlechtere Ergebnisse auf. Jedoch waren die Kriterien für eine Schaft-Lockerung nicht gegeben, so dass keine der untersuchten Prothesen als gelockert bezeichnet werden kann.



Abbildungen 17 und 18: Tortendiagramme zur Migrationsrate von Bicontact und Müller-Gerad Schäften

### 3.10.3 Mittlere Subsidence

Die mittlere Subsidence wurde nach 12, 24 und 60 Monaten anhand eines linearen Graphen berechnet. Nach 60 Monaten konnten nur noch bei 33 Patienten Ergebnisse erhalten werden. Dies lag weniger an einem nicht vorhandenen Röntgenbild als an der Tatsache, dass viele Bilder starke Ossifikationen am Trochanter major aufwiesen. Diese wurden nicht mehr zur Messung zugelassen. Die mittlere Subsidence nach 24 Monaten betrug bei den Bicontact-Schäften -0,59 mm bei den MG-Schäften -0,68 mm. Bei der mittleren Subsidence in Bezug zur Ätiologie ergaben sich keine signifikanten Ergebnisse. Genaueren Aufschluss über Subsidence (mm), Mittelabweichung (MAW) sowie Anzahl (N) der Prothesen geben folgende Abbildung und Tabelle.

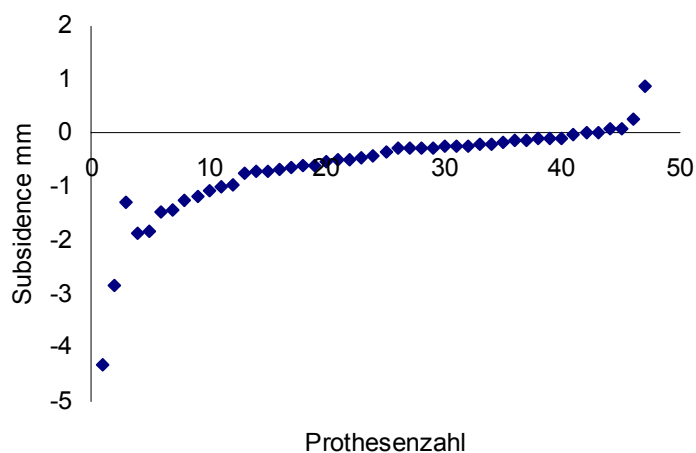


Abbildung 19: Gesamt-Subsidence in mm nach 24 Monaten

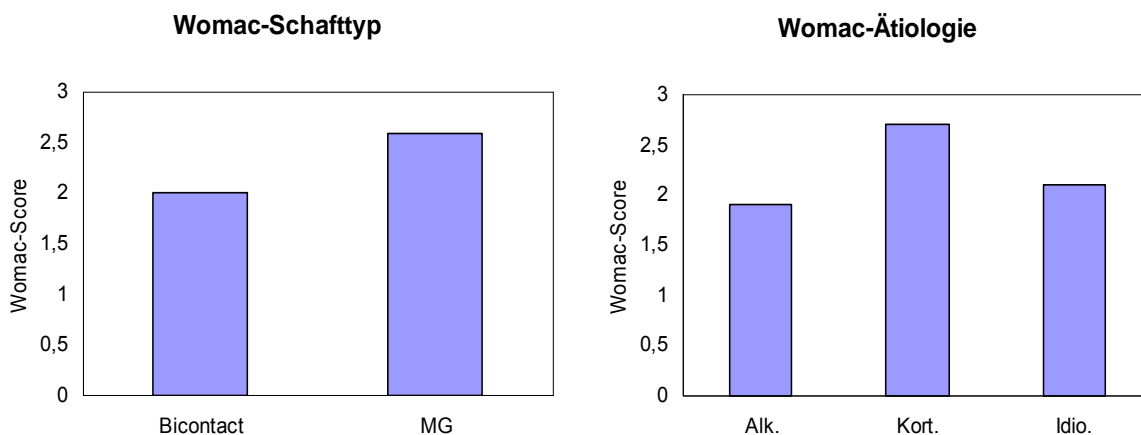
Monate	Gesamt	MAW	N	Bi	MAW	N	MG	MAW	N
12	<b>-0,20</b>	0,43	59	<b>-0,44</b>	0,46	35	<b>-0,40</b>	0,38	24
24	<b>-0,63</b>	0,6	47	<b>-0,59</b>	0,55	28	<b>-0,68</b>	0,65	19
60	<b>-0,96</b>	0,6	33	<b>-0,90</b>	0,5	21	<b>-0,92</b>	0,76	12
Monate	Alk.	MAW	N	Kort.	MAW	N	Idio.	MAW	N
12	<b>-0,51</b>	0,39	20	<b>-0,34</b>	0,41	11	<b>-0,42</b>	0,41	27
24	<b>-0,65</b>	0,53	16	<b>-0,51</b>	0,69	9	<b>-0,75</b>	0,65	21
60	<b>-1,00</b>	0,61	14	<b>-0,93</b>	0,7	6	<b>-0,87</b>	0,54	14

Tabelle 7: Subsidence (mm) Gesamt und aufgeschlüsselt nach Schafttyp

### 3.11 Patientenfragebögen

#### 3.11.1 Womac

Der Womac wird untersucht nach Schafttyp und Ätiologie. Ergebnisse und (Standardabweichung) zeigt die Tabelle 8. Für die Müller-Geradschäfte sowie die Gruppe Kort. ergeben sich deutlich schlechtere Werte.



Abbildungen 20 und 21: Womac in Bezug auf Schafttyp und Ätiologie

Womac Untergruppe	MG	Bicontact	Alk.	Kort.	Idio.	Gesamt
Womac Gesamtscore	2,6 (2,6)	2,0 (2,6)	1,9 (2,9)	2,7 (2,7)	2,1 (2,1)	2,1 (2,5)
Womac Schmerzen	2,4 (2,7)	1,8 (2,7)	1,8 (2,9)	2,2 (2,9)	2,0 (2,3)	1,9 (2,6)
Womac Funktion	3,2 (3,1)	2,0 (2,6)	2,4 (2,8)	3,6 (3,1)	2,3 (2,4)	2,4 (2,8)

Tabelle 8: Womac mit Untergruppen Gesamt und in Bezug zum Schafttyp (Standardabweichung)

### 3.11.2 SF 36

Der SF 36 Score wurde in Bezug auf Schaffttyp und Ätiologie untersucht. Es zeigte sich, dass es den Kortisonpatienten in fast allen Untergruppen signifikant schlechter ging.

Auf der Punkteskala (0-100) sahen sich die Kortisonpatienten im Mittel um 17 Punkte schlechter als die Alkoholpatienten, die sich leicht besser sahen als die idiopathische Gruppe. Ebenso signifikant war das Ergebnis bei Betrachtung des Schafftyps. Patienten mit Bicontact-Schaft schnitten in allen Untergruppen deutlich besser ab (17 Punkte im Durchschnitt) als MG-Patienten. Da die MG-Patienten deutlich älter waren als die Gruppe der Bicontact-Patienten, wurde der Einfluss des Alters herausgerechnet. Es wurden einmal zwei und einmal drei Altersgruppen gebildet. Die deutlich besseren Ergebnisse des SF 36 bei Bicontact-Schäften blieben bestehen.

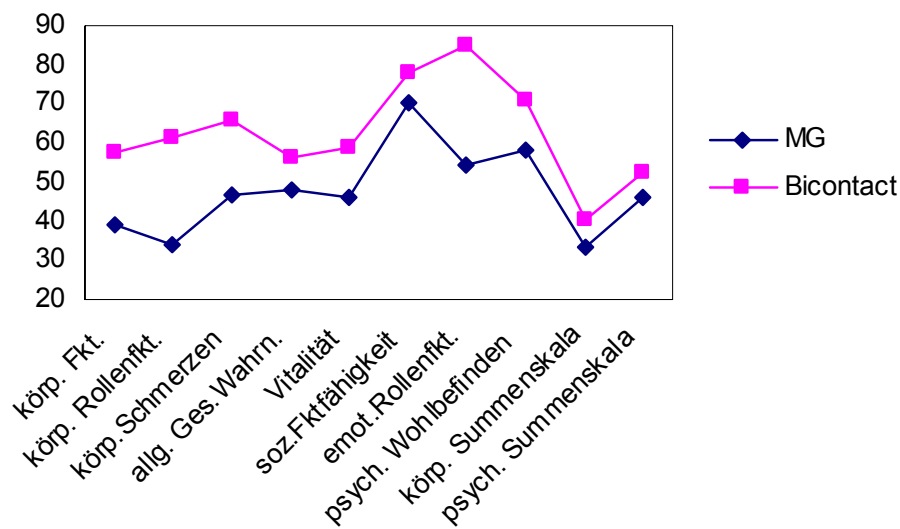


Abbildung 22: SF 36 in Bezug auf Schaffttyp



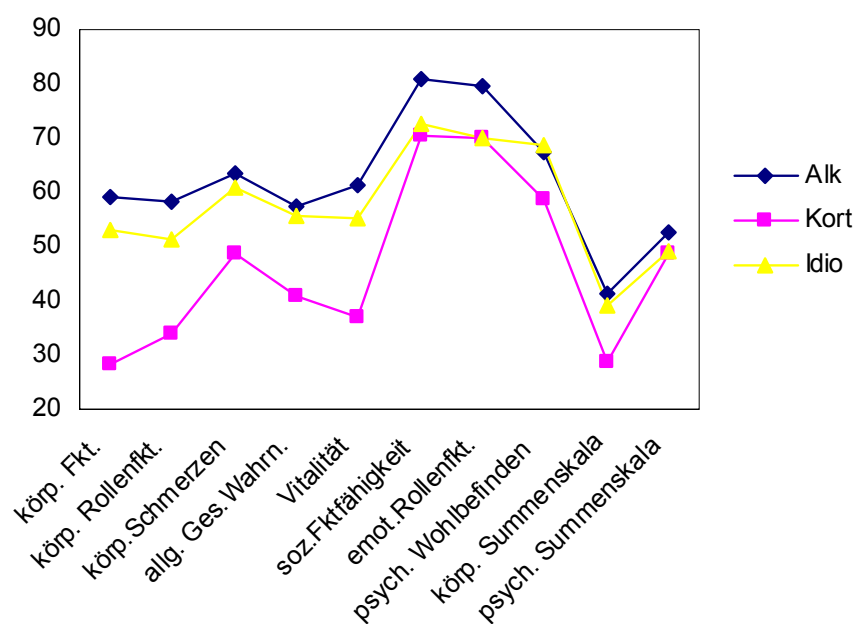


Abbildung 23: SF 36 in Bezug zur Ätiologie

SF36 Untergruppe	MG	BI	p	Alk	Kort	Idio	P
Körperliche Fkt.	39,0 (32,7)	57,3 (34,6)	0,05	59,3 (38,4)	28,2 (24,3)	53,0 (31,4)	0,04
Körp. Rollenfkt.	34,2 (45,0)	61,5 (46,7)	0,05	58,3 (49,6)	34,1 (39,2)	51,1 (49,1)	0,40
Körperliche Schmerzen	47,0 (29,8)	66,0 (29,3)	0,02	63,5 (34,4)	48,7 (26,0)	60,7 (29,0)	0,42
allg. Gesundheitswahrnehmung	47,7 (12,1)	56,4 (19,2)	0,08	57,6 (17,4)	40,9 (12,1)	55,6 (17,0)	0,03
Vitalität	45,8 (22,2)	58,6 (18,1)	0,02	61,3 (21,7)	37,0 (10,9)	55,1 (19,0)	0,01
Soziale Funktionsfähigkeit	70,4 (25,1)	78,0 (21,5)	0,22	81,0 (23,0)	70,5 (22,6)	72,5 (24,0)	0,36
Emotionale Rollenfkt.	54,4 (50,0)	85,1 (35,1)	0,22	79,4 (40,1)	70,0 (48,3)	70,0 (45,9)	0,74
Psych. Wohlbefinden	58,4 (24,0)	70,8 (17,7)	0,03	67,6 (25,6)	58,5 (18,4)	68,7 (16,9)	0,42
Körp. Summenskala	33,4 (12,1)	40,1 (13,4)	0,09	41,1 (15,4)	28,9 (6,3)	39,2 (12,1)	0,06
Psych. Summenskala	46,0 (11,6)	52,7 (9,1)	0,02	52,5 (10,7)	48,7 (10,2)	49,3 (10,5)	0,55

Tabelle 9: Ergebnisse SF 36 in Bezug auf Schaffttyp und Ätiologie (Standardabweichung)

## 4 Diskussion

Folgende Gesichtspunkte sollten in dieser Arbeit betrachtet werden:

- Vergleich von zementierter und zementfreier Verankerungstechnik
- Verwendung der Subsidence als radiologischer Parameter der Schaftsinterung
- Verwendung subjektiver Scores in Abhängigkeit von Ätiologie und Verankerungstechnik
- Gesonderte Betrachtung der zementfreien Verankerung bei jungen Patienten mit schlechter Knochenqualität (Kortison)

Ziel der vorliegenden Arbeit war der Vergleich von zementierten und zementfreien Totalendoprothesen, die aufgrund einer Hüftkopfnekrose eingesetzt wurden.

Die Ergebnisse wurden anhand radiologischer sowie klinischer Untersuchungen bewertet. Insbesondere sollte der Zusammenhang zwischen Verankerungstechnik, Alter der Patienten und Ätiologie der Hüftkopfnekrose herausgearbeitet werden.

In der Literatur sind mehrere Arbeiten zu finden, die sich jeweils mit einer Verankerungstechnik beschäftigen, jedoch nur zwei Studien, die zementierte und zementfreie TEP bei Hüftkopfnekrose miteinander vergleichen.

So fanden Rubinstein und Beals [24] hohe Lockerungsraten bei zementierten Schäften nach posttraumatischer Hüftkopfnekrose. In einer sehr kleinen Studie ermittelten sie 5-JÜL von 89 % und 10-JÜL von 49 %. Bei Verwendung einer sehr frühen Zementiertechnik ergaben sich hohe Lockerungsraten für zementierte Schäfte, ein gelockerter zementfreier Schaft wurde nicht entdeckt. Man sprach sich eindeutig für die zementfreie TEP aus.

Nich [42] empfiehlt hingegen ausdrücklich zementierte TiAl6V4 Schäfte bei jungen Patienten. Er untersuchte 41 Personen, denen 52 Schäfte eingesetzt wurden. Alle Patienten litten an HKN. Das durchschnittliche Follow-up betrug 16 Jahre. Obwohl

die Ergebnisse für die ebenfalls zementierten Pfannen mäßig waren, ergab sich für die Schäfte eine 10-Jahres-Überlebensrate von 100 %.

Wichtig ist immer, die Zementiertechnik im Auge zu behalten. Ritter [94] verglich erste und zweite Generation von Zementiertechnik miteinander. Er kam auf ein eindeutiges Ergebnis: Revisionsraten von 28 % bei erster Generation gegen 13 % bei zweiter Generation. Noch deutlicher wurde das Ganze wenn man sich nur die Patienten, die jünger als 50 Jahre waren, anschaute (60 % gegen 20 %). Garino untersuchten Patienten, bei denen der Einbau der Prothese mittels 3.Generation von Zementiertechnik erfolgte. Er fand bei Patienten mit HKN nach einem Follow-up von 4,6 Jahren eine Revisionsrate von 5 % [95].

Viele der Studien über die Verwendung von unzementierten Schäften liefern gute bis sehr gute Ergebnisse.

Kim [96] untersuchte 118 Hüften, die einen porous coated Titan Schaft eingebaut bekamen. Der Follow-up betrug 9,8 Jahre, der Anteil von Personen mit HKN war 58 %.

Er fand eine Revision bei persistierender Luxation, keine aseptischen Lockerungen und einen deutlich gestiegenen HHS postoperativ von 92.

Fye [97] berichtete über gute Ergebnisse für die zementfreie Mittelmeer-Prothese.

Er betrachtete 1998 58 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 37 Jahren, keiner war älter als 50 Jahre, bei einer Nachuntersuchungszeit von mindestens 48 Monaten. In 94 % waren die Resultate gut bis sehr gut, die Revisionsrate für Schaft und Pfanne lag bei 1,5 %, eine radiologische Lockerung der Schäfte war in 7,6 % der Fälle erkennbar.

D'Antonio [98] und Nercessian [99] schauten sich porous coated Schäfte an mit Schwerpunktdiagnose Femurkopfnekrose. D'Antonio fand bei 53 Prothesen und 6,8 Jahren Nachuntersuchungszeit keine Lockerung, Nercessian hatte in 88 % gute bis sehr gute Ergebnisse vorzuweisen.

Auch Chiu [32] fand in seiner Untersuchung keine Revision. Er verglich nach einem Follow-up von 6,8 Jahren 29 Hüften bei Hüftkopfnekrose (Durchschnittsalter 47,1 J.) mit 32 Hüften bei Osteoarthritis (Durchschnittsalter 52,5 J.).

Xenakis [100] untersuchte Nekrose- und Osteoarthritis-(oder ähnliche Diagnose) Patienten, die eine zementfreie Prothese erhalten hatten. Er verzeichnete lediglich eine Revision in der Nekrosegruppe.

Dass die Erkrankung Femurkopfnekrose zu erhöhten Lockerungsraten bei unzeementierten Schäften führt, konnten Schneider et al. [101] nicht bestätigen.

Zu ebenso guten/sehr guten Ergebnissen kamen die Autoren Haddad et al.[102], Delank et al.[103], Lins et al. [104] und Eingartner [47]. Eingartner untersuchte dabei ebenso wie wir den Bicontact-Schaft der Fa. Aesculap. Er schaute sich 250 Schäfte an, die Patienten mit unterschiedlichster Diagnose eingesetzt worden waren. Die Berechnung der Überlebenszeitwahrscheinlichkeit nach 11 Jahren betrug 97,1 %.

Allerdings gibt es auch Autoren, die von weniger guten Ergebnissen bei zementfreien Schäften berichten.

Kim et al. [105] untersuchten 78 zementlose Prothesen verschiedener Modelle. Alle 61 Patienten litten an Femurkopfnekrose. Bei einem Follow-up von 7,2 Jahren ermittelte er deutliche Osteolysen in 28,2 %, fünf Prothesen wurden gewechselt.

116 Hüften umfasste seine spätere Studie 1999, Kim [106] erreichte nun bessere, aber nicht wirklich zufrieden stellende Ergebnisse. Er betrachtete 108 Patienten mit unterschiedlicher Diagnose, davon 46 mal HKN. 30 % der Schäfte bezeichnete er als ungenügend, 11 % der Schäfte mussten einer Revision unterzogen werden.

Mit 28 % lag auch der Anteil der Patienten, die 10 Jahre nach Implantation Oberschenkelschmerzen angaben, recht hoch. Jedoch wird Oberschenkelschmerz bei zementfreien Prothesen sehr häufig als Komplikation beschrieben.

In einer Skandinavischen Multicenter-Studie betrachteten Malchau et al. [107] 539 Prothesen, die aufgrund diverser Grundkrankheiten eingesetzt worden waren. Nach 6 Jahren und 10 Monaten waren 71 Prothesen ersetzt worden, die kombinierte klinische (Revision) und radiologische Überlebensrate betrug lediglich 61,1 %.

Zu den oben genannten Zahlen ist anzumerken, dass die Ergebnisse teilweise aufgrund schlechter Resultate der Pfannenkomponente zu erklären sind.

Einige wenige Autoren verglichen zementierte mit unzementierten Schäften.

Katz et al. [108] konnten dabei keinen Unterschied feststellen. Allerdings differierten beide Gruppen im Follow-up um 20 Monate, was der Vergleichbarkeit nicht entgegen kommt. Des Weiteren ist die Studie mit lediglich 34 Prothesen sehr klein.

Katz et al. ermittelten radiologisch und klinische gleichwertige Ergebnisse für unzementierte und zementierte Prothesen.

Kim [96] hingegen verwendete ein völlig anderes Studiendesign. Er untersuchte Patienten mit beidseitiger HKN, die auf einer Seite eine zementierte und auf der anderen Seite eine unzementierte Prothese erhalten hatten (50 Patienten). Dies führt zu einer sehr guten Vergleichbarkeit. Die Patienten mit einseitiger HKN wurden unzementiert versorgt (48 Patienten). Bei über der Hälfte der Patienten war Alkohol der wahrscheinlichste Grund für die Grunderkrankung. Nach einem Follow-up von 9,3 Jahren waren in beiden Gruppen 2 % der Schäfte revidiert worden, der HHS war gleich. Kim konnte keinen Unterschied zwischen zementiert und unzementiert erkennen.

Sowohl bei der Studie von Kim als auch bei der von Katz et al. ist kritisch anzumerken, dass die Ergebnisse klinisch mit dem HHS, radiologisch anhand von manuellen Messungen ermittelt wurden. Objektive Verfahren wie die EBRA-FCA oder subjektive Test wie WOMAC und SF 36 wurden nicht verwendet.

Der direkte Vergleich zwischen zementierten und zementfreien Schäften unter Verwendung computergestützter radiologischer Meßmethoden und objektiven/subjektiven klinischen Scores war Ziel der vorliegenden Arbeit.

67 Patienten erfüllten die Einschluss-Kriterien.

41 Patienten erhielten eine zementfreie Bicontact-Prothese, 26 Patienten ein zementierte. Der Operationszeitraum schloss die Jahre 1992-1998 mit ein. Die 2. Generation Zementiertechnik kam bei allen MG-Schäften zum Einsatz.

Das Geschlechterverhältnis Männer:Frauen war 2,4 : 1, 6 : 1 bei den Bicontact-Prothesen und 1 : 1 bei den MG-Prothesen. Zementierte Prothesen wurden prozentual vermehrt bei Frauen eingesetzt. Dies kann unter anderem an der schlechteren Knochenqualität postmenopausal liegen. Insgesamt verfügte das Gesamtkollektiv Frauen nicht über einen erhöhten Bone-Stock-Index gegenüber den Männern.

Untersucht wurden 37 rechte und 30 linke Hüften.

Wenn man die Schafttypen miteinander vergleicht, so erhält man schlechtere Ergebnisse bei den MG-Schäften. Der postoperative HHS betrug bei den Bicontact-Schäften 83 (s = 18,7) bei den MG-Schäften 74 (s = 20,4). Bei der Messung der Subsidence mittels EBRA-FCA zeigte sich zwischen den beiden Schafttypen wenig Unterschied (Bicontact = -0,59; MG = -0,68 nach 24 Monaten) Jedoch wiesen MG-Prothesen deutlich häufiger eine Sinterung über 1 mm auf. Die Auswertung von Womac und SF 36 ergab, dass die MG-Träger signifikant schlechtere Resultate haben. Auch das Miteinbeziehen des deutlich höheren Alters der MG-Patienten änderte daran nichts.

Katz et al. sowie Kim sehen in ihrer Studie zementierte und zementfreie Verankerungstechnik als gleichwertig an. Die vorliegende Studie zeigt nun tendenziell schlechtere Ergebnisse für MG-Schäfte.

Wenn man das höhere Alter und den ASA mit einbezieht (MG-Schäfte = 2,73, Bicontact-Schäfte = 2,34), so sind die Ergebnisse von Katz et al. und Kim zu bestätigen.

Dorr [40] untersuchte zementierte Schäfte bei Patienten mit diversen Diagnosen unter anderem auch HKN.

Die Revisionsrate betrug nach 4,5 Jahren 12 %, nach 9,2 Jahren 33 %, und nach 16,2 Jahren 16,7 %. Auffallend war, dass die Revisionsrate deutlich vom Alter

abhängt. Mit 82 % war sie bei Patienten unter 30 J. deutlich schlechter als mit 56 % bei Patienten über 30 J. Zusammenfassend kann man festzustellen, die schlechtesten Ergebnisse hatten Patienten unter 30 J., die an HKN litten.

Fyda [41] fand bei einem Follow-up von 10 Jahren eine Revisionsrate von 22,9 %. Er untersuchte 41 HKN - Patienten und kam zum Schluss, junges OP-Alter erhöht die Gefahr der Lockerung. Dies scheinen auch Malchau [107] und Stulberg [109] mit ihren Untersuchungen zu bestätigen.

In der vorliegenden Studie wiesen die zementfreien Prothesen ein signifikant niedrigeres Operationsalter auf (OP-Alter Bicontact = 48,2 s = 9,2, OP-Alter MG = 65,3 s = 8,4). Die Patienten, denen ein Bicontact-Schaft implantiert wurde, zeigten bessere, auf jeden Fall aber gleichwertige Ergebnisse gegenüber dem Vergleichs-Kollektiv.

Die These, junges Alter beinhaltet ein erhöhtes Risiko der Prothesenlockerung kann nicht bestätigt werden.

Hat aber auch die Ätiologie Einfluss auf die durchschnittliche Überlebensdauer? 68 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 49,9 Jahren und der Primärdiagnose Femurkopfnekrose beinhaltete die Studie von Dudkiewicz et al. [39]. Sie verglichen die ätiologischen Subgruppen anhand von prä/postoperativem HHS und Revisionsraten. Die Gesamtrevisionrate betrug bei einem Follow-up von durchschnittlich 6,2 Jahren 16,7 %. Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen waren nicht erkennbar, lediglich die Kortikoidpatienten scheinen etwas weniger gute Resultate zu haben.

Zu einem anderen Ergebnis kamen Brinker et al. [38]. Sie stellten bei HKN - Patienten, denen eine zementfreie Prothese eingesetzt wurde, sehr wohl Unterschiede fest. Gute oder exzellente Resultate hatten 92 % der idiopathischen, 86,7 % der alkoholinduzierten, 77,8 % der Nierentransplantierten und 62,5 % der Patienten mit einem systemischen Lupus erythematodes.

Aufgrund dieser Resultate wurden in der vorliegenden Studie die Risikofaktoren der einzelnen Patienten genauer betrachtet.

In der Bicontact-Gruppe hielten sich Kortison- und idiopathische Risikofaktoren die Waage, es kamen 7 Kortison Patienten vor. (Gruppe Alk. = 16, Gruppe Idio. = 15). Diese waren prozentual bei der MG-Gruppe stärker vertreten (Gruppe Alk. = 6, Gruppe Kort. = 5, Gruppe Idio = 15).

Die Patienten, die aufgrund von Kortisoneinnahme an einer Hüftkopfnekrose erkrankt waren, zeigten schlechtere Ergebnisse nach Protheseneinbau. Hier war der ASA mit 3,17 höher, der postoperative HHS mit 71 geringer und der Bone-Stock-Index zeigte mit 0,56 schlechtere Knochenqualität an.

Der höhere Healey-Index ist mit der oft jahrelangen Kortisoneinnahme zu erklären, der umso deutlicher wird, wenn man bedenkt, dass in der Gruppe Kort. das Männer : Frauen Verhältnis 3 : 1 beträgt. Postmenopausale Faktoren spielen folglich eine untergeordnete Rolle. Man kann davon ausgehen, dass der höhere Healey-Index von vornherein zu einer schlechteren Prothesen-Verankerung führt. Diese führte jedoch zu keiner erhöhten Sinterung in der EBRA-FCA. Die biomechanische Stabilität der Prothesen waren daher im vorliegenden Kollektiv auch bei Patienten mit Risikofaktor Kortison nicht eingeschränkt.

Die Kortisonpatienten wurden genauer betrachtet.

Aufgrund der häufig geäußerten Meinung junges Alter führe zu frühzeitiger Prothesenlockerung, sollte in der vorliegenden Studie überprüft werden, ob bei jungen Patienten mit kortikoidinduzierter HKN die zementfreie Prothesenverankerung sinnvoll ist. Die Kortison-Patienten hatten den schlechtesten ASA (3,17) und den schlechtesten Healey-Index (0,56), also die ungünstigsten Voraussetzungen für stabile Prothesenverankerung. HHS, Womac und SF 36 waren bei diesen Patienten signifikant schlechter.

Die Kortison-Patienten, die mit einer Bicontact-Prothese versorgt wurden, zeigten jedoch keine höhere Subsidence als die Kortison-Patienten, die eine MG-Prothese erhielten.

Insgesamt scheint aufgrund der Tatsache, dass die zementierten Schäfte tendenziell schlechtere Resultate als die zementfreien Schäfte zeigten, die zementfreie Prothesenverankerung auch bei Patienten unter 60 Jahren weiterhin sinnvoll zu sein.



Insbesondere zeigten die Ergebnisse der Hochrisikogruppe Kortison eine Gleichwertigkeit der Stabilität der knöchernen Schaftverankerung.

## 5 Zusammenfassung

Die Implantationstechnik bei Hüfttotalendoprothesen für die Behandlung der Hüftkopfnekrose wird kontrovers beurteilt. Insbesondere wird die Verwendung von zementfreien Implantaten bei meist jüngeren Patienten mit geschwächter Knochenstruktur von einigen Autoren als kritisch angesehen. Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um einen Vergleich der Ergebnisse der Totalendoprothesenversorgung bei Patienten mit Hüftkopfnekrosen unterschiedlicher Ätiologie im Unterschied zu zementierten Implantaten.

Von 1992-1998 wurden insgesamt 67 Patienten mit der Diagnose Hüftkopfnekrose mit zementfreien Hüfttotalendoprothesen ( $n = 41$ ; Mittleres Alter:  $48,2 \pm 9,1$ ;  $m : w = 6 : 1$ , Alkohol, kortikoidinduziert, Idiopathisch:  $6 : 7 : 15$ ) oder zementierten Implantaten ( $n = 26$ , Mittleres Alter:  $65,3 \pm 8,4$ ,  $m : w = 1 : 1$ , Alkohol:kortikoidinduziert:Idiopathisch =  $6 : 5 : 15$ ) untersucht. Neben klinischen und konventionell radiologischen Untersuchungen wurde als Parameter der Implantatstabilität insbesondere das Tiefertreten des Schaftes mit Hilfe eines computergestützten Messverfahrens, der digitalen EBRA-FCA, untersucht. Die subjektiven Parameter der Patienten wurden mit dem SF 36 und dem Womac-Score bewertet.

Nach durchschnittlich  $6 \pm 2$  Jahren bei den zementfreien und  $5,6 \pm 2,5$  Jahren bei den zementierten Hüften wurden die Patienten nachuntersucht. In diesem Nachuntersuchungszeitraum war kein Implantat gelockert oder revidiert. Die zementfreien Schäfte zeigen eine mittlere Subsidence von  $-0,59$  mm, die zementierten Schäfte ein Tiefertreten von  $-0,68$  mm. Die durchschnittlichen subjektiven Parameter im HHS, Womac und SF 36 waren bei den zementfreien Prothesen (HHS =  $83 \pm 19$ , Womac =  $2,0 \pm 2,6$ , körp. Summenskala SF 36 =  $40,1 \pm 13,4$ ) besser als bei den zementierten (HHS =  $74 \pm 20,4$ , Womac =  $2,6 \pm 2,6$  und körp. Summenskala SF 36 =  $33,4 \pm 12,1$ ). Die schlechtesten subjektiven Parameter und die schlechteste kortikale Knochenstruktur zeigten die Patienten mit kortikoidinduzierter Nekrose, sowohl bei den zementierten als auch bei den zement-

freien Schaftversorgungen. Eine höhere Migrationsrate wurde bei den zementfreien Implantationen in dieser Untergruppe jedoch nicht gefunden.

Die vorliegende Untersuchung beschreibt Ergebnisse der zementfreien Schaftversorgung bei Patienten mit Hüftkopfnekrose. Der Vergleich mit einer im Durchschnitt älteren Vergleichsgruppe mit zementierten Implantaten zeigt keine höhere Implantatmigration, keine Revision im Nachuntersuchungszeitraum und insgesamt höhere subjektive Ergebnisse in verschiedenen Score-Systemen. Auch bei schlechterer primärer Ausgangssituation zeigen die zementfreien Implantate kein schlechteres Wanderungsverhalten. Insgesamt ist daher die Indikation oder die Versorgung von Hüftkopfnekrosen bei jüngeren Patienten mit zementfreien Implantaten weiterhin gerechtfertigt.

## 6 Literatur

1. Glas K., e.a., Zur Ätiologie der Hüftkopfnekrose, in Hüftkopfnekrose, S. T., Editor. 1991, Springer-Verlag: Berlin Heidelberg. p. 25-32.
2. Orthopädie, D.G.f.O.u.o.C.B.d.Ä.f., Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie und des Berufsverbandes der Ärzte der Orthopädie. Dt. Ärzte-Verlag, 2.Auflage, 2002, 2002.
3. Kramer, J., et al., [Diagnostic imaging in femur head necrosis]. Orthopade, 2000. 29(5): p. 380-8.
4. Pfeifer T, e.a., Die Hüftkopfnekrose nach medialer Schenkelhalsfraktur, in Hüftkopfnekrose, S. T., Editor. 1990, Springer: Berlin Heidelberg. p. 167-175.
5. Arruda, V.R., et al., Inherited risk factors for thrombophilia among children with Legg-Calve-Perthes disease. J Pediatr Orthop, 1999. 19(1): p. 84-7.
6. Glueck, C.J., et al., Thrombophilia and hypofibrinolysis: pathophysiologies of osteonecrosis. Clin Orthop, 1997(334): p. 43-56.
7. Jones, J.P., Jr., Intravascular coagulation and osteonecrosis. Clin Orthop, 1992(277): p. 41-53.
8. Jones, J.P., Jr., Concepts of etiology and early pathogenesis of osteonecrosis. Instr Course Lect, 1994. 43: p. 499-512.
9. Jones, J.P., [Epidemiological risk factors for non-traumatic osteonecrosis]. Orthopade, 2000. 29(5): p. 370-9.
10. Mont, M.A. and D.S. Hungerford, Non-traumatic avascular necrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Am, 1995. 77(3): p. 459-74.

11. De Santis, P.L., De Santis V., Falcone G., Pathophysiology of Avascular Necrosis of the Femoral Head, in Avascular Necrosis of the Femoral Head.:Current Trends, e.a. Santori F. S., Editor. 2004: Milan.
12. Wünsch P.H., Zur Pathologie und Pathogenese der Hüftkopfnekrose im Erwachsenen-und Kindesalter, in Hüftkopfnekrose, S. T., Editor. 1991, Springer-Verlag: Berlin Heidelberg.
13. Beltran, J., et al., Core decompression for avascular necrosis of the femoral head: correlation between long-term results and preoperative MR staging. Radiology, 1990. 175(2): p. 533-6.
14. Coleman, B.G., et al., Radiographically negative avascular necrosis: detection with MR imaging. Radiology, 1988. 168(2): p. 525-8.
15. Markisz, J.A., et al., Segmental patterns of avascular necrosis of the femoral heads: early detection with MR imaging. Radiology, 1987. 162(3): p. 717-20.
16. Glickstein, M.F., et al., Avascular necrosis versus other diseases of the hip: sensitivity of MR imaging. Radiology, 1988. 169(1): p. 213-5.
17. Mitchell, D.G., et al., Femoral head avascular necrosis: correlation of MR imaging, radiographic staging, radionuclide imaging, and clinical findings. Radiology, 1987. 162(3): p. 709-15.
18. Tingart, M., et al., [Treatment of osteonecrosis of the femoral head: current treatment concepts in Germany.]. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2004. 142(5): p. 553-8.
19. Fink, B. and W. Ruther, Partial and total joint replacement in femur head necrosis. Orthopade, 2000. 29(5): p. 449-56.

20. Beckenbaugh, R.D., H.A. Tressler, and E.W. Johnson, Jr., Results after hemiarthroplasty of the hip using a cemented femoral prosthesis. A review of 109 cases with an average follow-up of 36 months. *Mayo Clin Proc*, 1977. 52(6): p. 349-53.
21. Grecula, M.J., et al., Endoprotheses for osteonecrosis of the femoral head. A comparison of four models in young patients. *Int Orthop*, 1995. 19(3): p. 137-43.
22. Hungerford, M.W., et al., Surface replacement hemiarthroplasty for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am*, 1998. 80(11): p. 1656-64.
23. Takaoka, K., et al., Bipolar prosthetic replacement for the treatment of avascular necrosis of the femoral head. *Clin Orthop*, 1992(277): p. 121-7.
24. Rubinstein, R.A., Jr. and R.K. Beals, The results of treatment of posttraumatic avascular necrosis of the femoral head in young adults: report of 31 patients. *Contemp Orthop*, 1993. 27(6): p. 527-32.
25. Sanjay, B.K. and P.G. Moreau, Bipolar hip replacement in sickle cell disease. *Int Orthop*, 1996. 20(4): p. 222-6.
26. Lachiewicz, P.F. and S.M. Desman, The bipolar endoprosthesis in avascular necrosis of the femoral head. *J Arthroplasty*, 1988. 3(2): p. 131-8.
27. Cabanela, M.E., Bipolar versus total hip arthroplasty for avascular necrosis of the femoral head. A comparison. *Clin Orthop*, 1990(261): p. 59-62.
28. Ito, H., T. Matsuno and K. Kaneda, Bipolar hemiarthroplasty for osteonecrosis of the femoral head. A 7- to 18-year followup. *Clin Orthop*, 2000(374): p. 201-11.

29. Lee, S.B., et al., Comparison between bipolar hemiarthroplasty and THA for osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop*, 2004(424): p. 161-5.
30. Chan, Y.S. and C.H. Shih, Bipolar versus total hip arthroplasty for hip osteonecrosis in the same patient. *Clin Orthop*, 2000(379): p. 169-77.
31. Cornell, C.N., E.A. Salvati, and P.M. Pellicci, Long-term follow-up of total hip replacement in patients with osteonecrosis. *Orthop Clin North Am*, 1985. 16(4): p. 757-69.
32. Chiu, K.H., et al., Osteonecrosis of the femoral head treated with cementless total hip arthroplasty. A comparison with other diagnoses. *J Arthroplasty*, 1997. 12(6): p. 683-8.
33. Saito, S., et al., Long-term results of total hip arthroplasty for osteonecrosis of the femoral head. A comparison with osteoarthritis. *Clin Orthop*, 1989(244): p. 198-207.
34. Chiu, K.Y., et al., Charnley total hip arthroplasty in Chinese patients less than 40 years old. *J Arthroplasty*, 2001. 16(1): p. 92-101.
35. Ritter, M.A. and J.B. Meding, A comparison of osteonecrosis and osteoarthritis patients following total hip arthroplasty. A long-term follow-up study. *Clin Orthop*, 1986(206): p. 139-46.
36. Sarmiento, A., et al., Total hip arthroplasty with cement. A long-term radiographic analysis in patients who are older than fifty and younger than fifty years. *J Bone Joint Surg Am*, 1990. 72(10): p. 1470-6.
37. Kantor, S.G., et al., Cemented total hip arthroplasty in patients with osteonecrosis. A 6-year minimum follow-up study of second-generation cement techniques. *J Arthroplasty*, 1996. 11(3): p. 267-71.

38. Brinker, M.R., et al., Primary total hip arthroplasty using noncemented porous-coated femoral components in patients with osteonecrosis of the femoral head. *J Arthroplasty*, 1994. 9(5): p. 457-68.
39. Dudkiewicz, I., et al., Total hip arthroplasty after avascular necrosis of the femoral head: does etiology affect the results? *Arch Orthop Trauma Surg*, 2004. 124(2): p. 82-5. Epub 2004 Jan 23.
40. Dorr, L.D., T.J. Kane, 3rd, and J.P. Conaty, Long-term results of cemented total hip arthroplasty in patients 45 years old or younger. A 16-year follow-up study. *J Arthroplasty*, 1994. 9(5): p. 453-6.
41. Fyda, T.M., et al., Minimum ten-year follow-up of cemented total hip replacement in patients with osteonecrosis of the femoral head. *Iowa Orthop J*, 2002. 22: p. 8-19.
42. Nich, C., et al., Long-term results of alumina-on-alumina hip arthroplasty for osteonecrosis. *Clin Orthop*, 2003(417): p. 102-11.
43. Ilchmann, T., et al., Measurement accuracy in acetabular cup migration. A comparison of four radiologic methods versus roentgen stereophotogrammetric analysis. *J Arthroplasty*, 1992. 7(2): p. 121-7.
44. Webering, I., Langzeitergebnisse und Migrationsanalyse sphärischer Pressfit-Pfannen in Kombination mit einer Pfannendachplastik, in *Orthopädische Klinik und Poliklinik König-Ludwig-Haus*. 2002, Julius-Maximilians-Universität: Würzburg.
45. Mont, M.A. and M.W. Hungerford, [Therapy of osteonecrosis. Basic principles and decision aids]. *Orthopade*, 2000. 29(5): p. 457-62.
46. Weller, S. and R. Volkmann, eds. *Das BiCONTACT Hüftendoprothesen-System*. Vol. 1. 1998, Georg Thieme Verlag: Stuttgart. 213.



47. Eingartner, C., et al., Langzeitergebnisse mit dem zementfreiem Bicontact-Schaft. Aktuelle Traumatologie, 2001(31(4)): p. 149ff.
48. Bauer, R., et al., The transgluteal approach to the hip joint. Arch Orthop Trauma Surg, 1979. 95(1-2): p. 47-9.
49. Johnston, R.C., et al., Clinical and radiographic evaluation of total hip replacement. A standard system of terminology for reporting results. J Bone Joint Surg Am, 1990. 72(2): p. 161-8.
50. Harris, W.H., 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(4): p. 737-55.
51. Soderman, P. and H. Malchau, Is the Harris hip score system useful to study the outcome of total hip replacement? Clin Orthop, 2001(384): p. 189-97.
52. Stucki, G., et al., [Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthrosis Index]. Z Rheumatol, 1996. 55(1): p. 40-9.
53. Ostendorf, M., et al., Patient-reported outcome in total hip replacement. A comparison of five instruments of health status. J Bone Joint Surg Br, 2004. 86(6): p. 801-8.
54. Bullinger, M., German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: preliminary results from the IQOLA Project. International Quality of Life Assessment. Soc Sci Med, 1995. 41(10): p. 1359-66.
55. Ficat, P., Idiopathic femur head necrosis. Rev Prat, 1979. 29(5): p. 479-89.

56. Stöve, J., et al., Reproduzierbarkeit radiologischer Klassifikationskriterien der Femurkopfnekrose. Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete, 2001. 2001;139(2):163.
57. Steinberg, M.E., G.D. Hayken, and D.R. Steinberg, A quantitative system for staging avascular necrosis. J Bone Joint Surg Br, 1995. 77(1): p. 34-41.
58. Kerboul, M., et al., The conservative surgical treatment of idiopathic aseptic necrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Br, 1974. 56(2): p. 291-6.
59. Healy, W.L., et al., Implant standardization for total hip arthroplasty. An implant selection and a cost reduction program. J Arthroplasty, 1995. 10(2): p. 177-83.
60. Healey, J.H., V.J. Vigorita, and J.M. Lane, The coexistence and characteristics of osteoarthritis and osteoporosis. J Bone Joint Surg Am, 1985. 67(4): p. 586-92.
61. Eulert, Knelles, and Barthel, Heterotope Ossifikationen. Der Unfallchirurg, 1997. 1997.100:667-674.
62. Brooker, A.F., et al., Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. J Bone Joint Surg Am, 1973. 55(8): p. 1629-32.
63. Gruen, T.A., G.M. McNeice and H.C. Amstutz, "Modes of failure" of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. Clin Orthop, 1979(141): p. 17-27.
64. Mjoberg, B., et al., Definition of endoprosthetic loosening. Comparison of arthrography, scintigraphy and roentgen stereophotogrammetry in prosthetic hips. Acta Orthop Scand, 1985. 56(6): p. 469-73.

65. Krismer, M., et al., Aseptic loosening of straight- and curved-stem Muller femoral prostheses. Arch Orthop Trauma Surg, 1991. 110(4): p. 190-4.
66. Katzer, A. and J.F. Löhr, Frühlockerung von Hüftgelenksendoprothesen. Deutsches Ärzteblatt 2003; 100: A 784-790 (Heft 12), 2003.
67. Krismer, M., et al., Einzel-Bild-Röntgen-Analyse (EBRA zur Messung der Migration von Hüftendoprothesen. Der Orthopäde, 1997. 1997; 26: 229-236.
68. Krismer, M., et al., The prediction of failure of the stem in THR by measurement of early migration using EBRA-FCA. Einzel-Bild-Röntgen-Analyse-femoral component analysis. J Bone Joint Surg Br, 1999. 81(2): p. 273-80.
69. Biedermann, R., et al., Accuracy of EBRA-FCA in the measurement of migration of femoral components of total hip replacement. Einzel-Bild-Röntgen-Analyse-femoral component analysis. J Bone Joint Surg Br, 1999. 81(2): p. 266-72.
70. Albrecht, T., Migrationsanalyse von zementierten Müller-Geradschäften in Titanausführung, in Orthopädische Klinik und Poliklinik. 2002, Julius-Maximilians-Universität: Würzburg.
71. Mirzai, R., et al., The pathogenesis of osteonecrosis and the relationships to corticosteroids. J Asthma, 1999. 36(1): p. 77-95.
72. Felson, D.T. and J.J. Anderson, Across-study evaluation of association between steroid dose and bolus steroids and avascular necrosis of bone. Lancet, 1987. 1(8538): p. 902-6.
73. McGeown, M.G., et al., Advantages of low dose steroid from the day after renal transplantation. Transplantation, 1980. 29(4): p. 287-89.

74. Hawking, K.M., Letter: Avascular necrosis of bone after renal transplantation. *N Engl J Med*, 1976. 294(7): p. 397.
75. Fink B., Aseptische Knochennekrosen nach Nierentransplantation unter besonderer Berücksichtigung des NMR., in Medizinische Fakultät. 1990, Universität Bonn: Bonn.
76. Renner N, L.J., Thiel G, Gächter A, Harder F., Hüftkopfnekrose und Nierentransplantation, in Hüftkopfnekrose, S. Th., Editor. 1991, Springer: Berlin - Heidelberg. p. 83-88.
77. Meßler H, e.a., Ätiologie und Diagnose der Hüftkopfnekrose nach Nierentransplantation, in Hüftkopfnekrose, S. T., Editor. 1990, Springer: Berlin Heidelberg. p. 63-75.
78. Henning, H.V., Aseptische Knochennekrosen unter Kortikosteroidtherapie, in Hüftkopfnekrose, T. Stuhler, Editor. 1991, Springer - Verlag: Berlin Heidelberg. p. 47-53.
79. Ibels, L.S., et al., Aseptic necrosis of bone following renal transplantation: experience in 194 transplant recipients and review of the literature. *Medicine (Baltimore)*, 1978. 57(1): p. 25-45.
80. Ritz E, D.K., Mehls O, Aseptische Knochennekrosen nach Nierentransplantation. *Nieren-Hochdruckkrankheiten*, 1982(11): p. 240-247.
81. Binswanger U, S.A., Largiader F, Femurkopfnekrose nach Nierentransplantation, in Aktuelle Probleme der Dialyseverfahren und Niereninsuffizienz, S.F. Diettrich P von, Editor. 1975, Bindernagel: Friedberg. p. 195-202.
82. Landmann, J., et al., Cyclosporin A and osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am*, 1987. 69(8): p. 1226-8.

83. Habermann, E.T. and R.L. Cristofaro, Avascular necrosis of bone as a complication of renal transplantation. *Semin Arthritis Rheum*, 1976. 6(2): p. 189-206.
84. Neumayer H., e.a., Aseptische Femurkopfnnekrosen nach Nierentransplantation, in *Hüftkopfnnekrose*, S. T., Editor. 1990: Berlin Heidelberg.
85. Antti-Poika, I., et al., Alcohol-associated femoral head necrosis. *Ann Chir Gynaecol*, 1987. 76(6): p. 318-22.
86. Matsuo, K., et al., Influence of alcohol intake, cigarette smoking and occupational status on idiopathic osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop*, 1988(234): p. 115-23.
87. Jones, J.P., Jr., Fat embolism and osteonecrosis. *Orthop Clin North Am*, 1985. 16(4): p. 595-633.
88. Vela, P., et al., Primary antiphospholipid syndrome and osteonecrosis. *Clin Exp Rheumatol*, 1991. 9(5): p. 545-6.
89. Letson, G.D., et al., Activity relationships of total hip arthroplasty in patients with osteonecrosis and osteoarthritis. *Orthopedics*, 1996. 19(8): p. 665-8.
90. Asnis, S.E. and L. Wanek-Sgaglione, Intracapsular fractures of the femoral neck. Results of cannulated screw fixation. *J Bone Joint Surg Am*, 1994. 76(12): p. 1793-803.
91. D'Imporzano M., P.L., De Bellis U., THA in Post-Traumatic Avascular Necrosis, in *Avascular Necrosis of the Femoral Head: Current Trends*, S.F.S.e. al., Editor. 2004, Springer: Milan. p. 115.
92. Bachiller, F.G., A.P. Caballer, and L.F. Portal, Avascular necrosis of the femoral head after femoral neck fracture. *Clin Orthop*, 2002(399): p. 87-109.

93. Barnes, R., et al., Subcapital fractures of the femur. A prospective review. *J Bone Joint Surg Br*, 1976. 58(1): p. 2-24.
94. Ritter, M.A., et al., Total hip arthroplasty in patients with osteonecrosis. The effect of cement techniques. *Clin Orthop*, 1997(338): p. 94-9.
95. Garino, J.P. and M.E. Steinberg, Total hip arthroplasty in patients with avascular necrosis of the femoral head: a 2- to 10-year follow-up. *Clin Orthop*, 1997(334): p. 108-15.
96. Kim, Y.H., et al., Contemporary total hip arthroplasty with and without cement in patients with osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am*, 2003. 85-A(4): p. 675-81.
97. Fye, M.A., et al., Total hip arthroplasty performed without cement in patients with femoral head osteonecrosis who are less than 50 years old. *J Arthroplasty*, 1998. 13(8): p. 876-81.
98. D'Antonio, J.A., et al., Hydroxyapatite coated implants. Total hip arthroplasty in the young patient and patients with avascular necrosis. *Clin Orthop*, 1997(344): p. 124-38.
99. Nercessian, O.A., W.H. Wu, and H. Sarkissian, Clinical and radiographic results of cementless AML total hip arthroplasty in young patients. *J Arthroplasty*, 2001. 16(3): p. 312-6.
100. Xenakis, T.A., et al., Total hip arthroplasty for avascular necrosis and degenerative osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop*, 1997(341): p. 62-8.
101. Schneider, W. and K. Knahr, Total hip replacement in younger patients: survival rate after avascular necrosis of the femoral head. *Acta Orthop Scand*, 2004. 75(2): p. 142-6.

102. Haddad, R.J., S.D. Cook, and M.R. Brinker, A comparison of three varieties of noncemented porous-coated hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*, 1990. 72(1): p. 2-8.
103. Delank, K.-S., et al., Ergebnisse zementfreier Endoprothesen bei der nicht-traumatischen Hüftkopfnekrose. *Zeitschrift für Orthopädie und Ihre Grenzgebiete*, 2001. 2001;139(6):525.
104. Lins, R.E., et al., Evaluation of uncemented total hip arthroplasty in patients with avascular necrosis of the femoral head. *Clin Orthop*, 1993(297): p. 168-73.
105. Kim, Y.H., J.H. Oh, and S.H. Oh, Cementless total hip arthroplasty in patients with osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop*, 1995(320): p. 73-84.
106. Kim, Y.H., J.S. Kim, and S.H. Cho, Primary total hip arthroplasty with a cementless porous-coated anatomic total hip prosthesis: 10- to 12-year results of prospective and consecutive series. *J Arthroplasty*, 1999. 14(5): p. 538-48.
107. Malchau, H., et al., Scandinavian multicenter porous coated anatomic total hip arthroplasty study. Clinical and radiographic results with 7- to 10-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty*, 1997. 12(2): p. 133-48.
108. Katz, R.L., et al., Total hip arthroplasty in patients with avascular necrosis of the hip. Follow-up observations on cementless and cemented operations. *Clin Orthop*, 1992(281): p. 145-51.
109. Stulberg, B.N., et al., Uncemented total hip arthroplasty in osteonecrosis: a 2- to 10-year evaluation. *Clin Orthop*, 1997(334): p. 116-23.

## Danksagung

---

Der Autor bedankt sich herzlich bei

- seinem Doktorvater, Herrn Oberarzt Priv.-Doz. Dr. med. C. Hendrich, für die Überlassung des interessanten Themas und für seine Anregung, Beratung und Betreuung bei der Bearbeitung der vorliegenden Dissertationsschrift
- Professor Dr.-Ing. R. Thull für die freundliche Übernahme des Korreferates
- Herrn Dr. med. Stefan Radke, der bis zu seinem Ausscheiden aus dem KLH, oft fachkundig zur Seite stand und Hilfestellung gab
- Frau Dipl.-Psych. Nicole Wollmerstedt für die Hilfe bei statistischen Fragen und Problemen
- Ulf Sauer, Esther Schneider und Sil Hammerla für die Beratung bei Hard- und Softwarefragen
- seinen Eltern für die persönliche und finanzielle Unterstützung



# Lebenslauf

---

Name	Lermann
Vorname	Johannes Hugo
Geburtsdatum	04.12.75
Geburtsort	Würzburg
Familienstand	ledig

## Ausbildung

1982-1986	Grundschule Marktheidenfeld
1986-1995	Gymnasium Marktheidenfeld
1997-2004	Studium der Humanmedizin an der Universität Würzburg
09.06.2004	3.Staatsexamen
seit 02/2005	Assistenzarzt Chirurgie Spital Limmattal, Zürich