Vergleich und klinische Ergebnisse von operativen Eingriffen zur Versorgung von Frakturen im Bereich des coxalen Femurendes

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Michael Grubwinkler

Chirurgische Klinik und Poliklinik Großhadern
der Ludwig-Maximilians-Universität München
(Direktor Prof. Dr. med. Karl-Walter Jauch)

Vergleich und klinische Ergebnisse von operativen Eingriffen zur Versorgung von Frakturen im Bereich des coxalen Femurendes

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Michael Grubwinkler

aus Eggenfelden

2003

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Berichterstatter:	Priv. Doz. Dr. H.J. Andreß
Mitberichterstatter:	Priv. Doz. Dr. E. Euler
	Prof. Dr. K. Kunze
	Priv. Doz. Dr. M. Maier
Dekan:	Prof. Dr. med. Dr. h.c. K. Peter
Tag der mündlichen Prüfung:	20. November 2003

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1		**Einleitung**	1
2		**Material und Methode**	4
	2.1	Patienten	4
	2.2	Frakturen des proximalen Femurs, Klassifikation	4
	2.2.1	Schenkelhalsfrakturen	4
	2.2.2	Trochantere Frakturen	5
	2.2.3	Klassifikation der Frakturen	5
	2.3	Wahl der Operationsverfahren	6
	2.4	Operationsverfahren und ihre Indikation	7
	2.4.1	Modulare Hüftprothese (MHP)	7
	2.4.2	Zementierte Hüftprothese (ZE)	8
	2.4.3	Gamma-Nagel (GLN)	9
	2.5	Behandlungsschema postoperativ	11
	2.6	Datenerfassung	11
	2.7	Scores	12
	2.7.1	Karnofsky-Index	12
	2.7.2	*Modifizierter* Harris Hip Score	13
3		**Ergebnisse**	15
	3.1	Patienten	15
	3.1.1	Alters- und Geschlechtsverteilung	15
	3.1.2	Soziale Situation und Gehfähigkeit vor dem Trauma	16
	3.1.3	Frakturursachen und -art	18
	3.1.4	Zusatzverletzungen	19
	3.2	Operatives Vorgehen	20
	3.2.1	Komplikationen	22
	3.2.2	Perioperativer und stationärer Verlauf	23
	3.3	Betreuung nach Entlassung	29
	3.4	Nachuntersuchung	30
	3.4.1	Nachuntersuchungszeitpunkt, Anzahl der nachuntersuchten Patienten und Mortalität	30
	3.4.2	Soziale Situation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung	31

3.4.3 Gehfähigkeit, Schmerzen und Mobilität zum Nachuntersuchungszeitpunkt 31

3.5 Radiologische Ergebnisse 36

4 Diskussion 37

5 Zusammenfassung 46

6 Literaturverzeichnis 49

7 Danksagung 54

8 Lebenslauf 55

1 Einleitung

Mit der steigenden Lebenserwartung und der Verschiebung des zahlenmäßigen Verhältnisses zwischen alten und jungen Menschen wird künftig auch die Inzidenz an osteoporotisch bedingten Frakturen des proximalen Femurs weiter zunehmen. Bis zum Jahr 2050 wird sich nach Berechnungen des Statistischen Bundesamtes der Altersaufbau der deutschen Bevölkerung gravierend verändern [74]. Dann wird es doppelt so viele ältere Menschen über 59 Jahre geben wie junge Leute unter 20 Jahren.

Coxale Femurfrakturen betreffen typischerweise Patienten des vorgerückten Lebensalters mit multiplen Begleiterkrankungen. Hauptursache für diese Verletzung ist neben adäquatem Trauma und pathologischer Fraktur bei Malignomen vor allem die Osteoporose. Bei Abnahme der Dichte des mineralisierten Knochens reichen oft schon Bagatelltraumen aus, um schwerwiegende Frakturen zu bewirken. Einer Schätzung zufolge erleiden ca. 40% aller weißen Amerikanerinnen und 13 % aller weißen Amerikaner im Alter über 50 Jahren im Laufe ihres Lebens mindestens eine Fraktur aufgrund erhöhter Knochenbrüchigkeit bei Osteoporose [60]. Dabei stellt die Hüftfraktur bei den Frauen mit 18% nach den Wirbelbrüchen die zweithäufigste Fraktur [18] dar. Für Mitteleuropa schwanken die angegebenen jährlichen Inzidenzraten für Hüftfrakturen in verschiedenen Studien von ca. 180-290 Frauen zu 45-110 Männern pro 100.000 Einwohnern mit einem Geschlechterverhältnis von 2,5 bis 4 zugunsten der Frauen [20, 72]. Im Vergleich der altersadaptierten Inzidenzraten für Schenkelhalsfrakturen belegt Deutschland im internationalen Vergleich hinter Norwegen und den USA den dritten Rang [20].
Aber auch die zunehmende Immobilisierung des alten Menschen führt zu massiver Involution des Stützapparats, der dann den ohnehin reduzierten täglichen Anforderungen nicht mehr standhält. Die Abnahme der Gewebeelastizität oder Rückgang der Koordinationsfähigkeit bei alten Menschen spielen ebenfalls eine Rolle. Auch Zusatzerkrankungen, mit

fortgeschrittenem Alter häufiger auftretend, sind als Auslöser für einen Sturz, z.B. durch negative Beeinflussung der Orthostase, in diesem Zusammenhang wichtige Punkte.

Trotz deutlich gesunkener Morbidität und Mortalität bei operativer Stabilisierung von coxalen Femurfrakturen ist ein hoher Prozentsatz der Patienten auch Monate nach der Verletzung gehunfähig, hat Schwierigkeiten bei Aktivitäten des täglichen Lebens (z.B. sich zu waschen) oder Einschränkungen in anderen Bereichen wie Einkaufen oder Autofahren. Viele dieser Patienten werden so pflegebedürftig, dass sie in einem Pflegeheim betreut werden müssen. Zudem ist die Mortalität 5 Jahre nach einer Hüftfraktur 20% höher als zu erwarten mit einer Häufung der Sterbefälle in den ersten 6 Monaten nach Operation [19]. Diese Verletzungen stellen auch ein sozioökonomisches Problem dar. Eine schweizerische Studie aus dem Jahr 1996 beziffert die Gesamtkosten für den Krankenhausaufenthalt inklusive rehabilitativer Nachbehandlung auf durchschnittlich 44.000 US $ [72]. Man bedenke auch die künftig zusätzlich benötigten Kapazitäten im operativen Bereich aufgrund von Erst-, aber auch Revisionsoperationen, an Nachbehandlungseinrichtungen und an (Langzeit-) Pflegeplätzen für die steigende Zahl der an dieser Verletzung und ihren Folgen leidenden Patienten.

Um für den Patienten selbst den größtmöglichen Benefit zu erreichen und gleichzeitig oben genannte Auswirkungen auf die medizinischen Resourcen und das Gesundheitswesen als solches in einem möglichst kleinen Rahmen zu halten, ist neben einem optimierten perioperativen Management und einer adäquaten Nachbehandlung vor allem ein Operationsregime zu wählen, welches bei niedriger Versagerrate eine baldmögliche Mobilisierung des Patienten erlaubt [13]. Dabei wird angestrebt, den meist alten, oft unter multiplen Vorerkrankungen leidenden Patienten rasch in seine gewohnte Umgebung zurückzuführen und seine frühere Selbständigkeit wiederherzustellen. Andererseits können so die Liegezeiten in den Krankenhäusern reduziert und Kosten eingespart werden.

Mehrere Studien - mehrheitlich retrospektiv - befaßten sich bereits mit dem prä- und postoperativen Funktionsstatus der Patienten und seinen Veränderungen. Dabei mangelte es meist an vergleichbaren standardisierten Kriterien [56].

Ziel der vorliegenden *prospektiven* Untersuchung war es, den operativen Verlauf, Komplikationen und das klinische Ergebnis nach medialer Schenkelhalsfraktur und nach trochanterer Fraktur unter Verwendung von standardisierten Scores zu vergleichen.

2 Material und Methode

2.1 Patienten

Vom 1.1.1997 bis zum 31.8.1998 wurden in der Abteilung für Unfallchirurgie der Chirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums Großhadern der Ludwig-Maximilians-Universität München 152 Patienten mit medialer Schenkelhalsfraktur und trochanterer Femurfraktur als Erstfraktur prospektiv erfaßt. 25 von ihnen wurden von der Studie ausgeschlossen. Ausschlusskriterien waren pathologische Frakturen (ein Patient), Patienten mit medialer Schenkelhalsfraktur Typ Pauwels I [67] (zwei Patienten), die konservativ therapiert wurden, und gelenkerhaltende Operationen mittels dynamischer Hüftschraube (ein Patient) oder Schraubenosteosynthese (sechs Patienten), die vor allem bei jüngeren Patienten zur Anwendung kamen. Patienten mit per- und subtrochanteren Frakturen wurden dann von der Studie ausgeschlossen, wenn aufgrund des symptomatischen oder radiologischen Befundes einer Coxarthrose eine osteosynthetische Versorgung nicht sinnvoll war und eine Hüftprothese implantiert wurde (15 Patienten).

Ein Ausschluss weiterer Patienten aufgrund von Störungen des Knochenstoffwechsels musste nicht vorgenommen werden. Dazu wurden entsprechende Blutparameter laborchemisch kontrolliert (Serumcalcium, alkalische Phosphatase, Kreatinin, Schilddrüsenwerte, BSG und Elektrophorese).

2.2 Frakturen des proximalen Femurs, Klassifikation

2.2.1 Schenkelhalsfrakturen

Bei der medialen Schenkelhalsfraktur liegt die Bruchlinie intrakapsulär. Ca. 12% aller medialen Schenkelhalsfrakturen stellen stabile Abduktionsfrakturen dar, bei denen es sich aufgrund der in Valgusstellung verkeilten, meist eingestauchten Fragmente um eine mechanisch günstige Bruchform handelt [9]. Der Winkel zwischen Horizontaler und Frakturlinie beträgt hierbei bis zu 30° (Pauwels I) [67]. Hier ist dann eine konservative Therapieform

gerechtfertigt, wenn keine Dislokation oder weitere Hüfterkrankungen, wie etwa Arthrose, vorliegen.

Die übrigen, bei weitem überwiegenden Frakturen des medialen Schenkelhalses werden den Adduktionsbrüchen zugeordnet, die sich durch steileren Frakturverlauf (Pauwels II und III) [67], Varusstellung der Fragmente und ungünstige mechanische Konstellation auszeichnen [9]. Da hier die knöcherne Heilung aufgrund der Scherkräfte sehr negativ beeinflußt wird, die Hüftkopfnekroserate und die Pseudarthrosenbildung erhöht ist, haben wir Patienten mit diesen Frakturtypen, die älter als 70 Jahre waren, der operativen Versorgung mit Implantation einer wahlweise zementfreien oder zementierten Hüftprothese zugeführt.

2.2.2 Trochantere Frakturen

Trochantere Frakturen liegen extrakapsulär. Je nach Frakturtyp (siehe Tabelle 1) besteht eine teils ausgeprägte Varusstellung, wobei auch bei den mehrfragmentären, instabilen Brüchen die arterielle Blutversorgung des Hüftkopfes erhalten bleibt. Bei den subtrochanteren Frakturen - unterhalb des Trochantermassivs - unterscheidet man Quer-, Schräg-, Torsions- und Trümmerfraktur. Eine Indikation zur Operation war für uns stets gegeben (Ausschlusskriterien s. 2.1).

2.2.3 Klassifikation der Frakturen

Nach Aufnahme in der Klinik wurden von allen Patienten konventionelle Röntgenbilder der Hüfte in zwei Ebenen angefertigt. Anhand der radiologischen Kriterien wurden die Frakturen klassifiziert. Patienten mit Schenkelhalsfraktur wurden nach Pauwels [67] und nach der AO-Klassifikation [62] beurteilt. Die trochanteren Frakturen wurden in Anlehnung an Jensen und Michaelsen [44] in stabil und instabil eingeteilt (siehe auch Tabelle 2). Gemäß der AO-Klassifikation [62] (siehe Tabelle 1) wurden mehrfragmentäre Frakturformen (31 A2, 31 A3.3) oder Frakturen bis nach distal des Trochanter minor (31 A1.3) als instabil definiert.

Femur proximal	A1. Fraktur der Trochanterregion, pertrochanter einfach	1 entlang der Linea intertrochanterica 2 durch den Trochanter major 3 nach distal des Trochanter minor
	A2. Fraktur der Trochanterregion, pertrochanter multifragmentär	1 mit einem Zwischenfragment 2 mit mehreren Zwischenfragmenten 3 nach distal des Trochanter minor
	A3. Fraktur der Trochanterregion, intertrochanter	1 einfach, schräg 2 einfach, quer 3 mehrfragmentär

Tabelle 1: AO-Frakturklassifikation der Trochanterregion des proximalen Femurs [50]

	Stabile Fraktur	Instabile Fraktur
Pertrochantere Frakturen	A 1.1	A 1.3
	A 1.2	A 2.1
	A 3.1	A 2.2
	A 3.2	A 2.3
		A 3.3

Tabelle 2: Zuordnung der AO-Klassifikation pertrochanterer Frakturen in stabile und instabile Frakturen in Anlehnung an Jensen et al. [44]

2.3 Wahl der Operationsverfahren

Die in die Studie aufgenommenen medialen Schenkelhalsfrakturen wurden mittels zementierter Hemi- oder Totalendoprothese oder wahlweise mit modularer Hüftprothese versorgt.

Indikation für die Hemiarthroplastik war das Fehlen von Koxarthrosezeichen, fortgeschrittenes Alter (>80 Jahre) oder schlechter Allgemeinzustand des Patienten. Die Implantation einer Totalendoprothese erfolgte bei Vorhandensein einer arthrotisch veränderten Hüftpfanne und/oder einem Alter zwischen 65 und 75 Jahren.

Zur Stabilisierung aller trochanteren Frakturen wurde im Rahmen dieser Studie der Gammanagel verwendet.

2.4 Operationsverfahren und Indikation

2.4.1 Modulare Hüftprothese (MHP)

Abb. 1: Modulare Hüftprothese HELIOS®

Das modular aufgebaute Hüftprothesensystem HELIOS® (Firma Biomet Merck, Berlin) wird seit Anfang 1996 in der Unfallchirurgischen Abteilung des Klinikums Großhadern verwendet [6]. Dem Operateur stehen unterschiedliche Kopfteile und mittlerweile Schaftlängen mit unterschiedlichem Durchmesser zur Auswahl, um auch bei zementfreier Implantation im osteoporotischen Knochen ausreichend Primärstabilität zu erreichen. Die zentral hohlgebohrte HELIOS®-Prothese kann auch über einen Führungsdraht eingeschlagen werden und ab einer Schaftlänge von 200 mm statisch oder dynamisch verriegelt werden. Aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit ist die MHP primär für die Implantation ohne Knochenzement konzipiert.

In Rückenlagerung des Patienten erfolgt der routinemäßige laterale Zugang zum Hüftgelenk. Nach Schenkelhalsosteotomie und Hüftkopfresektion wird gegebenenfalls das Acetabulum für die Pfannenimplantation (siehe 2.4.2) präpariert. Die Diaphyse wird in Viererposition vorbereitet. Über einen Führungsdraht wird mit einem Markraumbohrer mit flexibler Bohrwelle schrittweise aufgebohrt bis sicherer Kontakt mit der Kortikalis besteht. Der Schaftdurchmesser sollte einen Millimeter unter dem des zuletzt verwendeten Bohrers liegen.

Die Schaftlänge sollte so kurz wie möglich gewählt werden (120 oder 160 mm). Das proximale Femur wird mittels modularer Raspeln vorbereitet. Nach Zusammenbau der Prothese unter Berücksichtigung von Antekurvation des Femurs und Antetorsionswinkel wird mit Hilfe einer Haltevorrichtung unter Verspannung eine dauerhafte und feste Verbindung des Kopf- und Schaftteils

Abb. 2: Modulare Hüftprothese HELIOS®, Röntgenbild a.p.

durch den Konussteckmechanismus erreicht. Nun kann sie in den Markraum eingeschlagen werden. Die Hüfte kann schließlich nach Aufsetzen des Kopfs reponiert werden.

2.4.2 Zementierte Hüftprothese (ZE)

Als Implantat wurde eine Artos®- Prothese (Firma Biomet Merck, Berlin) mit einem Durchmesser von 9 bis 13 mm entsprechend dem Markraum des Femurs verwendet. Als Acetabulumersatz fand wie bei der MHP gegebenenfalls die Müller®-Pfanne (Firma Biomet Merck, Berlin) in Größen von 44 bis 54 mm Verwendung. Analog zur MHP kam im Fall einer Hemiarthroplastik der Diplos®-Kopf in Größen von 43 - 54 mm zur Anwendung. Dieses pfannenprotektive bipolare Kopfsystem besteht aus einem Prothesenkopf, der eine Pfanne für den kleineren Kopf der Femurkomponente bildet, aber überdies selbst mit der Hüftpfanne artikuliert. So kann ein „Festfressen“ des Kopfes und die Gefahr der Pfannenprotrusion reduziert werden.

Abb. 3: Zementierte Totalendoprothese mit Artos®-Schaft, Röntgenbild a.p.

Lagerung, operativer Zugang, Osteotomie und Vorbereitung der Pfanne erfolgen analog der MHP. Bei Implantation als Hemiprothese darf der Prothesenkopf nicht kleiner als der extrahierte Hüftkopf sein und muß bei der Probereposition von der Pfanne ohne Spiel fest angesogen werden. Die Diaphyse wird wie bei der MHP in Viererposition präpariert. Mit der gebogenen Raspel wird der Markraum Schritt für Schritt bis 2 mm größer als der gewählte Schaft erweitert. Nach Ausspülen und Austrocknen der Markraumhöhle wird der Knochenzement in die Markhöhle eingepresst. Nun erfolgt das Einbringen der Prothese. Nach Überprüfung des korrekten Prothesensitzes wird überschüssiger Zement penibel entfernt. Schließlich kann nach Aushärtung des Palacos die Hüftreposition durchgeführt werden.

2.4.3 Gamma-Nagel (GLN)

Verwendet wurden Gamma-Nägel der Firma Stryker Howmedica GmbH, Kiel. Bei pertrochanteren Frakturen betrug die Länge der Nägel 200 mm, bei subtrochanterer Fraktur wurden entsprechend der Ausdehnung des Knochendefekts auch Implantate bis 360 mm Länge verwendet. Die Langversion ab 320 mm ist als Links- und Rechtsversion erhältlich. Der Nageldurchmesser betrug 11 bzw. 12 mm (proximal 17 mm), der Winkel der Schenkelhalsgleitschraube war stets 135°. Die ebenfalls zur Verfügung stehenden Winkel von 125° und 130° kamen nicht zum Einsatz. Ihre Länge betrug 85 bis 120 mm. In den Fällen, in denen sich die Frakturlinie nicht mehr als 1 cm über den Trochanter minor hinaus erstreckte, wurde nur eine Verriegelungsschraube (Durchmesser: 6 mm) in das obere Loch des distalen

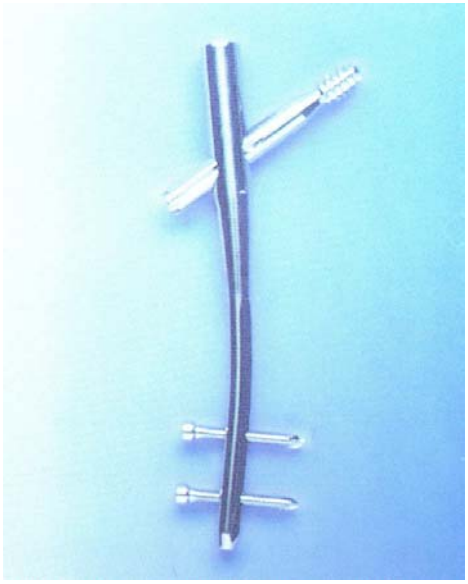

Abb. 4: Gamma® Locking Nail Stryker Howmedica

Nagelendes eingebracht. Bei den übrigen subtrochanteren Frakturen wurde doppelt verriegelt oder ein langer Nagel verwendet.

Standardisiert wird diese Operation in Rückenlage des Patienten auf dem Extensionstisch durchgeführt. Die Reposition, die in den allermeisten Fällen geschlossen gelingt, erfolgt unter Bildwandlerkontrolle. Über der Trochanterspitze wird lateral längs inzisiert, der Markraum mit dem Pfriem eröffnet. Die Markhöhle wird mit dem Markraumbohrer schrittweise bis zu 15 mm aufgebohrt. Das proximale Ende des Femurs wird in Anpassung an den proximalen Anteil des Nagels auf 17 mm aufgebohrt. Jetzt wird der Gamma-Nagel von Hand unter Verwendung des Führungszielgerätes eingeführt. Mit Hilfe des Zielgerätes kann nun durch eine kleine laterale Hautinzision, Einbringen des Führungsdrahtes und dem Vorbohren des Schraubenkanals die Lage der Schenkelhals-gleitschraube präpariert werden. Der Positionierung der Schenkelschraube schenkten wir besondere Aufmerksamkeit. Ziel hierbei war es, einen Sitz nahe dem Adam-Bogen im antero-posterioren und eine zentrale Position im axialen Röntgenbild zu erreichen. Schließlich wird durch eine von oben in das proximale Nagelende

Abb. 5: Gamma® Locking Nail Stryker Howmedica, Röntgenbild a.p.

gedrehte Schraube die Rotation der Schenkelhalsschraube dynamisch blockiert, das Gleiten im Marknagel in ihrer Längsrichtung ist möglich. Dieser Teleskopmechanismus ermöglicht ein Sintern der Fraktur. Über das Zielgerät erfolgt letztendlich die wahlweise einfache oder doppelte Verriegelung am distalen Nagelende.

2.5 Behandlungsschema postoperativ

Ab dem ersten postoperativen Tag wurden die Patienten in Atemtherapie angeleitet und unter Berücksichtigumg des Allgemeinzustands von einer physiotherapeutischen Fachkraft unter Mithilfe des Pflegepersonals an die Bettkante mobilisiert. Unabhängig von der Art der Frakturversorgung durften die meisten Patienten nach 24 Stunden voll belasten und konnten daher ab diesem Zeitpunkt je nach Beschwerden und Begleiterkrankungen mittels Gehhilfen unter krankengymnastischer Anleitung und Aufsicht mobilisiert werden.

Am zweiten oder dritten Tag nach Operation wurden die Redon-Drainagen entfernt. Im Regelfall wurden weitere Röntgenaufnahmen des Frakturbereichs unmittelbar postoperativ sowie ca. 10 Tage nach Operation und schließlich zum Nachuntersuchungszeitpunkt angefertigt. Anhand dieser wurde dann die Implantatlage und implantatbedingte Komplikationen beurteilt.

2.6 Datenerfassung

Postoperativ wurden die Patienten oder bei Bedarf deren Angehörige nach Schmerzen und Gehfähigkeit in Bezug auf die erkrankte Hüfte vor dem Trauma befragt. Ebenso wurden neben klinischem Zustand Vor- und Begleiterkrankungen und die Lebenssituation prätraumatisch dokumentiert und damit einer Forderung von Stürmer und Dresing [76] entsprochen. Ferner wurden alle während des Krankenhausaufenthalts relevanten Daten einschließlich Blutgaben und Komplikationen erfasst. Die Nachuntersuchung erfolgte ab ca. 6 Monaten nach Operation klinisch und radiologisch in der Klinik.

Zur statistischen Analyse wurden folgende nichtparametrische Testverfahren angewandt:

- Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben
- Mann-Whitney-U-Test für zwei unverbundene Stichproben
- Kruskal-Wallis-H-Test für mehr als zwei unverbundene Stichproben
- Median-Test für mehr als zwei unverbundene Stichproben

Als Signifikanzniveau wählten wir einen p-Wert ≤0,05. Zur Auswertung wurde das Computerprogramm SPSS verwendet.

2.7 Scores

2.7.1 Karnofsky-Index

Zur Beurteilung des "Performance Status" der Patienten wurde der Karnofsky-Index [46] verwendet, der besonders als Score zur Abschätzung des Allgemeinzustands bei Tumorpatienten bekannt ist. Der Index wird in Prozent angegeben und beträgt bei Beschwerdefreiheit mit fehlenden Krankheitszeichen und normaler Aktivität des Patienten 100%. Eine dem abnehmenden Allgemeinzustand entsprechende Abstufung erfolgt in 10%-Schritten. Minimal sind 10% zu erreichen (s. Abb. 6).

Normale Aktivität; spezielle Pflege wird nicht benötigt	1. normale Aktivität; keine Beschwerden, keine Krankheitszeichen	**100%**
	2. normale Aktivität; leichte Krankheitssymptome	**90%**
	3. mit Mühe normale Aktivität; mäßige Krankheitssymptome	**80%**
Arbeitsunfähigkeit; Pat. kann in häuslicher Umgebung wohnen; braucht häufig Pflege/Hilfestellung in unterschiedlichem Ausmaß	4. Selbstversorgung möglich; Unfähigkeit zur normalen Aktivität oder Arbeitsleistung	**70%**
	5. weitgehende Selbstversorgung bei gelegentlicher Hilfestellung	**60%**
	6. häufige Hilfestellung und medizinische Pflege nötig	**50%**
Pat. kann sich überhaupt nicht selbst versorgen; bedarf der Unterbringung in einer entsprechenden Einrichtung oder einer Behandlung im Krankenhaus; evtl. rasche Progredienz der Erkrankung	7. deutliche Einschränkung; spezielle medizinische Pflege und Hilfestellung nötig	**40%**
	8. starke Behinderung; stationäre Behandlung indiziert; keine Lebensgefahr	**30%**
	9. Pat. ernsthaft erkrankt; stationäre Behandlung indiziert; aktive unterstützende Therapie nötig	**20%**
	10. moribunder Patient; rasche Progredienz der Erkrankung	**10%**
	11. Tod	**0%**

Abb. 6: Karnofsky-Index [46, 50]

2.7.2 *Modifizierter* Harris Hip Score

Für die Beurteilung der Hüftfunktion, der Mobilität sowie der hüftbedingten Schmerzen wurde der Harris Hip Score [34] erhoben, der allerdings modifiziert wurde. Im Gegensatz zum vollständigen Harris Hip Score, der maximal 100 Punkte vergibt, schließt der modifizierte Score das Bewegungsausmaß und Kontrakturen/Deformitäten aus, da diese Punkte für den präoperativen Zeitraum nicht evaluiert werden konnten. Der Patient, Familienangehörige oder der Hausarzt wurden nach den für die Erstellung des präoperativen Harris Hip Scores - im Weiteren *modifizierter Harris Hip Score* genannt - nötigen Informationen retrospektiv befragt. Dieser 91 Punkte umfassende Score wurde dann *prospektiv* zum Nachuntersuchungszeitpunkt erhoben.

Der modifizierte Harris Hip Score bewertet also Schmerzen, Funktionsfähigkeit und den Grad der Selbständigkeit (s. Abb. 7).

I. Schmerz (max. 44 Punkte)	
A. Kein Schmerz.	44
B. Leicht, gelegentlich, keine Aktivitätseinschränkung.	40
C. leichter Schmerz, keine Auswirkung im Alltag, gelegentlich mäßiger Schmerz bei ungewohnter Aktivität, evtl. Einnahme von Aspirin.	30
D. Mäßiger Schmerz; erträglich, aber Zugeständnisse. Gewisse Einschränkung der gewöhnlichen Aktivität oder Arbeit. Evtl. gelegentliche Einnahme von stärkeren Analgetika.	20
E. Deutlicher Schmerz, starke Aktivitätseinschränkung.	10
F. Starke Einschränkung, Behinderung. Ruheschmerz, bettlägrig.	0

II. Funktion (max. 47 Punkte)					
A. Gang (max. 33 Punkte)			B. Aktivitäten (max. 14 Punkte)		
1. Hinken	kein Hinken	11	**1. Treppen-gehen**	frei möglich ohne Geländerbenutzung	4
	leicht	8		mit Geländerbenutzung	2
	mäßig	5		auf irgendeine Weise	1
	stark	0		unmöglich	0
2. Gehhilfen	keine	11	**2. Anziehen von Schuhen und Socken**	problemlos	4
	Stock für weite Strecken	7		erschwert möglich	2
	meistens Stock	5		unmöglich	0
	1 Krücke	3			
	2 Stöcke	2			
	2 Krücken oder gehunfähig	0	**3. Sitzen**	bequemes Sitzen auf gewöhnlichem Stuhl für 1 h	5
				auf erhöhtem Stuhl für ½ h	3
				bequemes Sitzen unmöglich	0
3. Gehstrecke	keine Einschränkung	11	**4. Benutzung öffentlicher Verkehrs-mittel**	möglich	1
	ca. 1000 m	8		nicht möglich	0
	ca. 500 m	5			
	nur im Haus	2			
	bettlägrig, Mobilisation in Stuhl	0			

Abb. 7: *Modifizierter* Harris Hip Score [34, 50]

3. Ergebnisse

3.1 Patienten

Es konnten im Untersuchungszeitraum 127 Patienten in die Studie aufgenommen werden. Die Patienten verteilten sich auf die einzelnen Implantatgruppen wie folgt:

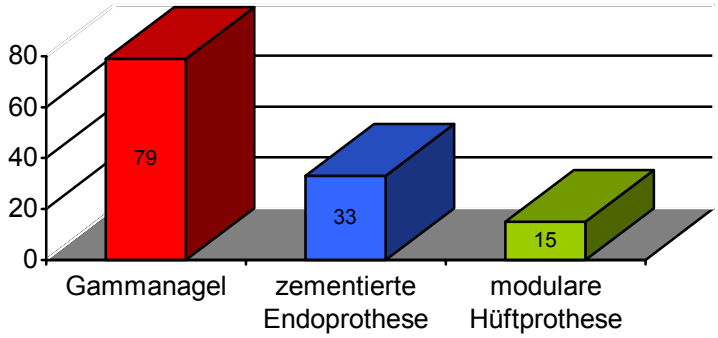

Abb. 8: Anzahl der Patienten pro Implantatgruppe (n=127)

3.1.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 77,2 Jahre (± 14,7) mit einem Median von 81 Jahren. Dabei lag das Durchschnittsalter der Frauen mit 80 Jahren (34 -100 Jahre) deutlich über dem der Männer mit 70 Jahren (30 - 92 Jahre).

Das durchschnittliche Patientenalter in den untersuchten Gruppen unterschied sich nicht signifikant (s. Abb. 9, mit Standardabweichung SD). Ebenso zeigte sich kein signifikanter Altersunterschied zwischen Patienten mit trochanteren und Schenkelhalsfrakturen.

Es wurden 87 Frauen und 40 Männer operiert, was einem Verhältnis von 2,2 : 1 entspricht.

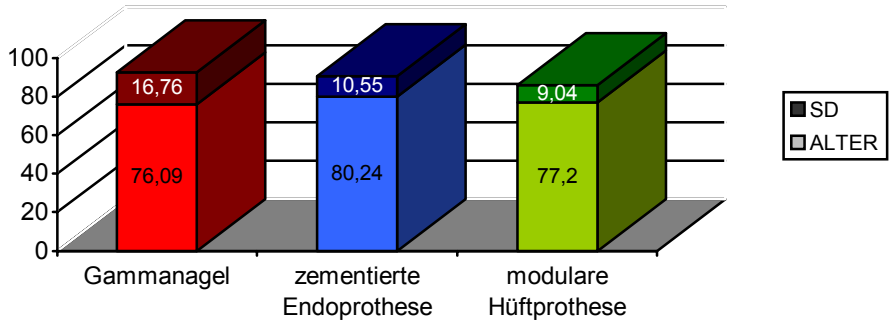

Abb. 9: Durchschnittsalter in Jahren in den untersuchten Gruppen

3.1.2 Soziale Situation und Gehfähigkeit vor dem Trauma

Vor dem Trauma lebten 102 Patienten (80,3%) in der eigenen Wohnung oder bei Familienangehörigen. Sie konnten die Aktivitäten des täglichen Lebens selbständig erledigen bzw. waren in einem Allgemeinzustand, der eine Unterstützung durch Angehörige im häuslichen Umfeld gestattete (Karnofsky-Index durchschnittlich 83,1% ± 16,8). Ein Fünftel der Patienten (19,7%) wohnte in Alten-/Seniorenheimen oder war in Pflegeheimen untergebracht (Karnofsky-Index durchschnittlich 73,2% ± 20,4).

10 Patienten (7,9%) gaben an, bereits vor dem Unfallereignis gelegentliche Schmerzen im entsprechenden Hüftgelenksbereich verspürt zu haben. Weitere 2 Patienten (1,6%) klagten über prätraumatisch permanent bestehende Hüftschmerzen. Die restlichen Patienten waren in Bezug auf die Hüftgelenke beschwerdefrei.

Knapp zwei Drittel des Kollektivs waren vor dem Trauma ohne Gehhilfe voll mobil (Tabelle 3).

Gehfähigkeit	Anzahl der Patienten (n)	In % des Kollektivs
Keine Gehhilfe, voll mobil	81	63,8
Leichte Einschränkung, keine Gehhilfe	8	6,3
Mit 1 Stock	22	17,3
Mit 2 Stöcken oder Gehstützen	6	4,7
Mit Gehgestell oder Rollstuhl	9	7,1
Bettlägerig	1	0,8

Tabelle 3: Gehfähigkeit der Patienten prätraumatisch (n=127)

Anamnestisch wurde der *modifizierte* Harris Hip Score zur Beurteilung der Hüftbeschwerden bzw. -funktion für die Zeit vor dem Unfallereignis erhoben (Tabellen 4 und 5). Für das Gesamtkollektiv der Patienten wurde ein Durchschnittswert von 79,83 Punkten (± 16,07) ermittelt.

Patienten mit Gammanagel versorgt	Durchschnittliche Punktzahl	Minimale Punktzahl	Maximale Punktzahl	Standardabweichung (SD)
Total (n=79)	78,11	34	91	17,40
Mit stabiler trochanterer Fraktur (n=33)	76,91	47	91	16,99
Mit instabiler trochanterer Fraktur (n=46)	78,98	34	91	17,82

Tabelle 4: Werte modifizierter Harris Hip Score der mit Gammanagel versorgten Patienten prätraumatisch

Patienten mit Hüftprothese versorgt	Durchschnittliche Punktzahl	Minimale Punktzahl	Maximale Punktzahl	Standardabweichung (SD)
Total (n=48)	82,65	46	91	13,31
Zementierte Endoprothese (n=33)	83,73	47	91	12,24
Modulare Hüftprothese (n=15)	80,27	46	91	15,60

Tabelle 5: Werte modifizierter Harris Hip Score der mit Hüftprothesen versorgten Patienten prätraumatisch

3.1.3 Frakturursachen und -art

Verletzungsursache	n
Häuslicher Sturz	64
Sturz auf Strasse	19
Sturz aus innerer Ursache (z.B Schwindel, Synkope)	14
Andere Ursachen	15
Fahrradsturz	9
Arbeitsunfall	3
Sportunfall	2
Verkehrsunfall	1

Tabelle 6: Verletzungsursachen (n = Anzahl der Patienten)

21 Patienten (16,5 %) verletzten sich bei Stürzen im Alten- oder Pflegeheim (Tabelle 6).

Bei 79 Fällen (62%) der in dieser Studie untersuchten proximalen Femurfrakturen handelte es sich um Verletzungen im Bereich der Trochanterregion (Tabelle 7). Bei 46 Patienten (58%) war die Fraktur instabil, bei 33 Patienten (42%) stabil (siehe auch 2.2.3).

Fraktur	n	%	Fraktur	n	%	Fraktur	n	%
A 1.1	14	11,0	A 2.1	4	3,1	A 3.1	4	3,1
A 1.2	14	11,0	A 2.2	13	10,2	A 3.2	0	0
A 1.3	5	3,9	A 2.3	14	11,0	A 3.3	9	7,1

Tabelle 7: Frakturformen der Trochanterregion nach AO-Klassifikation (n = Patientenzahl; % des Gesamtkollektivs)

Zwei Patienten (1,6%) erlitten eine rein subtrochantere Fraktur (32 B 3.1 und 32 B 3.3 nach AO-Klassifikation), die jeweils mit einem Gammanagel osteosynthetisch versorgt wurde.

48 Frakturen (38%) betrafen den Schenkelhals (Tabelle 8).

Fraktur	n	%	Fraktur	n	%	Fraktur	n	%
B 1.1	0	0	B 2.1	3	2,4	B 3.1	2	1,6
B 1.2	3	2,4	B 2.2	15	11,8	B 3.2	8	6,3
B 1.3	11	8,7	B 2.3	3	2,4	B 3.3	3	2,4

Tabelle 8: Frakturformen des Schenkelhalses nach AO-Klassifikation (n = Patientenzahl; % des Gesamtkollektivs)

Bei 71 Patienten (55,9%) war die linke untere Extremität betroffen, 56 Patienten (44,1%) erlitten die Verletzung rechts.

3.1.4 Zusatzverletzungen

Wie angesichts des hohen Durchschnittsalters des Gesamtkollektivs zu erwarten war, gab eine große Anzahl von Patienten bei der Anamneseerhebung Vorerkrankungen an. In absteigender Häufigkeit traten folgende Nebenerkrankungen auf:

- Herz-Kreislauf-Erkrankungen
- Stoffwechselerkrankungen

- Neurologische Erkrankungen
- Erkrankungen des Respirationstrakts
- Erkrankungen des Bewegungsapparats

Daneben wurde eine Vielzahl von weiteren Krankheiten genannt. Eine Mehrfachnennung von Erkrankungen war möglich. Daher erscheint es wenig sinnvoll, die Zusatzerkrankungen in detaillierterer Form anzugeben. Ein Unterschied in der Anzahl der Nebenerkrankungen in den einzelnen Patientenkollektiven war nicht auszumachen. Beachtenswert ist allerdings die geringe Zahl von nur 32 Patienten (25,2%), die unter keiner komplizierenden Begleiterkrankung litten. Die restlichen drei Viertel der Patienten wiesen wenigstens eine ernstzunehmende zusätzliche Erkrankung auf [vgl. 17].
Insgesamt 4 Patienten (3,1%) erlitten bei dem Unfall, der zur Fraktur im Bereich des proximalen Femurs führte, eine weitere Fraktur (je einmal Radiusfraktur, Abriss des Processus coronoideus, Claviculafraktur, subcapitale Humerusfraktur).

3.2 Operatives Vorgehen

Der möglichst raschen Versorgung der Patienten wurde besondere Priorität beigemessen. Trotz der häufig vorhandenen komplizierenden Begleiterkrankungen konnten alle Patienten innerhalb von 48 Stunden operativ versorgt werden [vgl. 37, 58, 78]. Meist erfolgte die Operation allerdings bereits innerhalb eines Tages.
4 Operateure (Unfallchirurgen/Fachärzte) implantierten die modulare Hüftprothese und die zementierte Endoprothese. Die Gammanagel-Operationen wurden von 6 erfahrenen Unfallchirurgen bzw. Fachärzten oder unter deren Aufsicht von angehenden unfallchirurgischen Fachärzten durchgeführt.
Die Schaftlänge der MHP (n=15) betrug 160 mm. Die Schaftdurchmesser variierten von 10 mm (7%) über 12 (53%) bis 14 mm (40%). Anhand der letzten gut sitzenden Proberaspel wurde die Kopfteilgröße ermittelt, welche

zwischen 50 mm und 80 mm variierte (50 mm: 33%, 60 mm: 27%, 70 mm und 80 mm: jeweils 20%).
10 Mal (67%) erfolgte die Implantation der MHP als Hemiarthroplastik. Dabei wurde jeweils ein Diplos®-Kopf (Größe von 42 bis 52 mm) implantiert. Bei den restlichen 5 Patienten (33%) wurde zusätzlich die Hüftpfanne ersetzt. Hier kamen verschiedene Implantate (Müller®- (zementierte Pfanne; n=1) und Alize®-Pfanne (press-fit-Pfanne; n=4)) mit Größen von 46 bis 54 mm zur Verwendung.

Bei der zementierten Hüftprothese waren die am häufigsten verwendeten Schaftdurchmesser 11 mm (48%) und 13 mm (33%). Daneben wurden auch Schäfte mit Durchmessern von 9, 10 und 12 mm implantiert. Die ZE wurde 14 Mal (42%) mit einem Pfannenersatz im Sinne einer Totalendoprothese kombiniert, wobei hier in allen Fällen das Pfannenimplantat (Müller®- Pfanne, 44 bis 54 mm) ebenfalls einzementiert wurde. Bei den übrigen 19 Patienten (58%) erfolgte die Implantation als Hemiprothese unter ausschließlicher Verwendung von Diplos®-Köpfen mit Durchmessern von 43 bis 54 mm.

Gammanägel kamen in unserem Patientengut in Längen von 200 bis 360 mm zur Anwendung. Die 200 mm langen Nägel wurden bei weitem am häufigsten implantiert (82%). Die längeren Ausführungen (240, 340 und 360 mm) wurden bei 18% der Patienten gewählt, da hier die Fraktur bis deutlich subtrochanter verlief. Der Nageldurchmesser betrug 11 mm (87%) oder 12 mm (13%). In jedem Fall wurde zumindest eine einfache distale Verriegelung im proximaleren der beiden Löcher vorgenommen. Eine doppelte Verriegelung erfolgte frakturabhängig in 18% der Fälle. Der Schrauben-Nagel-Winkel betrug stets 135°, die Länge der Schenkelhalsschraube variierte zwischen 85 und 120 mm.

3.2.1 Komplikationen

Zu implantatbedingten und technischen Komplikationen kam es in jeder der drei Gruppen (Tabelle 9). Ein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit ihres Auftretens war nicht auszumachen.

Die schwerwiegendste Komplikation trat in der Gruppe der zementierten Endoprothesen auf, wo eine Patientin intraoperativ wegen Herzkreislaufversagen nach Palacoseinbringung reanimiert werden mußte. Die Reanimationsmaßnahmen waren erfolgreich, jedoch verstarb die Patientin zwei Tage postoperativ an Multiorganversagen auf der Intensivstation. Bei drei weiteren Patienten kam es zu Kreislaufreaktionen beim Einbringen des Knochenzements. Dies äußerte sich in Blutdruckabfällen unter 100 mmHg systolisch und in Bradykardien mit Frequenzen von unter 60/min.

Implantat	Komplikation	Anzahl (n)
MHP	**Prox. Schaftfissur**	1
Zementierte Endoprothese	**„Zementreaktion“**	4
GLN	**Fraktur Trochanter major**	2
	Schaftfissur	2
	Fehlplazierung der Verriegelungsschraube	1

Tabelle 9: Implantatbedingte technische Komplikationen

Bei der Implantation der modularen Hüftprothese kam es bei einer Patientin (6,7%) zu einer Femurschaftfissur, welche mit Drahtcerclagen stabilisiert wurde. Unter Entlastung heilte die Fraktur problemlos aus.

In der Gammanagelgruppe traten intraoperativ zwei Frakturen (2,5%) beim Einbringen des Nagels im Trochanter-major-Bereich auf. Zusätzlich kam es ebenfalls zweimal zu Schaftfissuren (2,5%), deren Ursache bei genauer Recherche im Einschlagen des Implantats mit dem Hammer durch den Operateur zu finden ist. Das Einhämmern des Nagels widersprach den

ausgegebenen Anweisungen. Alle genannten Frakturen heilten unter Entlastung aus. Eine Fehlplazierung der distalen Verriegelungsschraube (1,3%) machte die Revision mit neuer Plazierung nötig.

Bei drei Patienten mußte die Reposition der Knochenfragmente offen durchgeführt werden. Dabei erfolgte einmal eine Komplementär-osteosynthese mittels Drahtcerclagen.

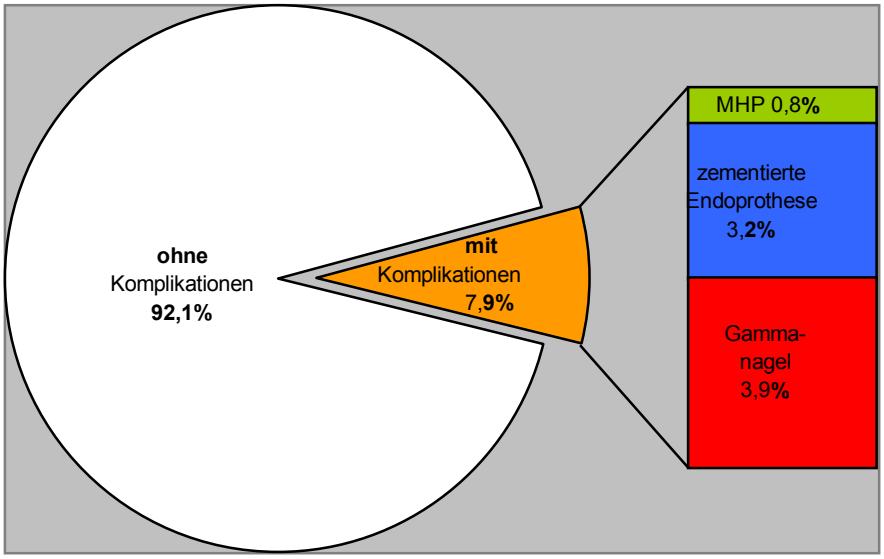

Abb. 10: Verteilung der systembedingten und technischen Komplikationen auf die drei Implantatgruppen

3.2.2 Perioperativer und stationärer Verlauf

Intraoperative, behandlungspflichtige Komplikationen ohne direkten Zusammenhang mit der Operationstechnik oder den Implantaten traten in allen drei Gruppen auf. Die in Tabelle 10 aufgeführten Komplikationen beinhalten *nicht* Reaktionen auf die Einbringung von Knochenzement (siehe 3.2.1) und geben bei möglichen Mehrfachnennungen bei unterschiedlichen Problemen eines Patienten die absolut aufgetretene Zahl an Komplikationen wieder.

Art der Komplikation	MHP	Zementierte Endoprothese	GLN
Tachykardie (f>120/min)	2	-	1
Bradykardie (f<60/min)	1	-	-
Arrhythmien	1	1	-
Hypertonus (RR_{sys}>160 mmHg)	1	-	1
Hypotonus (RR_{sys}<100 mmHg)	1	1	5
Hypertensive Krise (RR≥230/130 mmHg)	-	2	1
Bronchospasmus	-	-	1

Tabelle 10: Anzahl intraoperativer, nicht implantatbedingter Komplikationen

Bei den modularen Prothesen und den zementierten Hüftendoprothesen traten intraoperative Komplikationen bei je vier Patienten (27% bzw.12%) auf, bei Patienten, die einen Gammanagel erhielten, in neun Fällen (11%).

Weitere relevante Daten zur Operation und zum perioperativen Verlauf sind Tabelle 11 zu entnehmen.

	MHP	Zementierte Endoprothese	GLN
Blutverlust (∅ in ml)	680	613	346
Operationsdauer (∅ in Min.)	107	89	69
EK-Gabe (∅ in ml)	217	136	157
FFP-Gabe (in n der Patienten)	1 (6,7%)	1 (3%)	1 (1%)
Thrombozyten-Konz.-Gabe (in n der Patienten)	1 (6,7%)	0 (0%)	0 (0%)
Hb-Wert präoperativ (∅ in g/dl)	13,93	13,58	12,79

Tabelle 11: Operationsdaten und perioperativer Verlauf

Der Blutverlust bei GLN-Implantation war signifikant niedriger als bei Verwendung der beiden anderen Implantate. Während des stationären Aufenthalts wurden insgesamt 56 Patienten (44%) mittels

Erythrozytenkonzentraten auftransfundiert. Ziel bei den überwiegend alten Patienten war ein Hämoglobin-Blutwert von ca. 10 mg/dl. Dabei bekamen in der MHP-Gruppe 6 Patienten (40%), in der Gruppe der zementierten Endoprothesen 17 Patienten (52%) und schließlich 33 (42%) der Gammanagelpatienten Erythrozytenkonzentrate verabreicht.

	MHP	Zementierte Endoprothese	GLN
Geförderte Flüssigkeit in Redon-Drainagen (∅ in ml)	503	292	204
Redon-Drainagen entfernt an po. - Tag (∅)	2,20	2,13	2,00
EK-Gabe po. (∅ in ml)	183	250	174
FFP-Gabe po. (in n der Patienten)	1 (6,7%)	0 (0%)	1 (1%)
Thrombozyten-Konz.-Gabe po. (in n der Patienten)	1 (6,7%)	0 (0%)	0 (0%)
Hb-Wert 1 d po. (∅ in g/dl)	10,76	10,34	10,04
Hb-Wert 3 d po. (∅ in g/dl)	10,11	9,99	9,75

Tabelle 12: Stationärer Verlauf: Drainagen-Output, Gabe von Blutprodukten und Hb-Wert

Die während des Klinikaufenthalts aufgetretenen, von uns erfassten und in Tabelle 13 wiedergegebenen Allgemeinkomplikationen stehen in unmittelbarer Beziehung zum Allgemeinzustand und häufig auch zu bekannten Vorerkrankungen der Patienten. Mehrfachnennungen bei einem Patienten waren möglich.

Art der Komplikation		MHP	Zementierte Endoprothese	GLN
Kardial:	- hypertensive Krise	1	2	4
	- dekomp. Herzinsuffizienz	0	2	1
	- Vorhofflimmern	2	0	0
	- Arrhythmien	2	1	5
	- Angina pectoris	1	2	8
	- Myokardinfarkt	0	0	2
	TOTAL:	**6 (40%)**	**7 (21%)**	**20 (25%)**
Pulmonal:	- Lungenembolie	0	0	0
	- respir. Insuffizienz	0	1	2
	- Pneumonie	0	1	1
	TOTAL:	**0 (0%)**	**2 (6%)**	**3 (4%)**
cerebral:	- Apoplex	2	0	3
	- Durchgangssyndrom	2	6	9
	- Alkoholentzugssymptome	1	1	0
	TOTAL:	**5 (33%)**	**7 (21%)**	**12 (15%)**
Fieber:	- ≥ 38,5°C	**1 (7%)**	**5 (15%)**	**7 (9%)**
Harnwegsinfekt:		**1 (7%)**	**3 (9%)**	**6 (8%)**

Tabelle 13: Allgemeinkomplikationen im stationären Verlauf

Allen in Tabelle 13 aufgelisteten allgemeinen Komplikationen ist gemeinsam, dass sie in der Regel sowohl apparativ und/oder laborchemisch (z.B. Herzenzyme) objektivierbar als auch behandlungswürdig waren. Eine hypertensive Krise nahmen wir bei Blutdruckwerten von 230/130 mmHg und höher an [39]. Schwierigkeiten taten sich bei der Diagnosestellung eines Durchgangssyndroms auf, da bei einigen der betagten Patienten bereits präoperativ Hirnleistungsstörungen vorlagen und daher eine Einschätzung postoperativ nicht einfach war. Wir gingen von einem Durchgangssyndrom als Ausdruck einer akuten organischen Psychose dann aus, wenn sich postoperativ vorhandene Störungen der psychischen Funktionen, wie z.B. Verlangsamung und Gedächtnisstörungen, innerhalb von Tagen reversibel zeigten. Bei zwei Patienten trat zwei Tage post operationem eine ausgeprägte, behandlungspflichtige Alkoholentzugssymptomatik auf.

Routinemäßig bekamen alle Patienten antithrombotische Medikation in Form von niedermolekularem Heparin verabreicht. Darauf und auch auf die rasche Mobilisierung der Patienten ist es zurückzuführen, dass keine einzige (nachweisbare) thromboembolische Komplikation auftrat. In einem Fall bestand der Verdacht auf eine tiefe Beinvenenthrombose, der sich apparativ allerdings nicht bestätigen ließ.

Insgesamt 34 Patienten wiesen mindestens einmal bei Messung eine erhöhte, subfebrile Körpertemperatur (>37,7°C <38,5°C) [27] auf.

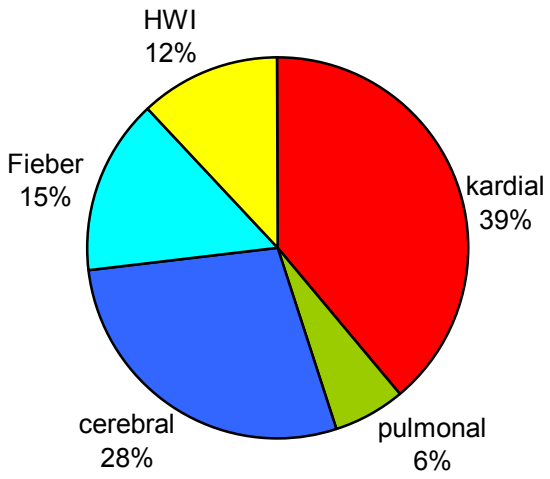

Abb. 11: Verteilung der postoperativ aufgetretenen allgemeinen Komplikationen

Bei keinem Patienten trat eine tiefe Wundinfektion oder Osteomyelitis auf. Die in unterschiedlich starker Ausprägung vorhandene postoperative Hämatombildung bedurfte nie einer operativen Therapie. Die Wundheilung verlief stets per primam intentionem. Einmal kam es bei einem mit zementierter Endoprothese versorgten Patienten zu einer starken, über fast zwei Wochen anhaltende Wundexsudation mit verzögerter, schließlich aber folgenloser Wundheilung.

Anzumerken ist, dass insgesamt nur 53 Patienten (42%) einen völlig unauffälligen Heilverlauf ohne eine der oben genannten Allgemein- oder Lokalkomplikationen aufwiesen.

Drei mit Gammanägeln behandelte Patienten (4%) mußten sich einer Revisionsoperation unterziehen (kein signifikanter Unterschied im Vergleich mit den anderen Implantatgruppen). Bei einer Patientin mit instabiler 4-Fragment-Trümmerfraktur kam es knapp vier Wochen nach Operation als frakturimmanente Frühkomplikation zu einer massiven Verkürzung des Schenkelhalses mit Exostosenbildung, Bewegungseinschränkung und schwersten Schmerzen. Im Rahmen der Revision wurde ihr eine modulare Hüftprothese mit anschließend unkompliziertem Verlauf implantiert. Eine weitere Patientin war am ersten postoperativen Tag aus dem Bett gestürzt und zog sich dabei eine Spiralfraktur distal des Nagels zu. Die Revisionsoperation mit Austausch des 200mm Gammanagels gegen ein 340mm langes Implantat und zusätzlicher Einbringung von Drahtcerclagen am distalen Femur gestaltete sich ebenso wie der folgende Heilverlauf komplikationslos. In einem Fall machte eine Fehlplazierung der Verriegelungsschraube, welche den Nagel verfehlte, einen Revisionseingriff nötig. Hier erfolgte eine entsprechende Berichtigung durch dann doppelte distale Verriegelung.
Eine Dynamisierung des Systems nach Gammanagel-Implantation wurde in keinem Fall notwendig. Nach Prothesenimplantation kam es bei keinem Patienten zu einer Luxation des Hüftgelenks.

Die stationäre Verweildauer aller Patienten betrug durchschnittlich 16,6 Tage (± 7,8).

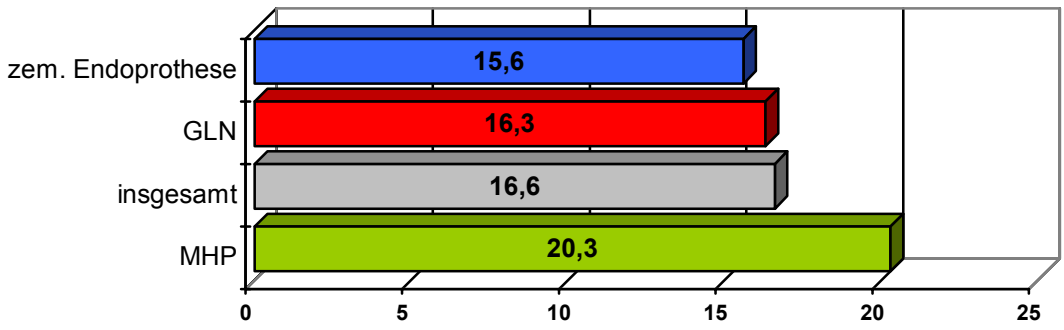

Abb. 12: Stationäre Verweildauer (∅ in Tagen)

Vier Patienten verstarben postoperativ. Eine 93-jährige Patientin, die nach Palacoseinbringung bei zementierter Endoprothese intraoperativ bei Herzkreislaufversagen reanimiert werden mußte, starb am zweiten postoperativen Tag bei Multiorganversagen (vgl. 3.2.1). Aus der Gammanagelgruppe verschieden drei Patienten. Bei schlechtem Allgemeinzustand, aber letztendlich unklarer Ursache verstarb eine 91 Jahre alte Patientin am dritten Tag nach Operation. Ferner kamen zwei männliche Patienten aus diesem Kollektiv im Alter von 89 und 91 Jahren ad exitum. Ersterer erlitt am ersten postoperativen Tag einen letalen Myokardinfarkt, letzterer starb am vierten Tag post operationem an den Folgen eines schweren Lungenödems bei einer dekompensierten Herzinsuffizienz mit komplizierendem frischen Apoplex mit Hemiparese und Aphasie.
Insgesamt lag die postoperative Letalitätsrate im Rahmen des stationären Aufenthalts somit bei 3,1%.

3.3 Betreuung nach Entlassung

Die Patienten wurden unmittelbar im Anschluß an den stationären Aufenthalt in der Klinik in folgenden Einrichtungen entlassen:

Einrichtung	Patienten (n=)
REHA-Zentrum	67 (53%)
	22 (17%)
Andere Klinik	6 (5%)
Alten-/Pflegeheim	16 (12%)
Kurzzeitpflege	1 (1%)
Nach Hause	11 (9%)

Tabelle 14: Entlassung der Patienten im Anschluß an den stationären Aufenthalt (4 Patienten (3%) po. verstorben)

Insgesamt 70% der Patienten konnten also nach Abschluß der stationären Behandlung in ein Rehabilitationszentrum zur optimalen Förderung und Wiederherstellung der Mobilität und der "Activities Of Daily Life" (ADL) verlegt

werden. Bei der Verlegung in Alten- bzw. Pflegeheime wurden auch Rückverlegungen von Patienten einbezogen, die bereits vor dem Trauma in einer solchen Einrichtung lebten.

3.4 Nachuntersuchung

3.4.1 Nachuntersuchungszeitpunkt, Anzahl der nachuntersuchten Patienten und Mortalität

Insgesamt konnten 78 Patienten (61%), davon 50 (64%) weiblich, nachuntersucht werden. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug 9,4 (6 - 21) Monate.

19,7% der Patienten waren zwischenzeitlich verstorben ohne signifikanten Unterschied in den einzelnen Kollektiven. Weitere 19% der Patienten konnten zum Nachuntersuchungszeitpunkt nicht mehr erreicht werden. Davon waren 10% unbekannt verzogen. Hierbei konnten wir in manchen Fällen keine sichere Auskunft bekommen, nehmen aber an, dass sich unter diesen weitere bereits verstorbene Patienten befanden. Bei knapp 9% der Patienten lagen andere Gründe vor, die eine Nachuntersuchung unmöglich machten. Zusätzliche Informationen sind Tabelle 15 zu entnehmen.

	MHP	Zementierte Endoprothese	GLN
∅ - Nachuntersuchungszeitraum (in Monaten)	13,0 (9-18) ± 3,2	9,1 (6-13) ± 3,2	9,2 (6-21) ± 3,3
Nachuntersuchte Patienten	10 (67%)	23 (70%)	45 (57%)
Verstorben	3 (20%)	6 (18%)	16 (20%)
Nicht erreichbar:			
- unbekannt verzogen	2 (13%)	2 (6%)	9 (11,5%)
- sonstige Gründe	0	2 (6%)	9 (11,5%)

Tabelle 15: Allgemeine Daten zur Nachuntersuchung

3.4.2 Soziale Situation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Über die soziale Situation bzw. den Lebensraum der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gibt Tabelle 16 Auskunft.

Deutlich ist hier der Zusammenhang zwischen dem durch den Karnofsky-Index repräsentierten Allgemeinzustand der Patienten und ihrer Unterbringung zu erkennen.

	Anzahl (n)	Karnofsky-Index (∅ in %)
Zuhause		
Vor Fraktur	61 (78%)	86,4 ±15,1
	51 (65%)	**81,0 ±16,7**
Altenheim		
Vor Fraktur	15 (19%)	78,9 ±20,9
	16 (21%)	**66,2 ±14,5**
Pflegeheim		
Vor Fraktur	2 (3%)	55,0 ±7,1
	11 (14%)	**60,0 ±14,1**

Tabelle 16: Unterbringung der nachuntersuchten Patienten (n=78)

3.4.3 Gehfähigkeit, Schmerzen und Mobilität zum Nachuntersuchungszeitpunkt

Die Notwendigkeit der Hilfsmittelbenutzung nahm in allen drei Kollektiven zu (vgl. Tabellen 17-20). In unserer Untersuchung war in der MHP-Gruppe denjenigen Patienten, die vor dem Unfall hilfsmittelfrei gehen konnten, dies in 75% (Abnahme nicht signifikant) auch bei Nachuntersuchung möglich, in der Gruppe der zementierten Endoprothesen in 57% (Abnahme sehr signifikant; p=0,003). Im Gammanagelkollektiv war dies nur 50% (Abnahme hoch signifikant; p=0,000) der Patienten möglich.

Insgesamt war zum Nachuntersuchungszeitpunkt ein Drittel der Patienten mehr auf eine Gehhilfe angewiesen als vor dem Trauma.

Gehfähigkeit Patienten total	Präoperativ	Nachuntersuchung
Keine Gehhilfe, voll mobil	55 (71%)	28 (36%)
Leichte Einschränkung, keine	2 (3%)	3 (4%)
Mit 1 Stock	12 (15%)	14 (18%)
Mit 2 Stöcken oder Gehstützen	5 (6%)	21 (27%)
Mit Gehgestell oder Rollstuhl	4 (5%)	12 (15%)
Bettlägerig	0 (0%)	0 (0%)

Tabelle 17: Veränderung der Mobilität und Hilfsbedürftigkeit aller nachuntersuchter Patienten (n=78)

Gehfähigkeit MHP	Präoperativ	Nachuntersuchung
Keine Gehhilfe, voll mobil	4 (40%)	3 (30%)
Leichte Einschränkung, keine	0 (0%)	0 (0%)
Mit 1 Stock	4 (40%)	3 (30%)
Mit 2 Stöcken oder Gehstützen	2 (20%)	3 (30%)
Mit Gehgestell oder Rollstuhl	0 (0%)	1 (10%)
Bettlägerig	0 (0%)	0 (0%)

Tabelle 18: Veränderung der Mobilität und Hilfsbedürftigkeit nach Versorgung mittels MHP (n=10)

Gehfähigkeit zementierte Endoprothese	Präoperativ	Nachuntersuchung
Keine Gehhilfe, voll mobil	19 (83%)	10 (43%)
Leichte Einschränkung, keine Gehhilfe	2 (9%)	2 (9%)
Mit 1 Stock	1 (4%)	4 (17,5%)
Mit 2 Stöcken oder Gehstützen	0 (0%)	4 (17,5%)
Mit Gehgestell oder Rollstuhl	1 (4%)	3 (13%)
Bettlägerig	0 (0%)	0 (0%)

Tabelle 19: Veränderung der Mobilität und Hilfsbedürftigkeit nach Versorgung mittels zementierter Endoprothese (n=23)

Gehfähigkeit Gammanagel	Präoperativ	Nachuntersuchung
Keine Gehhilfe, voll mobil	32 (71%)	15 (33%)
Leichte Einschränkung, keine Gehhilfe	0 (0%)	1 (2%)
Mit 1 Stock	7 (16%)	7 (16%)
Mit 2 Stöcken oder Gehstützen	3 (6,5%)	14 (31%)
Mit Gehgestell oder Rollstuhl	3 (6,5%)	8 (18%)
Bettlägerig	0 (0%)	0 (0%)

Tabelle 20: Veränderung der Mobilität und Hilfsbedürftigkeit nach Versorgung mittels Gammanagel (n=45)

Über Veränderungen der hüftbedingten Schmerzen zur Zeit der Nachuntersuchung gibt Tabelle 21 detailliert Auskunft:

Schmerzen	MHP (n=10)	Zementierte Endoprothese (n=23)	Gammanagel (n=45)
Schmerzfrei			
Vor Fraktur	9 (90%)	23 (100%)	34 (76%)
Nachuntersuchung	**7 (70%)**	**17 (74%)**	**31 (69%)**
Gelegentlich			
Vor Fraktur	1 (10%)	0 (0%)	9 (20%)
Nachuntersuchung	**3 (30%)**	**5 (22%)**	**11 (24%)**
Ständig			
Vor Fraktur	0 (0%)	0 (0%)	2 (4%)
Nachuntersuchung	**0 (0%)**	**1 (4%)**	**3 (7%)**

Tabelle 21: Veränderung der Schmerzen im Hüftgelenksbereich

Vor der Operation nahmen knapp 4% der Patienten (n=3) zumindest gelegentlich Analgetika aufgrund bestehender Hüftgelenksbeschwerden ein. Bei der Nachuntersuchung bejahten mit 26 (33%) fast neun Mal soviele Patienten die Einnahme von Schmerzmedikation wegen Schmerzen im Hüft- und/oder Oberschenkelbereich. Insgesamt war bezüglich der zum Nachuntersuchungszeitpunkt bestehenden Schmerzen zwischen den drei Kollektiven kein signifikanter Unterschied auszumachen.

Die Veränderungen in der Notwendigkeit der Hilfsmittelbenutzung und der hüftbedingten Schmerzangabe machten sich auch in einer Abnahme des modifizierten Harris Hip Scores bemerkbar (Tabelle 22).

	Präoperativ	Nachuntersuchung
Insgesamt: (n=78)	**82,9** ±14,2 (36 - 91)	**66,9** ±17,3 (25 - 91)
MHP: (n=10)	**80,2** ±17,1 (46 - 91)	**68,9** ±16,8 (40 - 91)
Zementierte Endoprothese: (n=23)	**86,5** ±9,3 (60 - 91)	**67,9** ±18,2 (30 - 91)
Gammanagel:		
Total (n=45)	**81,7** ±15,5 (36 - 91)	**66,4** ±17,4 (25 - 91)
Mit stabiler Fraktur (n=17)	**77,4** ±16,6 (51 - 91)	**66,5** ±11,7 (40 - 81)
Mit instabiler Fraktur (n=28)	**84,4** ±14,5 (36 - 91)	**66,3** ±20,3 (25 - 91)

Tabelle 22: Veränderung des modifizierten Harris-Hip-Scores (maximal 91 Punkte)

Die absoluten Punktzahlen vor Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung sowohl nach modularer Hüftprothese, zementierter Endoprothese als auch Gammanagel unterscheiden sich nicht signifikant ($p>0,05$) voneinander.

Im Gammanagelkollektiv wurde eine Differenzierung in stabile und instabile Frakturformen bei der Auswertung des *modifizierten* Harris Hip Scores vorgenommen. Hier stellte sich heraus, dass die Patienten mit instabiler Fraktur eine minimal niedrigere, nicht signifikant differente Punktezahl aufwiesen als diejenigen mit stabiler Frakturform (Tabelle 22).

Bei der klinischen Untersuchung im Rahmen der Nachuntersuchung wurde bei 14 Patienten (17%) ein Innenrotationsfehler von 10° oder mehr (maximal 20°) festgestellt. Außenrotationsfehler von 10° oder mehr (maximal 15°) wurden bei 5 Patienten (6%) diagnostiziert. Am häufigsten traten die Rotationsfehler bei den mit Gammanagel versorgten Patienten auf.

Rotationsfehlstellung	MHP (n=15)	Zementierte Endoprothese (n=23)	Gammanagel (n=45)
Innenrotation ≥10°	2 (13%)	3 (13%)	9 (20%)
Außenrotation ≥10°	0 (0%)	1(4%)	4 (9%)

Tabelle 23: Rotationsfehler Bein

3.5 Radiologische Ergebnisse

Radiologisch waren zum Nachuntersuchungszeitpunkt alle trochanteren Frakturen ausgeheilt.

Ein „cut out“ der Schenkelhalsschraube beim Gammanagelimplantat trat in keinem Fall auf, obwohl viele der Frakturen als instabil eingestuft waren und bei etlichen der alten Patienten sowohl radiologisch als auch intraoperativ deutlich osteoporotische Knochenverhältnisse festgestellt worden waren. Die postoperativen Röntgenkontrollen zeigten, dass in 80% die Schenkelhalsschrauben in der anterior-posterioren Aufnahme mittig oder nahe (≤ 10 mm) des Adam-Bogens und im seitlichen Bild zentral lagen. Dieses Ziel konnte bei den übrigen 20 % der Patienten nicht erreicht werden. Die Schraubenlage war hier in der seitlichen Aufnahme eher posterior positioniert. Unter der Zielsetzung einer zentrokaudalen Lage der Schraubenspitze traten keine Perforationen der Kopfschraube auf [37].

Nach Implantation einer modularen Hüftprothese war an radiologischen Veränderungen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei einem Patienten (10%) eine Prothesenmigration von ca. 10 mm bei klinisch festem Sitz zu beobachten. Eine Aufhellungslinie in der lateral-proximal gelegenen Zone 1 in der Einteilung nach Gruen [45, 55] fand sich ebenfalls bei einem Patienten (10%). Sie wurde – ebenso wie die erwähnte Migration - nicht als Lockerungszeichen gewertet.

4 Diskussion

Bei der Behandlung von hüftgelenksnahen Frakturen fand in den letzten Jahren ein Umdenken statt. Mit der deutlichen Senkung der Kliniksletalität rückte nun zunehmends die Frage der Mobilität und Selbständigkeit des Patienten, ggf. nach erfolgter Rehabilitation, in den Vordergrund [78].

Ziel der operativen Therapie und der anschließenden Rehabilitationsmaßnahmen ist es, bei adäquater Stabilisierung der hüftgelenksnahen Fraktur die ursprüngliche Funktionsfähigkeit des Hüftgelenks sobald als möglich wiederherzustellen. Dieses Ziel konnte in unserer Studie nicht für alle Patienten erreicht werden.

Als gutes Maß für die Beurteilung der Funktionsfähigkeit ist der Gebrauch von Gehhilfen anzusehen. 74% unserer nachuntersuchten Patienten konnten vor dem Trauma frei und ohne Benutzung von Hilfsmitteln gehen. Dieser Wert schrumpfte zum Nachuntersuchungszeitpunkt auf 40%, d.h. nur gut 54% der Patienten, die prätraumatisch ohne Hilfe gehen konnten, erreichten – unabhängig von Frakturform und operativem Verfahren - diesen Funktionsstatus bis zur Nachuntersuchung wieder. Diese doch ernüchternde Tatsache entspricht den Ergebnissen von Koval und Zuckerman [48, 49], die in ihren Studien aus dem Jahr 1994 beobachteten, dass nur 50-60% der Patienten ihre ursprüngliche Gehfähigkeit nach operativer Versorgung einer coxalen Femurfraktur erreichen.

Eine - wenn auch untergeordnete - Rolle spielen hierbei die Schmerzen in der operierten Hüfte bzw. Femur. Es gab zwar eine deutliche Abnahme der völlig schmerzfreien Patienten, andererseits war aber die Anzahl der permanent unter Hüftschmerzen leidenden und deswegen auf eine Gehhilfe angewiesenen Patienten unabhängig von der Operation sehr gering. Wichtiger erscheint in diesem Zusammenhang, dass viele Patienten berichteten, schmerzunabhängig infolge der Verletzung unter einem mangelnden Gleichgewichtsgefühl bzw. einer gewissen Gangunsicherheit [vgl. 17] zu leiden, die sie veranlassten, vorsichtshalber eine Gehhilfe zu benutzen. Auch Stürmer und Dresing [76] wollen „die Unterarmgehstützen

eher als zusätzliche Gehhilfe und als psychologische Erinnerung“ aufgefasst wissen, „um zumindest abrupte Spitzenkräfte, die beim Stolpern oder bei zu unvorsichtiger Fortbewegung auftreten, zu vermeiden“.
Die Tatsache, dass viele Patienten nach einer hüftgelenksnahen Fraktur in der Ausübung von „Activities of Daily Life“ (ADL) tiefgreifend und dauerhaft beeinträchtigt und dadurch von anderen Personen abhängig werden, konnte auch in zahlreichen Studien aufgezeigt werden [43, 47]. Anhand des in unserer Studie ermittelten Harris Hip Scores konnten wir dies ebenfalls belegen. Wir verwendeten den *modifizierten* Harris Hip Score, da für den betroffenen Patienten das absolute Bewegungsausmaß von untergeordneter Bedeutung ist. Wichtig für ihn ist - wie bereits erwähnt - die Wiederherstellung des vor dem Trauma bestehenden Funktionsstatus, welcher ihm erlaubt, die gewohnten Aktivitäten des täglichen Lebens zu verrichten und ihm die Möglichkeit gibt, in das vorbestehende soziale Umfeld zurückintegriert zu werden. Hierzu können routinemäßig an den Krankenhausaufenthalt angeschlossene und weiter verbesserte (stationäre) Rehamaßnahmen beitragen, die neben adäquaten physiotherapeutischen Maßnahmen auch insbesondere die ADL fördern und den Patienten gezielter auf die Rückkehr in sein altes soziales Umfeld vorbereiten. Darunter fällt auch das Anbieten von gegebenenfalls nötigen Hilfsmitteln und die Schulung im Umgang mit diesen.

Betrachtet man die Abnahme des Harris Hip Scores im Mittel sowie die Absolutwerte bei der Nachuntersuchung in den einzelnen Implantatkollektiven, so findet man keine signifikante Differenz. Die Unabhängigkeit dieser Werte vom Frakturtyp und vom angewendeten Operationsverfahren ist Ausdruck der Gleichwertigkeit der einzelnen Implantate bei korrekter Indikationsstellung. Die fast identischen Werte des *modifizierten* Harris Hip Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt zeigen den bestmöglichen Durchschnitt an Funktion, Mobilität und Schmerzfreiheit auf, der mit den derzeit vorhandenen Operationsverfahren, perioperativem Management und entsprechender Nachbehandlung bei einer Fraktur im

Bereich des coxalen Femurs zu erreichen ist. Der Verlust an Funktion, Mobilität und Schmerzfreiheit ist somit bei hüftgelenksnahen Femurfrakturen von den prätraumatischen Beschwerden des Patienten, dem Frakturtyp und dem operativen Verfahren (bei korrekter Indikation) unabhängig.

Häusliche Stürze konnten wir in 50% der Fälle als ursächlich für die Fraktur ausmachen. Diese Rate ist im Vergleich zu der von Forthomme [28] deutlich niedriger, was wohl daran liegt, dass wir die Frakturursachen genauer differenzierten. Heinz et al. [37] bestätigen dagegen unsere Angaben.

Mit 17 Tagen entsprach die durchschnittliche Verweildauer in der Klinik im Zeitalter der Fallpauschalen den Angaben in der aktuelleren Literatur [72, 78]. Stürmer und Dresing [76] geben in ihrer Studie für die Jahre 1990 und 1991 noch eine mittlere Liegezeit von 29 Tagen bis zur Verlegung in eine Reha-Einrichtung bei mit unterschiedlichen Operationsverfahren versorgten Patienten mit pertrochanteren Frakturen an. Hoffmann und Lynskey [40] beschreiben bei GLN-Patienten eine ähnlich lange stationäre Aufenthaltsdauer.

Sowohl die Geschlechtsverteilung [7, 20, 26, 37, 40, 72] als auch das Durchschnittsalter [7, 26, 37, 38, 40, 53, 78] unseres Patientenguts entspricht den Angaben in der Literatur. Die Kliniksletalität lag insgesamt bei 3,1%, ein im Literaturvergleich [19, 37, 47, 51, 72, 83] sehr niedriger Wert. Dies mag zum einen in der umgehenden Primäroperation (<48 h) begründet sein, stellt sie doch zusammen mit der primären Belastungsstabilität und der raschen postoperativen Mobilisierung die effektivste Thromboseprophylaxe dar und reduziert zudem das Risiko einer Pneumonie [66]. Zum anderen erfährt speziell der schwerkranke, multimorbide Patient durch ständige Weiterentwicklung und Verbesserungen im anästhesiologischen und intensivmedizinischen Bereich einen deutlichen Benefit.

Dennoch waren nach durchschnittlich gut neun Monaten zum Nachuntersuchungszeitpunkt knapp 20% der Patienten verstorben [vgl. 17, 72]. In der Literatur wird die Sterblichkeit der amerikanischen weißen Bevölkerung in dem unserem Patientengut entsprechenden Alter mit 4,4% bis 5,9% pro Lebensjahr angegeben [3]. Die ca. 3,5-fach erhöhte Mortalität

unserer Patienten nach erlittener Hüftfraktur resultiert aus dem Zusammentreffen von akutem Trauma, Operation, teilweise resultierender schlechterer Mobilität und vorbestehenden oder hinzukommenden Begleiterkrankungen bei hohem Lebensalter [1] und ist konform mit den Ergebnissen von Aharonoff et al. [1].

Die Verteilung bei Einteilung der trochanteren Frakturen gemäß der AO-Klassifikation [62] entspricht den Ergebnissen anderer Studien [51]. Der vergleichsweise geringe Anteil der A3-Frakturen in unserem Krankengut stimmt mit den Beobachtungen im Rahmen der "Deutschen Gamma-Nagel-Studie" [75] überein, liegt jedoch deutlich unter den Angaben von Heinz et al. [37].

Für die Verwendung eines intramedullären Kraftträgers in Form des Gammanagels zur Stabilisierung von trochanteren Frakturen *ohne* Koxarthrosezeichen haben wir uns in dieser Studie entschieden, weil dieses Prinzip eine biomechanisch günstige Krafteinleitung im Vergleich zur Dynamischen Hüftschraube (DHS) bietet [36, 59]. Die „cut out“ – Rate ist wie das Auftreten von Pseudarthrosen als niedriger beschrieben [28, 32]. Aktuelle Arbeiten beschreiben das sog. „cut out“ der Schenkelhalsschraube bei Verwendung der DHS in bis zu 6% und bei Gebrauch des GLN in bis zu 4% der Fälle [12, 37, 57], wobei Haynes et al. [36] nachweisen konnten, dass der Gammanagel der DHS sowohl in osteoporotischem als auch in Knochen hoher Dichte bzgl. der Resistenz gegenüber dem „cut out“ überlegen ist. In unserem Patientengut trat diese Komplikation in keinem Fall auf, was wir auf eine sorgsame Überprüfung der korrekten Lage der Schenkelhalsschraube intraoperativ zurückführen [76]. „Die Implantation des Gammanagels ist keine Anfängeroperation“ [37], doch werden die Vorteile dieses Implantats unter Verwendung von entsprechender Sorgfalt vor allem auch bei der Versorgung von instabilen Frakturen, die - wie auch unsere Ergebnisse belegen – sicher stabilisiert werden können, gesehen [37, 57, 59].

Als deutlicher Nachteil des Gammanagels ist die im Vergleich zur Dynamischen Hüftschraube hohe intraoperative Komplikationsrate bekannt,

was zu einer nur zögerlichen Akzeptanz dieses Implantats führte [13, 49, 57]. In der Literatur liegt die Rate an Schaftfrakturen bei bis zu 6,8% [8, 28, 40, 69, 70, 79], so dass von diesen Autoren der GLN nicht empfohlen wurde. Femurschaftfissuren traten bei uns nach Gammanagelung in 2,5% der Fälle auf, was auf die Beachtung der korrekten Operationstechnik, besonders auf den Verzicht des Einschlagens des Implantats mit dem Hammer [8, 40, 57] und der Verwendung von dünnen Nägeln zurückzuführen ist. Bezüglich des Verbots des Einschlagens des Gammanagels mit dem Hammer erfolgte eine entsprechende Abänderung der operationstechnischen Richtlinien des Herstellers Howmedica nach Studien u.a. von Radford [69], Leung [52] und Boriani [11]. Unter dieser Maßgabe werden auch in der Literatur vergleichbar niedrige Raten an Schaftfrakturen beschrieben [11, 37, 52, 57]. Laut Rosenblum et al. [71] entstehen am distalen Nagelende Kraftspitzen, die sowohl intra-, aber auch postoperativ zu Femurschaftfrakturen führen können. Als weiterer Nachteil beim GLN wird die Zerstörung der Trochanterregion beim Einbringen und die Markraumzerstörung mit intramedullärem Druckanstieg durch die Markraumbohrung und der Gefahr der Einschwemmung von Markrauminhalt in den pulmonalen Kreislauf angesehen. Auch deshalb ist dieses Implantat nicht unumstritten: Nach Hoffmann und Lynskey [40] sowie Stürmer und Dresing [76] war der Gamma-Nagel noch im Jahr 1995 kein Standardimplantat bei trochanteren Frakturen. Dagegen attestieren Wagner et al. [79] und Lyddon [57] dem Gamma-Nagel einen festen Platz in der Behandlung extraartikulärer, koxaler Femurfrakturen.

Die bei unseren Patienten aufgetretenen, erst in den postoperativen Röntgenaufnahmen erkennbaren Fissuren im Bereich des Nagelendes heilten jeweils unter temporärer Entlastung komplikationslos und ohne Revisionseingriff aus [vgl. 79]. Verantwortlich für die Femurfrakturen ist die Nagelkrümmung von 10°, welche die bereits oben angesprochenen großen Spannungsspitzen am Nagelende bewirkt, aber andererseits hier zu einer hohen Stabilität führt [5]. Neuere Implantate weisen eine geringere

Krümmung (4°) auf. Hardy et al. [32] als auch Rantanen und Hannu [70] stellten bereits geringere Komplikationsraten fest. Eine Fraktur im Trochanter major-Bereich beobachteten wir in 2,5% unserer Patienten und liegen damit knapp 1% höher als Chevalley und Gamba [17] in ihrer Studie. Die Fehlplazierung der distalen Verriegelungsschraube, in unserem Patientengut in einem Fall (1,3%) mit konsekutiv notwendiger Revision aufgetreten, ist ein weiteres bekanntes Problem bei Verwendung des GLN [40, 52]. Die Einführung kürzerer Nägel, durch die sich der Abstand des am proximalen Nagelende angebrachten Zielinstrumentariums zum Nagelende verkürzt, und die sorgfältige intraoperative Bildwandlerkontrolle der Implantat- und Schraubenlage kann diese Fehlerquelle eliminiert werden. Die Stabilisierung durch den GLN zeigte durchwegs gute Ergebnisse, wie auch die Abnahme des Hüftscores bei Nachuntersuchung um lediglich 18,7% (stabile Frakturen 14,1%; instabile Frakturen 21,4%) zeigt. Die höhere Scoreabnahme bei den instabilen Frakturen ist wohl durch das größere Weichteiltrauma mit Frakturierung von Muskel- und Sehnenansätzen bedingt [5].
Von den verwendeten Implantaten in unserer Studie zeigt der GLN die niedrigste Rate an implantatbedingten und implantatunabhängigen Komplikationen. Allerdings weist er mit 4% die höchste Rate an Revisionseingriffen auf, was allerdings ohne Einfluss auf das letztendliche klinische Ergebnis blieb. Als typische Komplikation trat im Gammanagel-Kollektiv immerhin bei einem Fünftel der Patienten ein Innendrehfehler des Beins $\geq$10° auf, was bei keinem Patienten zu einer subjektiven oder einer objektivierbaren Behinderung führte. Unsere Ergebnisse entsprechen diesbezüglich den Angaben in der Literatur [37].

Die Nachuntersuchung der operativen Versorgung von Schenkelhalsfrakturen mittels einer zementfreien modularen Hüftprothese in unserer Studie ergab ebenfalls sehr zufriedenstellende Ergebnisse. Die Patienten erreichten durchschnittlich 85,9% des präoperativen Ausgangsscores und auch absolut gesehen war der Durchschnittsscore in diesem Kollektiv zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung am höchsten, wenngleich der Unterschied zur

zementierten Endoprothese und zum GLN nicht signifikant war. Der signifikant höhere Blutverlust intraoperativ und die vergleichsweise längere Operationszeit nehmen offensichtlich keinen negativen Einfluß auf die Kliniksletalität und das langfristige Outcome, sind aber ein Nachteil des Verfahrens. Für eine gute Primärstabilität, welche dann zur Osseointegration führt [30, 64, 68, 80] ist ein ausreichender Knochenkontakt nötig. Besondere Aufmerksamkeit galt bei der zementfreien MHP-Implantation der Vermeidung der bekannten Komplikation [16, 42] des Auftretens einer Femurfissur oder –fraktur. Dennoch trat in einem Fall (6,7%) eine proximale Femurfissur auf. Dies entspricht den Angaben in der Literatur [14, 22, 23, 41, 65]. Eine derartige Komplikation beobachteten wir hingegen bei Implantation einer zementierten Endoprothese in keinem Fall. Es war bei keinem Patienten eine Revisionsoperation erforderlich. Das „Setzen“ der Prothese bis 1 cm zum Erreichen des Pressfits wird nicht als Zeichen einer Auslockerung angesehen [5, 35]. Ein künftiges Ziel der Behandlung von coxalen Femurfrakturen mit der MHP muss sein, die Rate an primär belastungsstabilen Osteosynthesen zu erhöhen. In dieser Implantatgruppe mussten die meisten Patienten postoperativ temporär entlasten, wohingegen in der ZE-Gruppe alle Patienten unmittelbar nach Operation schmerzadaptiert voll belasten durften. Laut Stürmer und Dresing [76] ist die Endoprothese zusätzlich „ein voraussichtlich in Zukunft noch an Bedeutung gewinnendes Implantat bei der *pertrochanteren* Fraktur“.

Ein Problem bei der operativen Versorgung mit zementierter Endoprothese liegt darin, dass der verwendete Knochenzement die aufgrund der Fraktur bereits gestörte Durchblutung zusätzlich limitiert [29, 81]. Weitere Nachteile liegen in der Gefahr einer Zementreaktion, im Auftreten einer (aseptischen) Lockerung nach Jahren und im Alterungsprozess des Zements. Dennoch stellt die zementierte Endoprothese wegen der guten Primärstabilität speziell bei betagten Patienten, Patienten in schlechtem Allgemeinzustand und Patienten, die zur Entlastung unfähig sind, ein anerkanntes Verfahren zur operativen Therapie einer Schenkelhalsfraktur dar [51]. D´Lima et al. [24]

zeigen in ihrer aktuellen Studie eine signifikante Überlegenheit gegenüber der zementfreien Prothese bei Primäroperationen. Der Wert des modifizierten Harris Hip Scores bei Nachuntersuchung entspricht dem der mit anderen Implantaten versorgten Patienten (s.o.). Auch der Karnofsky-Index zum Nachuntersuchungszeitpunkt differiert im Vergleich zu den beiden anderen Kollektiven nicht. In 42% der Operationen wurde eine (zementierte) Pfannenersatzplastik vorgenommen. Der intraoperative Blutverlust lag unter dem der MHP, aber - wie aufgrund des invasiveren Eingriffs zu erwarten - deutlich über dem Blutverlust bei Gammanageloperation als geschlossenem Verfahren. Die Operationsdauer war weniger lang als bei den modularen Hüftprothesen, obwohl die Aushärtung des Palacos abgewartet werden musste. Die Kreislaufreaktion bei Einbringung des Knochenzements bei 4 Patienten, bei einer Patientin letztlich zu einem letalen Ausgang führend, ist allerdings eine schwerwiegende Komplikation. Die mit der Palacosapplikation verbundene Komplikationshäufigkeit entspricht den Ergebnissen der Studie von Duncan [25]. Volle Belastungsfähigkeit postoperativ war in jedem Fall gegeben. Eine Prothesenlockerung trat während des Nachuntersuchungszeitraums in keinem Fall auf, wobei der von uns gewählte Nachuntersuchungszeitraum diesbezüglich sicherlich zu kurz war [vgl. 2, 33, 38, 73]. Vergleichbare Studien mit Betrachtung des „short term“ – Outcomes liegen in der Literatur nicht vor. Durch die Entwicklung neuer Arten von Knochenzement und verbesserter Zementiertechnik (Vakuumanmischer, Markraumstopper, Jet-Lavage, retrograde Zementapplikation) wird künftig neben der Reduktion der Zementreaktionen vor allem eine weitere Verbesserung des klinischen Outcomes nach Implantation von zementierten Prothesen erwartet [31].

In unserer Studie konnten wir trotz intensiver Bemühungen (z.B. Organisation des Transports in die Klinik, Hausbesuche) nur 61% der operierten Patienten nachuntersuchen. Diese Quote ist niedriger als in anderen aktuellen Arbeiten [17]. Einerseits liegt dies daran, dass ein nicht unbedeutender Prozentsatz an Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits verstorben war. Zum

anderen waren etliche Patienten unter ihrer Adresse nicht erreichbar, wobei wir trotz häufiger Anfragen beim zuständigen Einwohnermeldeamt nicht in allen Fällen den Verbleib des Patienten zufriedenstellend klären konnten. Es ist anzunehmen, dass auch unter den für uns nicht erreichbaren Patienten einige bereits verstorben waren. Diese Tatsache mindert zwar die Aussagefähigkeit unserer Studie, ein größeres Nachuntersuchungskollektiv ist jedoch aufgrund des Patientenalters nicht zu erreichen. Positiv festzuhalten gilt es in diesem Zusammenhang, dass unsere Daten in jedem Fall durch klinische *und* radiologische Untersuchung des Patienten gewonnen wurden und nicht telefonisch, wie gelegentlich praktiziert, erhoben wurden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass sich unabhängig von der Frakturart und dem operativen Verfahren die Probleme von Patienten mit coxalen Femurfrakturen von der Klinik in den postoperativen Zeitraum verlagern. Ein optimales Management der Begleiterkrankungen und ein besonderes Augenmerk auf die soziale Wiedereingliederung dieser überwiegend sehr alten und häufig multimorbiden und alleinstehenden Patienten ist dringend erforderlich [76]. In Zukunft wird neben einer stetigen Arbeit an der Verbesserung besonders der Operationsverfahren und der stationären Rehabilitationsmaßnahmen zusätzlich ein größeres Angebot an ambulanten physiotherapeutischen Einrichtungen bzw. eine Schaffung von Möglichkeiten zur Betreuung der Patienten durch ihre eigenen Familien oder von geeigneten Pflegeplätzen nötig sein. Nur so kann der prätraumatische Grad an Selbständigkeit und ein Maximum an Rehabilitation für diese Patienten erreicht werden [83].

5 Zusammenfassung

Bei zunehmender durchschnittlicher Lebenserwartung der Bevölkerung ist in Zukunft auch mit einer steigenden Inzidenz an osteoporotischen Frakturen im Bereich des coxalen Femurendes zu rechnen. Trotz gesunkener Morbidität und Mortalität bei operativer Stabilisierung stellen diese Verletzungen für den Patienten oft den Verlust von Selbständigkeit dar. Ein wesentliches Ziel der operativen Verfahren bei derartigen Frakturen ist deshalb, bei niedriger Versagerquote von Implantaten eine rasche Mobilisierung des Patienten zu erreichen, damit eine Rückkehr in seine gewohnte Umgebung möglich wird.

Ziel dieser Studie ist es, den operativen Verlauf und die Komplikationen von Patienten nach trochanteren Femurfrakturen sowie nach Schenkelhalsfrakturen darzustellen. Ein weiteres Ziel ist der Vergleich der klinischen Ergebnisse der einzelnen operativen Verfahren.
Die prospektive Studie wurde an der Unfallchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums Großhadern der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt. Im Untersuchungszeitraum vom 1.1.1997 bis 31.8.1998 wurden insgesamt 127 Patienten in die Studie aufgenommen, die mittels Endoprothese bei medialer Schenkelhalsfraktur oder einem Gammanagel bei trochanterer Femurfraktur stabilisiert wurden. Ausgeschlossen wurden pathologische Frakturen, konservativ behandelte Schenkelhalsfrakturen, die Versorgung von Schenkelhalsfrakturen mit gelenkerhaltenden Verfahren und per- bzw. subtrochantere Frakturen, bei denen aufgrund einer Coxarthrose eine osteosynthetische Versorgung nicht sinnvoll war.
Anhand der angefertigten Röntgenaufnahmen wurden die Frakturen klassifiziert. Trochantere Frakturen wurden nach der AO-Klassifikation sowie in Anlehnung an Jensen und Michaelsen in stabile bzw. instabile Frakturen eingeteilt.
Patienten mit Schenkelhalsfraktur wurden mittels zementierter Hüftendoprothese (ZE, 33 Patienten) oder wahlweise mit modularer

Hüftprothese (MHP, 15 Patienten) versorgt. Alle trochanteren Frakturen wurden mit einem Gammanagel (GLN, 79 Patienten) stabilisiert.
Während des stationären Aufenthalts und zum Nachuntersuchungszeitpunkt (durchschnittlich nach 9,4 Monaten) wurde jeweils ein klinischer und radiologischer Befund erhoben. Mittels der gewonnenen Daten wurde der von uns *modifizierte* Harris Hip Score und der Karnofsky-Index errechnet. Röntgenaufnahmen dienten der Beurteilung der regelrechten Implantatlage.
Zur statistischen Analyse wurden verschiedene nichtparametrische Testverfahren verwendet. Als Signifikanzniveau wurde ein p-Wert ≤0,05 gewählt.

Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug 77,2 Jahre. Implantatabhängige, intraoperative Komplikationen traten in jedem der drei Kollektive auf. Die Häufigkeit des Auftretens einer solchen Komplikation (7-12%) war zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. Bei drei Gammanagelpatienten wurde im Verlauf eine Revision nötig. Nicht-implantatbedingte Komplikationen traten in 11-27% der Patienten unabhängig von der Operation auf. Intraoperativer Blutverlust, Operationsdauer und die Gabe von Erythrozytenkonzentraten waren bei den modularen Hüftprothesen am höchsten. Diese Tatsache hatte allerdings keinen Einfluß auf die Letalität, die insgesamt 3,1% betrug und zwischen den Gruppen vergleichbar war.
19,7% der Patienten waren zum Nachuntersuchungszeitpunkt bereits verstorben. Ein Unterschied zwischen den Kollektiven war dabei nicht festzustellen. 78 Patienten standen für ein follow up zur Verfügung. Zum Nachuntersuchungstermin lebten nur noch 65% der untersuchten Patienten zuhause. Die restlichen Patienten waren in Altenheimen oder speziellen Pflegeeinrichtungen untergebracht. Die Gehfähigkeit der Patienten verschlechterte sich zum Nachuntersuchungszeitpunkt signifikant ohne Unterschied zwischen den Gruppen.
Der *modifizierte* Harris Hip Score lag bei der Nachuntersuchung durchschnittlich 16 Punkte niedriger. Dabei differierte die Punktzahl unabhängig vom Ausgangswert innerhalb der einzelnen Implantatgruppen nur

sehr gering und nicht signifikant vom Durchschnittswert. Diese Abnahme des Scores war im Wesentlichen durch die verschlechterte Hüftfunktion und weniger durch Schmerzen im Hüft- und Oberschenkelbereich bedingt.
Radiologisch war bei allen nachuntersuchten Patienten mit trochanterer Fraktur eine vollständige ossäre Konsolidierung festzustellen. Ein „cut out“ der Schenkelhalsschraube nach GLN-Osteosynthese wurde in keinem Fall beobachtet. Eine klinische und/oder radiologische Lockerung der zementfreien Prothesen wurde innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums nicht registriert. In keinem Fall war es nach Prothesenimplantation zu einer Hüftgelenksluxation gekommen.

Durch korrekte Wahl des Implantats, des Operationszeitpunkts, der OP-Technik und moderne Anästhesieverfahren lassen sich im stationären Verlauf verglichen mit früheren Studien sehr gute Ergebnisse bezüglich Kliniksletalität und implantatbedingter Komplikationsrate erzielen. Verbesserungen müssen im Bereich der Rehabilitation erfolgen, um die zu hohe Letalität nach 6-12 Monaten und die teilweise schlechte Hüftfunktion zu verbessern.

6 Literaturverzeichnis

1. Aharonoff GB, Koval KJ, Skovron ML, Zuckerman JD. Hip fractures in the elderly: predictors of one year mortality. J Orthop Trauma 1997; 11 (3): 162-165

2. Allain J, Le Mouel S, Goutallier D, Voisin MC. Poor eight-year survival of cemented zirconia-polyethylene total hip replacements. J Bone Joint Surg [Br] 1999; 81-B: 835-842

3. Anderson RN, DeTurk PB. United States life tables 1999. National vital statistics report. National Center for Health Statistics 2002; 50 (6): 13-14

4. Andress HJ, Brüning R, Grubwinkler M, Forkl H, Schürmann M, Piltz S, Lob G. Outcome of trochanteric femoral fracture treatment with Gamma nail procedure is independent of bone density. Eur J Orthop Surg Trauma 2000; 26: 39-46

5. Andress HJ, Forkl H, Grubwinkler M, Landes J, Piltz S, Hertlein H, Lob G. Versorgung der per- bis subtrochantären Femurfraktur durch Gammanagel und modulare Hüftprothese. Differentialindikation und Ergebnisse. Unfallchirurg 2000; 103: 444-451

6. Andress HJ, Lob G, Kahl S, et al. Development of a new modular titanium femoral prosthesis consisting of a head and shaft component. Eur J Orthop Surg Traumatol 1999; 9: 13-18

7. Arnaout A, Beya B, Delplace J, Vial D, Lecestre P. Ostéosynthèse des fractures de la région trochantérienne par clou gamma, à propos de 76 cas revus. Acta Orthop Belg 1993 ; 59 (1): 30-39

8. Aune AK, Ekeland A, Odegaard B, Grogaard B, Alho A. Gamma nail versus compression screw for trochanteric femoral fractures. Acta Orthop Scand 1994; 65: 127-130

9. Beck E, Benedetto KP, Betz A, Daniaux H, Glötzer W, Euler E, Lob GC, Mähring M. Breitner - Chirurgische Operationslehre - untere Extremität - Traumatologie 4. Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore. 1990

10. Bergmann G, Rohlmann A, Graichen F. In vivo Messungen der Hüftgelenksbelastung. 1. Teil: Krankengymnastik. Z Orthop 1989; 127: 672-679

11. Boriani S, De lure F, Campanacci L, Specchia L, Bungaro P, Regnoli R, Triscari C, Giacomelli M, Dorigotti P, Costa P, Carretti P, Carfagni A, Giacomi R. A technical report reviewing the use of the 11-mm Gamma nail: interoperative femur fracture incidence. Orthop 1996; 19 (7): 597-600

12. Bridle SH, Parel AD, Bircher M, Calvert PT. Fixation of intertrochanteric fractures of the femur. Comparison of the gamma nail and dynamic hip screw. J Bone Joint Surg [Br] 1991; 73: 330-334

13. Calvert PT. The Gamma nail – a significant advance or a passing fashion? J Bone Joint Surg [Br] 1992; 74-B:329-331

14. Cameron HU. The two to six year results with a proximally modular noncemented total hip replacement used in hip revisions. Clin Orthop 1994; 298: 47-53

15. Ceder L, Thorngren KG, Wallden B. Prognostic indicators and early home rehabilitation in elderly patients with hip fractures. Clin Orthop 1980; 152: 173-184

16. Chandler HP, Ayres DK, Tan RC, Anderson IC, Varma AK. Revision total hip replacement using the S-ROM femoral component. Clin Orthop 1995; 319: 130-140

17. Chevalley F, Gamba D. Gamma Nailing of Pertrochanteric and Subtrochanteric Fractures: Clinical Results of a Series of 63 Consecutive Cases. J Orthop Trauma 1997;11 (6): 412-415

18. Chrischilles EA, Butler CD, Davis CS, Wallace RB. A model of lifetime osteoporosis impact. Arch Intern Med 1991; 151 (10):2026-2032

19. Cooper C, Cummings S, Lyons A, Karpf DB, Tamayo-Orozco-J, Black D, Ross PD, Johnell O. The crippling consequences of fractures and their impact on quality of life. Am J Med 1997; 103(2A): 12S-19S

20. Coster A, Haberkamp M, Allolio B. Inzidenz von Schenkelhalsfrakturen in der Bundesrepublik Deutschland im internationalen Vergleich. Soz Präventivmed (Schweiz) 1994; 39 (5):287-292

21. Cox MA, Bowie R, Horne G. Hip fractures: An increasing health care cost. J Orthop Trauma1993; 7: 52-57

22. D`Antonio JA, Capello WN, Manley MT. Remodelling of bone around hydoxyapatite coated femoral stems. J Bone Joint Surg 1996; 78-A: 1226-1234

23. D´Lima DD, Oishi CS, Petersilge WJ, Colwell CW, Walker RH. 100 cemented versus 100 noncemented stems with comparison of 25 matched pairs. Clin Orthop 1998; 348: 140-148

24. Delaunay C, Cazeau C, Kapandji I. Cementless primary total hip replacement. 4-8 years result with the Zweymüller Alloclassic prostheses. Int Orthop 1998; 22: 1-5

25. Duncan JA. Intra-operative collapse or death related to the use of acrylic cement in hip surgery. Anaesthesia 1989; 44 (2): 149-153

26. Eberle C, Guyer P, Keller H, Metzger U. Der Gamma-Nagel - ein ideales Implantat zur Behandlung instabiler Frakturen bei alten Patienten. Helv Cir Acta 1992; 59 (4): 527-531

27. Fauci A, Braunwald E, Isselbacher KJ, Wilson JD, Martin JB, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL. Harrison´s Principles of internal Medicine, 14th Edition. Companion handbook. McGraw-Hill Health

28. Forthomme JP, Costenoble V, Soete P, Docquier J. Traitement des fractures trochantériennes du fémur par le clou gamma (à propos d´une série de 92 cas). Acta Orthop Belg 1993; 51 (1): 22-28

29. Franzen H, Mjöberg B, Önnerfält R. Early loosening of femoral components after cemented revision. J Bone Joint Surg [Br] 1992; 74: 721-724

30. Gebauer D, Refior HJ, Haake M. Experimentelle Untersuchungen zum Einfluss operationstechnischer Fehler auf die Primärstabilität zementloser Hüftendoprothesen. Z Orthop 1990; 128: 100-107

31. Goodman SB, Bauer TW, Carter D, Casteleyn PP, Goldstein SA, Kyle RF, Larsson S, Stankewich CJ, Swiontkowski MF, Tencer AF, Yetkinler DN, Poser RD. Norian SRS cement augmentation in hip fracture treatment. Laboratory and initial clinical results. Clin Orthop 1998; 348: 42-50

32. Hardy DC, Descamps P-Y, Krallis P, Fabeck L, Smets P, Bertens CL, Delince PE. Use of an intramedullary hip-screw compared with a compression hip-screw with a plate for intertrochanteric femoral fractures. J Bone Joint Surg [Am] 1998; 80: 618-630

33. Harris WH. Long term results of cemented femoral stems with roughned precoated surfaces. Clin Orthop 1998; 355: 137-143

34. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: Treatment by Mold arthroplasty. An end result study using a new method of result evaluation. J Bone Joint Surg 1969; 51-A: 737-755

35. Hartwig CH, Böhm P, Czech U, Reize P, Küsswetter W. The Wagner revision stem in alloarthroplasty of the hip. Arch Orthop Trauma Surg 1996; 115:5-9

36. Haynes RC, Pöll RG, Miles AW, Weston RB. Failure of femoral head fixation: a cadaveric analysis of lag screw cut-out with the gamma locking nail and AO dynamic hip screw. Injury 1997; 28 (5-6): 337-341

37. Heinz T, Wöhry G, Vécsei V. Stellenwert der Gammanagelung bei der Versorgung von hüftgelenknahen Frakturen. Unfallchirurg 1994; 97: 132-138

38. Henry JD, Reilly D, Poss R. Two- to foer-year experience with cemented, press-fit, and porous coated applications of the profile total hip system. Acta Orthop Belg 1993; 59 suppl. 1: 190-194

39. Herold G. Innere Medizin. Herold, Köln. 1996

40. Hoffman CW, Lynskey TG. Intertrochanteric fractures of the femur: a randomized prospective comparison of the gamma nail and the ambi hip screw. J Surg 1996; 66: 151-155

41. Huo MH, Fye MA, Martin RP, Zatorski LA, Keggi KJ. Unsatisfactory results of a first-generation modular femoral stem implanted without cement. A 4 to 9 year follow up study. J Arthroplasty 1997; 12: 490-496

42. Hussamy O, Lachiewicz PF, Hill C. Revision total hip arthroplasty with BIAS femoral component. J Bone Joint Surg [Am] 1994; 76: 1137-1148

43. Jensen CF, Michaelsen M. Long-term social prognosis after hip fracture. Acta Orthop Scand 1982; 53:97

44. Jensen JS, Michaelsen M. Trochanteric femoral fractures treated with McLaughlin osteosynthesis. Acta Orthop Scand 1975; 46 (5):795-803

45. Kaplan PA, Montesi SA. Bone-ingrowth hip protheses in asymptomatic patients:radiographic features. Radiology 1988; 169: 221-227

46. Karnofsky DA. Clinical evaluation of anticancer drugs. GANN Monograph 1967; 2: 223-231

47. Keene GS, Parker MJ, Pryor GA. Mortality and morbidity after hip fractures. Br Med J 1993; 307: 1248-50

48. Koval KJ, Zuckerman JD. Hip fractures I: Overview and evaluation and treatment of femoral neck fractures. J Am Acad Orthop Surg 2 1994a; 141-149

49. Koval KJ, Zuckerman JD. Hip fractures II: Evaluation and treatment of intertrochanteric fractures. J Am Acad Orthop Surg 2 1994b; 150-156

50. Krämer KL, Maichl FP. Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie. Thieme, Stuttgart, New York. 1993

51. Krueger P, Oberniedermayr M, Betz A,Schweiberer L. Wandel und Fortschritte in der Behandlung der Frakturen des coxalen Femurendes. Orthopäde 1989; 18: 180-186

52. Leung K, So W, Shen W, Hui P. Gamma nails and dynamic hip screws for pertrochanteric fractures. J Bone Joint Surg [Br] 1992; 74: 345-351

53. Lucke C, Phillip J, Krause D. Operative Ergebnisse pertrochantärer Frakturen. Eine Studie über 15 Jahre. Unfallchirurg 1995; 98:272-277

54. Ludolph E, Hierholzer C. Der hüftgelenknahe Oberschenkelbruch des alten Menschen. Besonderheiten der Frakturbehandlung. Zentralbl Chir 1979; 104: 1565-1572

55. Ludwig F, Melzer C, Backofen D, Kölbel R. Kriterien zur radiologischen Beurteilung zementfreier Hüftendoprothesen am Beispiel des Spotorno-Schaftes. Unfallchirurg 1996; 99: 750-757

56. Lu-Yao GL, Keller RB, Littenberg B, Wennberg JE. Outcomes after displaced fractures of the femoral neck: A meta-analysis of one hundred and six published reports. J Bone Joint Surg Am 1994; 76 (1): 15-25

57. Lyddon DW. The prevention of complications wizh the gamma locking nail. Am J Orthop 1996; 25 (5): 357-363

58. Lyons AR. Clinical outcomes and treatment of hip fractures. Am J Med 1997; 103 (2A): 51S-63S; Diskussion 63S-64S

59. Mahomed N, Harrington I, Kellam J, Maistrelli G, Hearn T, Vroeman J. Biomechanical Analysis of the Gamma Nail and Sliding Hip Screw. Clin Orthop 1994; 304: 280-288

60. Melton LJ III, Chrischilles EA, Cooper C, et al. Perspective. How many women have osteoporosis? J Bone Miner Res 1992; 7 (9):1005-1010

61. Merle d´Aubigné R, Postel M. Functional results of arthroplasty with acrylic prothesis. J Bone Joint Surg 1954; 36-A: 451-475

62. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. Manual der Osteosynthese. AO-Technik. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. 1992

63. Nayak KN, Mulliken B, Rorabeck CH, Bourne RB, Woolfrey MR. Prevalence of heterotopic ossification in cemented versus noncemented total hip joint replacement in patients with osteoarthrosis: a randomized clinical trial. Can J Surg 1997; 40 (5): 368-374

64. Ohl MD, Whiteside LA, McCarthy DS, White SE. Torsional fixation of a modular femoral hip component. Clin Orthop 1993; 287: 135-141

65. Ohsawa S, Fukuda K, Matsshita S, Mori S, Norimatsu H, Ueno R. Middle term results of anatomic medullary locking total hip arthroplasty. Arch Orthop Trauma Surg 1998; 118: 14-20

66. Parker MJ, Pryor GA. The timing of surgery for proximal femoral fractures. J Bone Joint Surg 1992; 74-B: 203-205

67. Pauwels F. Der Schenkelhalsbruch, ein mechanisches Problem. Beilage Z Orthop Chir 63, Enke,Stuttgart. 1935

68. Pilliar RM, Lee JM, Maniatopoulos C. Observation on the effect of movement on bone ingrowth into porous-surfaced implants. Clin Orthop 1986; 208: 108-113
Profession Division, New York. 1998

69. Radford PJ, Needoff M, Webb JK. A prospective randomized comparison of the dynamic hip screw and the gamma locking nail. J Bone Joint Surg [Br] 1993; 75: 789-793

70. Rantanen J, Hannu TA. Intramedullary fixation of high subtrochanteric femoral fractures: a study comparing two implant designs, the gamma nail and the intramedullary hip screw. J Orthop Trauma 1998; 12: 249-252

71. Rosenblum SF, Zuckerman JD, Kummer FJ, Tam BS. A biomechanical evaluation of the gamma nail. J Bone Joint Surg 1992; 74-B:352-357

72. Schurch MA, Rizzoli R, Mermillod B, Vasey H, Michel JP, Bonjour JP. A prospective study on socioeconomic aspects of fracture of the proximal femur. J Bone Miner Res 1996; 11 (12):1935-1942

73. Schurman DJ, Bloch DA, Segal MR, Tanner CM. Conventional cemented total hip arthroplasty. Assessment of clinical factors associated with revision for mechanical failure. Clin Orthop 1989; 240: 173-180

74. Statistisches Bundesamt Deutschland, Bevölkerungsentwicklung Deutschlands bis zum Jahr 2050. Internethomepage: http://www.statistik-bund.de/allg/d/veroe/d_bevoe.htm, 2000

75. Strasser E, Gahr RH (ed). Deutsche Gamma-Nagel-Studie (Vorläufige Ergebnisse). Gahr RH, Leung K-S, Rosenwasser MP, Roth W (Hrsg.). Der Gamma-Nagel. Einhorn-Presse-Verlag, Reinbek. 1998

76. Stürmer KM, Dresing K. Pertrochantere Frakturen. Zentralbl Chir 1995; 120:862

77. Thorngren KG, Berglund-Roden M, Wingstrand H. The Swedish multicenter hip fracture study: Influence of age. Acta Orthop Scand1994; 65 [Suppl 260]: 31-35

78. Tolo ET, Bostrom MPG, Simic PM, Lyden JP, Cornell CM, Thorngren K-G. The short term outcome of elderly patients with hip fractures. International Orthopaedics (SICOT) 1999; 23 (5): 279-282

79. Wagner R, Blattert TR, Weckbach A. Problemlösung der extraartikulären, koxalen Femurfraktur durch das „Gleitschrauben-Nagel-Prinzip“.Ergebnisse zweier verschiedener Systeme (classic nail und gamma-Nagel). Unfallchirurg 1998; 101(12): 894-900

80. Whiteside LA, Arima J, White SE, Branam L, McCarthy DS. Fixation of the modular total hip femoral component in cementless total hip arthroplasty. Clin Orthop 1994; 298: 184-190

81. Willert HG, Puls P. Die Reaktion des Knochens auf Knochenzement bei der Allo-Arthroplastik der Hüfte. Arch Orthop Unfall Chir 1972; 72: 33-71

82. Wilson PD, Amstutz HC, Czerniecki A, Salvati EA, Mendes DG. Total hip replacement with fixation by acrylic cement. A preliminary study of 100 consecutive McKee-Farrar prosthetic replacements. J Bone Joint Surg 1972; 54-A: 207-236

83. Wissing H, Peterson T, Doht A. Risiko und Prognose hüftgelenknaher Frakturen. Ein Vergleich der Behandlungsergebnisse von Schenkelhals- und pertrochanteren Femurfrakturen. Unfallchirurgie 1996; 22 (2): 74-84

7 Danksagung

Ich möchte mich bei Herrn Prof. Dr. med. G. Lob für die Überlassung dieses Themas und bei Herrn Priv. Doz. Dr. med. H.J. Andreß für die gute Betreuung und große Geduld bei der Fertigstellung der Arbeit bedanken.
Desweiteren möchte ich meinem Mitdoktoranden Hans Forkl sehr herzlich für die gute Zusammenarbeit und für die Unterstützung bei Computerproblemen danken.
Ein Dank gilt auch Herrn Dr. med. R. Brüning und Herrn Prof. Dr. med. M. Reiser vom Institut für Radiologische Diagnostik und ihrem Team des „Röntgen B“ für die Hilfestellung bei Durchführung und Befundung der Röntgenaufnahmen.

MICHAEL GRUBWINKLER

Geboren am 6.7.1972 in Eggenfelden

SCHULAUSBILDUNG

Grundschulen Eching und Scheyern	1978 - 1982
Schyren-Gymnasium Pfaffenhofen a. d. Ilm	1982 - 1992

- Abschluß mit der Allgemeinen Hochschulreife

Nach der 11. Klasse Austauschschüler an der St. Joseph High School, Cleveland, Ohio, USA 1989 -1990

ZIVILDIENST

Annastift, Orthopädisches Rehazentrum der Medizinischen Hochschule Hannover	10/1992-12/1993

STUDIUM

Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München	5/1994-12/2000

- *Doktorarbeit* "Vergleich und klinische Ergebnisse von operativen Eingriffen zur Versorgung von Frakturen im Bereich des coxalen Femurendes" an der unfallchirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern, München

- *Abgelegte Prüfungen:*

- Ärztliche Vorprüfung	3/1996
- Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung	3/1997
- Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung	9/1999
- Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung	12/2000

- *Famulaturen:*

- Orthopädische Praxis Dres. Braun/Brusdeilins, Pfaffenhofen a. d. Ilm	9/1996
- Physikalische Medizin und Rehabilitation, Klinikum Großhadern, München	9/1997
- Viszerale Chirurgie und Transplantationsmedizin, Inselspital Bern, Schweiz	3/1998
- Innere Medizin, Ilmtalklinik, Pfaffenhofen a. d. Ilm	10/1998

- *Praktisches Jahr:*

Chirurgie:	- Plastic Surgery und ICU am Brigham and Women´s Hospital der Harvard Medical School, Boston, USA	9 - 11/1999
	- Unfallchirurgie am Klinikum Großhadern, München	11/1999-1/2000
Innere Medizin:	- Schwerpunkt Diabetologie, Klinikum Großhadern, München	1 - 3/2000
	- Schwerpunkt Kardiologie, Kreiskrankenhaus Traunstein	3 - 5/2000
Orthopädie: (Wahlfach)	- Klinikum Großhadern, München	5 - 8/2000

ARZT IM PRAKTIKUM

Unfallchirurgische Klinik, Leiter Prof. Duspiva, Klinikum Ingolstadt	2/2001-5/2002
Orthopädische Klinik, Leiter PD Dr. Hillmann, Klinikum Ingolstadt	6/2002-7/2002

ASSISTENZARZTTÄTIGKEIT

Orthopädische Klinik, Leiter PD Dr. Hillmann, Klinikum Ingolstadt	seit 8/2002