

Aus der Klinik für Orthopädie
der Medizinischen Fakultät Charité -
Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

„Hüftgelenkersatz
bei nierentransplantierten und chronisch–niereninsuffizienten Patienten mit einer
Femurkopfnekrose“

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité -
Universitätsmedizin Berlin

von

Herrn Markus Hühn
aus Berlin

Gutachter: 1. Herr Prof. Dr. med. C. Perka
2. Herr Prof. Dr. med. C. Götze
3. Herr Priv.-Doz. Dr. med. D. Wohlrab

Datum der Promotion: 01.06.2008

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	5
1.1 Historischer Überblick	5
1.2 Die Ätiologie der Femurkopfnekrose	6
1.2.1 Definition und Nomenklatur der Femurkopfnekrosen.....	6
1.2.2 Grunderkrankungen	7
1.2.3 Prädispositionsfaktoren.....	8
1.2.4 Hüftkopfnekroserate bei Nierentransplantierten	9
1.2.5 Erklärungsmodelle und pathophysiologisch-anatomische Aspekte.....	9
der idiopathischen Femurkopfnekrose	9
1.2.5.1 Pathogenetische Einteilung nach dem Ansatz am Gefäßsystem.....	10
1.3 Die Morphologie der Hüftkopfnekrose	12
1.4 Diagnostische Verfahren zur Darstellung der Hüftkopfnekrose	13
1.4.1 Stadieneinteilung.....	14
1.5 Die Therapie der Femurkopfnekrose.....	15
1.5.1 Konservative Therapie	15
1.5.2 Operative Therapie	16
1.6 Die osteologischen Begleiterscheinungen der Niereninsuffizienz	19
1.6.1 Die renale Osteopathie	19
1.6.2 Die Transplantationsosteopathie.....	22
1.7 Aufgabenstellung.....	23
2. Material und Methodik	25
2.1 Methodik der Datenerfassung	25
2.2 Patientendarstellung.....	26
2.2.1 Risikofaktoren und Nebendiagnosen	32
2.2.2 Hyperparathyreoidismus	33
2.2.3 Folgeerscheinungen der Dialysetherapie.....	33
2.3 Operationsmethode und perioperative Behandlung	33
2.4 Nachuntersuchung	36
2.5 Statistische Auswertung	40
3. Ergebnisse.....	41
3.1 Operationsergebnisse	41
3.1.1 Implantationsverfahren und verwendete Prothesenmodelle	41
3.1.2 Perioperative Komplikationen bei der endoprothetischen Versorgung.....	42

3.1.3	Ergebnisse der pathologisch-anatomischen Untersuchung	44
3.1.4	Ergebnisse der radiologischen Untersuchung.....	45
3.1.4.1	Pfannensitz und Prothesenverankerung	45
3.1.4.2	Paraartikuläre Ossifikationen	48
3.1.5	Subjektive Bewertung des Operationsergebnisses	51
3.1.6	Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung	51
3.1.6.1	Funktionelle Beinlängendifferenz und muskuläre Stabilität.....	51
3.1.6.2	Ergebnisse nach dem Score von Merle d´Aubigné und Postel	52
3.1.6.3	Ergebnisse nach dem Harris-Hip-Score.....	55
3.2	Grunderkrankung und Risikofaktoren.....	56
3.2.1	Beschwerdebeginn.....	56
3.2.2	Präoperative renale Osteopathie.....	59
3.2.3	Steroidtherapie.....	60
3.2.4	Stationäre Verweildauer	61
4.	Diskussion	62
4.1	Aspekte der betrachteten Patientengruppe	63
4.2	Implantationsverfahren und Komplikationen.....	65
4.3	Pathologisch–anatomische Untersuchung	70
4.4	Radiologische Untersuchung und Wechseloperation	71
4.5	Klinische Nachuntersuchung	76
4.6	Grunderkrankung und Risikofaktoren.....	80
4.7	Verstorbene Patienten.....	86
5.	Zusammenfassung	87
6.	Literaturverzeichnis	91

1. Einleitung

1.1 Historischer Überblick

Die ersten erfolgversprechenden Ansätze bei der Behandlung der Niereninsuffizienz und des Nierenversagens reichen bis in die erste Hälfte des letzten Jahrhunderts zurück. Schon in den zwanziger Jahren fanden erste Versuche der Peritonealdialyse von *Ganter* (1923) sowie *Hauser* und *Werder* (1927) statt. Als Therapiekonzept in der Behandlung der chronischen Niereninsuffizienz konnte das Verfahren aber erst durch *Boen* (1961) und *Tenckhoff* (1966) eingeführt werden. Mit der Entwicklung des Scribner-Shunts (1960) und der Brescia-Cimino-Fistel (1966) hatte dann die extrakorporale Hämodialyse zunehmend an Bedeutung gewonnen und blieb bis heute das meistverbreitete Verfahren [57]. In Berlin, im Klinikum Westend ist Mitte der sechziger Jahre die Dialysetherapie chronisch-niereninsuffizienter Patienten etabliert worden. Seit dem Durchbruch auf dem Gebiet der Nierenersatzverfahren in den sechziger Jahren, nahmen die konsekutiven Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates durch die Anwendung der Hämodialyse und der Nierentransplantation in Ausprägungsgrad und Inzidenz zu [57].

Schon 1902 erforschte *Ullmann* tierexperimentell die Nierentransplantation als Therapiemöglichkeit. *Ullmann* verpflanzte Hundenieren zunächst autogen, später allogenen und sogar xenogenen von der Ziege zum Hund. Spätere Versuche von *Carrel* 1912 sowie *Vorony* 1936 scheiterten aufgrund der Abstoßungsreaktion, die man angeborenen toxischen und immunologischen Faktoren zuschrieb [101].

Die erste erfolgreiche Nierentransplantation wurde 1954 von *Murray* durchgeführt. Er transplantierte die Niere eines eineiigen Zwillingbruders und umging somit die Abstoßungsreaktion. Seit 1958 versuchte er diese Abstoßung durch eine Ganzkörperbestrahlung zu unterdrücken. Nach dieser aufgrund der Folgeschwere verlassenen Methode konnte er erstmals 1962 Rejektionskrisen erfolgreich mit Azathioprin, Actinomycin und Kortison bekämpfen. Mit der Entwicklung verbesserter Immunsuppressiva war der Weg zur breiteren Anwendung geebnet [101, 115].

Die Transplantationschirurgie sowie die Hämodialyse haben eine neue Dimension in der Therapie der chronischen Niereninsuffizienz erreicht. Allerdings gehen diese Therapiemaßnahmen mit einer hohen Anzahl an Nebenwirkungen einher. Einige Auswirkungen des Grundleidens können weiter Bestand haben oder sich sogar verstärken, wie z. B. der Diabetes mellitus, der arterielle Hypertonus und die Hyperlipoproteinämie [112].

Aus orthopädischer Sicht stehen die aseptischen Osteonekrosen sowie die renale Osteopathie als Folgeerkrankungen der Niereninsuffizienz bzw. der immunsuppressiven Begleitmedikationen nach Transplantation an führender Stelle.

Eine weitere lang bekannte Begleiterscheinung ist das Auftreten der renalen Osteopathie, auch als Dialyse- bzw. Transplantationsosteopathie bezeichnet, die ebenfalls mit dem Anstieg der Fallzahlen entsprechend versorgter Patienten an Häufigkeit zugenommen hat [44, 112].

Weiterhin kommen den Begleiterscheinungen der immunsuppressiven Kombinationstherapie mit Glucocorticoiden und Zytostatika eine bedeutende Rolle zu. Schon 1949 sind von *Hensch und Mitarb.* die Osteoporose und die Spontanfrakturen bei Patienten mit rheumatischen Grunderkrankungen als unerwünschte Folgen einer Kortisonbehandlung beschrieben worden. 1957 wurde die Femurkopfnekrose erstmals als Folge einer Kortisontherapie von *Pietrogrande und Mastromarino* [130] dokumentiert. Die Femurkopfnekrose nach einer zweifachen Nierentransplantation ist 1964 von *Starzel* [156] festgehalten worden.

Aus dem häufigen Auftreten der aseptischen Knochennekrosen, insbesondere der Hüftkopfnekrose, die in der überwiegenden Zahl einer endoprothetischen Versorgung bedarf, resultiert die orthopädische Relevanz dieses Patientengutes.

1.2 Die Ätiologie der Femurkopfnekrose

1.2.1 Definition und Nomenklatur der Femurkopfnekrosen

Die Terminologie für dieses Krankheitsbild ist nicht einheitlich. Die Bezeichnungen "primäre", "spontane" oder "idiopathische" Hüftkopfnekrose stehen als Ausdruck dafür, dass sich ursächlich weder externe noch interne Faktoren eindeutig zuordnen lassen. Ebenfalls verbreitet sind die Beschreibungen "avaskuläre", "aseptische" oder

"ischämische" Femurkopfnekrose, die meist als übergeordnete Begriffe Verwendung finden.

Der Erkrankungsgipfel liegt zwischen dem 35. und 45. Lebensjahr mit Bevorzugung des männlichen Geschlechts im Verhältnis von 4:1 [153].

Die Ätiologie der Femurkopfnekrose ist letztendlich noch nicht vollständig geklärt. Es werden hauptsächlich die empirisch ermittelten Grunderkrankungen als endogene Ursachen angeführt. Dabei werden in der Literatur weitgehend übereinstimmend arterielle und vor allem venöse Durchblutungsstörungen oder Störungen im Blutgerinnungssystem in den Vordergrund gestellt. Die histologische und morphologische Antwort des vaskulär geschädigten Hüftkopfes ist im Resultat einheitlich und unabhängig von der auslösenden Noxe zu sehen [59, 86, 136].

Nach *Hipp* und *Glas* wird der Begriff "idiopathisch" für alle nichtposttraumatischen Hüftkopfnekrosen verwendet. Allerdings wird ein Teil der idiopathischen Femurkopfnekrosen abgegrenzt, bei denen direkte Zusammenhänge zu verschiedenen Erkrankungen zum größten Teil in den letzten drei Jahrzehnten gefunden wurden [51, 74].

1.2.2 Grunderkrankungen

Plate und *Bornstein* berichteten bereits 1911 über die bei Tauchern im Rahmen einer Dekompressionskrankheit (Dysbarismus) als Folge der Stickstoffembolie aufgetretene spontane Hüftkopfnekrose, die sie auch als Caisson-Nekrose bezeichneten. Aufgrund der wissenschaftlich erarbeiteten Auftauchschemata spielen diese heute nur noch eine untergeordnete Rolle.[10]

Schein und Mitarb. wiesen 1942 auf das gehäufte Auftreten der Hüftkopfnekrose beim Morbus Gaucher hin. Die Häufigkeit der Nekrose wird in der Literatur mit 40-75 % der von der Speicherkrankheit Betroffenen angegeben [53, 86].

Bei der chronischen Polyarthritiden fanden *Coste und Mitarb.* 1956, sowie *Streda* 1965 das kombinierte Auftreten der Femurkopfnekrose bei ihren Patienten [21, 159].

1958 beschrieben *Serre und Mitarb.* eine Häufung der Osteonekrosen unter den Patienten mit Arteriosklerose [86, 147].

Nach *Bozdech* zeigte sich bei hämolytischer Anämie, den akuten Leukämien sowie der Sichelzellanämie das Auftreten der Femurkopfnekrose bei bis zu 70 % der Erkrankten [11].

Dubois und *Cozen* fanden 1960 eine Häufung der Hüftkopfnekroserate beim Lupus erythematodes. Nach Angaben von *Abeles* und *Klippel* wurden in der Literatur Raten von 5 - 25 % beschrieben [1, 32, 88].

Gefäßerkrankungen (Endarteriitis, Panarteriitis nodosa u. a.) wurden 1962 von *Mankin* und *Brower* als weitere Ursachen der Hüftkopfnekrose erkannt [97].

Fries stellte 1966 die fast ausschließlich iatrogen bedingte Osteonekrose des Hüftkopfes nach Strahlentherapie (Osteoradionekrose) dar, die aber infolge besserer Bestrahlungstechniken an Bedeutung verlor [70, 86].

1967 fand *Romer* einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Glomerulonephritis und der Femurkopfnekrose [70, 86].

Schließlich beschrieb *Delling* 1984 bei Patienten mit dem Leriche-Syndrom (Aortenbifurkationsverschuß) ein gehäuftes Auftreten der Hüftkopfnekrose [70, 86].

1.2.3 Prädispositionsfaktoren

Im Rahmen der Untersuchung der multifaktoriellen Genese der Hüftkopfnekrose zeigten sich weitere ätiologische Faktoren, die bei einem hohen Prozentsatz der Erkrankten gefunden wurden.

Heimann beobachtete 1960 bei Patienten unter Kortikosteroidtherapie das vermehrte Auftreten der Femurkopfnekrose. Die Komplikation zeigte sich sowohl unter Langzeitmedikation als auch unter hochdosierter Einzelgabe [25, 60, 86].

Stoffwechselerkrankungen als mögliche Prädispositionsfaktoren wurden bei insgesamt 58 % der Patienten nachgewiesen (*Korn und Mitarb.* 1980). Die Hyperlipidämie trat bei 11,2 % der Untersuchten auf. Andere Untersucher fanden eine Fettstoffwechselstörung in deutlich größerem Ausmaß mit 22-68 % [43, 65, 89, 121, 178]. *Mèrle d'Aubigné* sowie *Serre* und *Simon* wiesen eine Adipositas in 20-61 % der Fälle nach [45, 100, 121, 148].

Weiterhin zeigten *Mankin* und *Brower* 1962, *Massias* und *Coste* 1975 sowie *Korn* 1980 bei Patienten mit Leberparenchymschädigung die Femurkopfnekrose mit Häufigkeiten von 7,5-30 % [89, 97].

Ein anamnestischer Alkoholabusus wurde bei 20-88 % der Hüftkopfpatienten beschrieben [43, 81, 121].

1971 stellte *Zinn* bei etwa 30 % seines entsprechenden Patientengutes mit Hilfe des oralen Glucosetoleranztests einen Diabetes mellitus fest [70].

Bei Patienten mit Hüftkopfnekrose zeigten die Arbeiten von *Frenkel* 1976 und *Puhl* 1978 eine arterielle Hypertonie in 18-33 % der Fälle [45, 121].

Puhl fand des weiteren einen Nikotinabusus bei bis zu 33 % der Patienten seiner Untersuchungsgruppen [121].

Auf eine Hyperurikämie bei 22-91 % der Patienten mit idiopathischer Femurkopfnekrose wiesen *Patterson* 1961, *Puhl* 1978 und *Glas* 1981 hin [81, 86, 174].

1.2.4 Hüftkopfnekroserate bei Nierentransplantierten

Elmstedt zeigte 1981 den Zusammenhang der Nierentransplantation und der Hüftkopfnekrose mit einer Nekroserate von 11 % [34]. Nach *Schreiber* und *Mitarb.* ist mit dieser Komplikation bei Nierentransplantierten bei 5-37% zu rechnen [142]. *Maria Brazil* und *Mitarb.* legten 1985 eine Femurkopfnekroserate von 11 % ihrer Untersuchungsgruppe dar [13]. *Rösel* kam 1990 bei seinem Patientengut, das sich aus chronisch Hämodialysepflichtigen und Nierentransplantierten zusammensetzte auf eine Nekroserate von 75 % [130]. 1995 fanden *Deo* und *Mitarb.* in ihrer Studie mit 1197 Nierentransplantierten einen Anteil von 2 %, die einer Totalarthroplastik des Hüftgelenkes bedurften [28].

1.2.5 Erklärungsmodelle und pathophysiologisch-anatomische Aspekte der idiopathischen Femurkopfnekrose

Es gibt mehrere pathophysiologische Modelle für die Hüftkopfnekrose. Die pathogenetischen Zusammenhänge sind aber größtenteils hypothetisch bzw. ungeklärt [130]. Weitgehende Übereinstimmung der einzelnen Autoren besteht jedoch in der Ansicht, dass lokale Durchblutungsstörungen für die Entstehung der Nekrose verantwortlich sind. Die Gefäßversorgung stellt dabei die gemeinsame pathogenetische Endstrecke dar. Ereignet sich ein Gefäßverschluss der hüftkopfernährenden Gefäße, die funktionelle Endarterien sind, reicht die Kapazität der peripheren Anastomosen nicht

aus, um den Durchblutungsausfall zu kompensieren. So gilt es als gesichert, dass die Nekrose des Hüftkopfes durch rezidivierende ischämische Schübe ausgelöst werden kann [40, 81, 83]. Bereits 1948 bezeichnete *Chandler* die Hüftkopfnekrose als "coronary disease" of the hip [15].



Abb.1.0 Gefäßmuster und Nekrosezone bei der Hüftkopfnekrose [168]

- 1 Superior retinacular vessels
- 2 Inferior retinacular vessels
- 3 Lateral epiphyseal vessels
- 4 Lateral epiphyseal vessels
- 5 Superior metaphyseal vessels
- 6 Inferior metaphyseal vessels
- 7 Intramedullary vessels from the neck

Uhlig und *Zippel* kamen 1988 zu dem Schluss, dass für die Entstehung und Ausdehnung der Hüftkopfnekrose nicht allein nutritiv-biologische Faktoren ursächlich seien. Die feingewebliche Untersuchung von 30 rezidierten Hüftköpfen zeigte, dass die Ausdehnung der Nekrose nicht mit dem peripheren arteriellen Gefäßmuster des Hüftkopfes übereinstimmte, sondern vielmehr der maximalen Stressverteilung entsprach. So schrieben sie den biomechanischen Einflussfaktoren in der Hauptbelastungszone eine ätiologische Schlüsselrolle zu [168].

1.2.5.1 Pathogenetische Einteilung nach dem Ansatz am Gefäßsystem

Hofmann und Mitarbeiter stellten 1994 den einzelnen Grunderkrankungen und Risikofaktoren der Hüftkopfnekrose die entsprechenden hämodynamischen Prinzipien gegenüber und beschrieben so vier verschiedene pathogenetische Typen (s. Tab.1).

Tab. 1 Pathogenetische Einteilung der Hüftkopfnekrose nach Hofman [75]

<u>Typus I (Störung der arteriellen Zufuhr):</u>
Fraktur, Hüftluxation, massive arterielle Embolie und Vaskulitis
<u>Typus II (Stauung im venösen Abfluss):</u>
massive Venenthrombose, Morbus Perthes (insuffiziente Drainage)
<u>Typus III (Verlegung der intraossären Kapillaren):</u>
Caisson-Krankheit (Stickstoffbläschen), Sichelzellenanämie (abnorme Erythrozyten), Fettembolie (Kortison, Alkohol), SLE-Vaskulitis
<u>Typus IV (intraossäre Gefäßkompression von außen):</u>
Morbus Gaucher (Glykocerebrosidablagerung), Fettgewebshypertrophie (Kortison, Alkohol), Fettstoffwechselstörungen, Hyperurikämie (Uratablagerungen)

Zusätzlich erbrachten Untersuchungen der anatomischen Gefäßversorgung des Hüftkopfes ein Netz zahlreicher, durch perforierende Kanäle in den Knochen eindringende, vom Periost und dem Kapselbandapparat miteinander anastomosierender Gefäße, die die gefährdete Knochenregion versorgen, so dass die Untersucher die Totalnekrose nicht auf eine ausschließliche Wirkung eines embolischen Verschlusses zurückführten [73, 74]. Darüber hinaus zeigten sich nicht nur in der gelenknahen Spongiosa der Epiphysenregion, sondern ebenfalls in den Metaphysen Sklerosezonen. In der Topographie der kleinsten arteriellen Gefäßverzweigungen des Femurkopf- und -halsbereichs stellte sich eine annähernd radiäre Verlaufsrichtung der Endstrombahn mit einem dichten Anastomosennetz dar. Die Hüftkopfnekrose stimmt nach *Hipp* morphologisch daher nicht mit dem Verlauf, bzw. dem Versorgungsgebiet der Endarterien überein [73]. *Reinhardt*, *Reichelt* und *Schmorl* sehen bei dem multifaktoriellen Geschehen eine wichtige mechanische Komponente in der regionalen Statik, d. h. in dem Verhältnis der Belastung des erkrankten Knochengebietes zur Stabilität der spongiösen Bauelemente des Femurkopfes [70].

Weiterhin wies *Lempberg* 1978 auf den Zusammenhang zwischen erhöhtem intraossären Druck und dem Auftreten von Schmerzen hin. Das Knochenmark mit seinen Kapillaren und Sinusoiden reagiert als geschlossenes Kompartiment sehr sensibel auf Druckveränderungen. Als ein entscheidender pathogenetischer Faktor für

die Entstehung der Femurkopfnekrose wurde von mehreren Autoren ein intraossärer Druck von über 30 mmHg gefunden. Nach der Normalisierung des intraossären Druckes durch Gelenkflächeneinbruch verliert er an pathogenetischer Bedeutung für den Fortgang der Nekrose [75, 93].

1.3 Die Morphologie der Hüftkopfnekrose

Die Frühveränderungen stellen sich makroskopisch durch frische epi- und metaphysäre Knocheninfarkte noch ohne Gelenkverformung dar. Die Synovialis zeigt sich verdickt und hyperämisch und wölbt sich teilweise pannusartig über den Gelenkknorpel [168].

Das Bild der Spätveränderungen hebt sich durch seine Vielfalt mit Chondro- und Osteolysen sowie der Entwicklung von Kallusbildung und sogenannten Geröllzysten hervor [167]. Zwischen faserigen, aufgerauten Gebieten kommen Schliifspuren und Gelenkflächeneinbrüche zum Vorschein, die letztendlich zur Entrundung des Hüftkopfes führen [168].

Histologisch erscheint in der zeitlichen Abfolge zunächst das ödematös veränderte Markraumgewebe. *Remagen* wies 1990 darauf hin, dass die Nekrose offenbar primär durch kleinherdige Kreislaufstörungen bedingt sei, die sekundär an Größe zunehmen und schließlich konfluieren [14, 98, 126].

Der Gelenkknorpel über dem Nekrosebereich bleibt aufgrund seiner bradytrophen Eigenschaften und wegen der Nährstoffversorgung durch die Synovia vorläufig vital. In der Folge von Ermüdungsbrüchen der nekrotischen, subchondralen Knochenbälkchen kommt es zur Ablösung der subchondralen Knochenlamelle einschließlich des Knorpelüberzuges von dem darunter liegenden Nekrosesegment. Zwischen der Nekrose und der Regenerationszone entsteht durch Fibrosierung eine Demarkationslinie. Die hinter der fibrösen Demarkationszone in der vitalen Spongiosa gelegene saumartige Sklerose verstärkt sich hingegen. Insgesamt wird jetzt eine Dreigliederung des erkrankten Knochenareals sichtbar mit einer Nekrose-, einer Demarkations- und einer Sklerosezone [149].

1.4 Diagnostische Verfahren zur Darstellung der Hüftkopfnekrose

Die konventionelle Röntgenuntersuchung steht an erster Stelle bei der bildgebenden Diagnostik der Hüftkopfnekrose, da sie nicht invasiv ist und ein kostengünstiges Verfahren darstellt [78, 113]. Gefordert werden eine Beckenübersichtsaufnahme in anterior-posteriorem Strahlengang, eine axiale Aufnahme sowie fakultativ eine Aufnahmeserie nach *Schneider* [139]. Nachteilig erweist sich, dass sichere Röntgenzeichen einer Hüftkopfnekrose erst in späteren Stadien auftreten und das Nativröntgen damit keine Methode zur Früherkennung darstellt [40, 74, 75, 121, 155, 161].

Von *Sugioka*, *Wagner* und *Stahl* wurde die subchondrale halbmondförmige Aufhellungszone (crescent sign) als Frühzeichen angeführt. Die bei fortgeschrittener Nekrose auftretende Strukturauflockerung bzw. -verdichtung, der Aufhellungssaum, das "Nekrosedreieck" und die Gelenkstufe sind im Röntgenbild problemlos darstellbar [155, 161].

Bei der 1970 von *Schneider* entwickelten Serienaufnahme zur Darstellung der Hüftkopfkontur kommen in *Schneider-I* Technik die ventralen und in *Schneider-II* Technik die dorsalen Hüftkopfteile zur Darstellung [72, 139].

Neben aufwendigeren Methoden von *Sugioka* [161] brachten *Kotz und Ramach* 1978 die heute verbreitete Kreissektorwinkelbestimmung zur Messung der Nekrosegröße ein. Der vom Kopfmittelpunkt ausgehende und die Nekrosezone einschließende Öffnungswinkel dient zur Bestimmung der Nekrosegröße. Die Winkel weisen meist Werte zwischen 90 bis 160 Grad auf [90, 161].

Anhand digitaler Darstellungstechniken sind v. a. die Frühbefunde des Markraum - und Knorpelödems, der verdichteten Nekrosezone und der reaktiven Demarkation gegenüber dem Röntgensummationsbild wesentlich besser darzustellen. Darüber hinaus lässt sich die Nekroseausdehnung dreidimensional erfassen und durch die scharf konturierte Randsklerose eindeutig abgrenzen [30, 58, 59, 69, 102].

Heute wird das MRT als Methode der Wahl zur Früherkennung der Femurkopfnekrose angesehen. Nach *Grimm und Mitarb.* liegt die Domäne des MRT's vor allem in der Abbildung initialer nekrotischer Veränderungen, also schon im Nachweis des beginnenden Absterbens von Osteozyten und des begleitenden Knochenmarködems [7, 18, 71, 102].

Vorteile für das CT ergeben sich bei der Darstellung kortikaler Läsionen. Der Übergang zum Stadium III nach *Ficat*, bzw. der Einbruch der subchondralen Grenzlamelle wird computertomographisch früher und sicherer erfasst als mit Röntgen oder MRT. In den Spätstadien der Femurkopfnekrose (Stadium IV nach *Ficat* und der postnekrotischen Sekundärarthrose) lässt sich das Ausmaß der zystischen Destruktion und Degeneration ebenfalls besser mittels CT darstellen.

Grimm und Mitarb. berichten im Vergleich der bildgebenden Verfahren von einer Sensitivität des MRT's unter Berücksichtigung aller Stadien von 96,2 %. Auch die von ihnen beobachtete Spezifität liegt mit 98,1 % an erster Stelle. Das CT folgt mit einer Sensitivität von 94,7% und einer Spezifität von 88,9 % [59, 69].

Als ergänzende diagnostische Verfahren der Femurkopfnekrose stehen die Knochenszintigraphie, die Angiographie und die intraossäre Druckmessung zur Verfügung. Aufgrund der geringen Spezifität hat seit der Einführung des MRT's die Szintigraphie jedoch deutlich an Stellenwert für die Früherkennung und die Verlaufskontrolle der Hüftkopfnekrose verloren [23, 46, 79, 102]. Die Kombination von intraossärer Druckmessung und Phlebographie zur Früherkennung der Hüftkopfnekrose findet gleichfalls keine routinemäßige Verwendung mehr [41, 78]. Ebenso ist die Indikation der Angiographie zurückgedrängt auf die Verlaufsbeobachtung nach Operationen mit gefäßgestieltem Beckenkammspan im Rahmen von Forschungsvorhaben [69, 72, 79, 147].

1.4.1 Stadieneinteilung

Bisher wurden verschiedene Stadieneinteilungen der Hüftkopfnekrose vorgeschlagen. Eine Einteilung in drei Stadien schlugen unter anderen *Serre und Mitarb.* schon 1959 sowie *Hipp* 1968 vor, die später von *Ficat* erweitert wurde [72, 147, 148].

1991 entwickelte das "ARCO - Committee on Terminology and Classification" neben der Definition des Begriffes der Osteonekrose ein einheitliches klinisches Klassifikationschema. Zusätzlich erfolgte eine stadienbezogene Zuordnung der jeweils diagnosesichernden Verfahren [49, 58, 75].

Die am weitesten verbreitete klinische und radiologische Einteilung in fünf Stadien wurde 1985 von *Ficat* und *Arlet* vorgeschlagen (s. Tab.2).

Tab. 2 Stadieneinteilung der Hüftkopfnekrose nach Ficat / Arlet [41]

Stadium	klinische und radiologische Befunde
0	keine Symptome (Hüftkopfnekrose der Gegenseite)
I	Leistenschmerz, geringe Bewegungseinschränkung der Abduktion und Innenrotation, Röntgenbild ohne pathologischen Befund
II	erste Röntgenveränderungen, Sklerosierung, Zystenbildung im Hüftkopf
III	Sequestrierung des Knorpels
IV	Zusammenbruch des Hüftkopfes

1.5 Die Therapie der Femurkopfnekrose

1.5.1 Konservative Therapie

Die internistische Therapie erstreckt sich auf die unterstützende Behandlung der ätiologisch angeschuldigten Risikofaktoren. Diese Maßnahmen bestehen aus einer fettarmen Diät, Gewichtsreduktion, Vermeidung von Alkohol- und Nikotinkonsum und der medikamentösen Behandlung eventueller Stoffwechselerkrankungen (*Serre und Simon, Puhl, Hungerford*) [78, 119, 147, 148].

Konservativ orthopädische Maßnahmen bestehen in einer Entlastung des geschädigten Hüftgelenkes durch Gehhilfen, Antiphlogistikabehandlung und physiotherapeutischen Behandlungen. Lange Zeit bestand dabei ein rein symptomatischer Ansatz [33, 104, 125, 141, 152, 157, 158, 169]. Hyperämisierenden Therapien wie Iontophorese, Diathermie, extrakorporale Stoßwellen- und pulsierende Magnetfeldtherapie liegen keine randomisierten klinischen Studien mit entsprechender Verlaufsbeobachtung zu Grunde [164]. Ein neuer Therapieansatz zur Beeinflussung der Revaskularisierung steht mit den Prostaglandinanaloga wie Ilomedin (Iloprost) zur Verfügung. Die Wirkung erstreckt sich über die Senkung der peripheren Vaso-resistenz, Desaggregation der Thrombozyten, Endothelprotektion, Wiederherstellung der vasomotorischen Regulation und Rückgang des Ödems [117]. Eine signifikante Wirksamkeit wurde sowohl für die Behandlung des Knochenmarködems als auch der idiopathischen Hüftkopfnekrose

nachgewiesen [31]. *Aigner und Mitarb.* untersuchten die Wirkung der Iloprosttherapie bei Hüftkopfnekrosepatienten und zeigten in dieser Gruppe magnetresonanztomographisch eine vollständige Remission im Vergleich zum Verfahren der Hüftkopftrepanation, das bei 14 von 20 Hüftgelenken wirksam und damit unterlegen war [2]. Ferner konnten *Lai und Mitarb.* die Progredienz der Erkrankung mit Alendronat teilweise aufhalten [91].

1.5.2 Operative Therapie

1.5.2.1 Gelenkerhaltende Verfahren

Als Verfahren stehen stadienabhängig die medulläre Dekompression, die subchondrale Spongiosaplastik und die Umstellungsosteotomie des proximalen Femurendes zur Verfügung.

Ficat und *Hungerford* beurteilten die medulläre Dekompression als Methode der Wahl für die idiopathische Hüftkopfnekrose der Stadien I und II nach *Ficat*. Das Ziel der Dekompression, die teilweise mit einer retrograden Bohrung, der autologen Spongiosaplastik oder der Gabe von Wachstumsfaktoren kombiniert wird, besteht in der Beseitigung des Markraumödems bei ansonsten intakter arterieller Versorgung oder reversibler Durchblutungsstörung [39, 48, 78, 95, 157]. Der durch die Dekompression entstandene knöcherne Defekt soll auch nach der Ausheilung seine Wirksamkeit beibehalten, da die venöse Drainage durch neu vaskularisierten Knochen wahrscheinlich aufrechterhalten wird [78].

Die subchondrale Spongiosaplastik wird mit retrograd eingebrachter und meist autogener Beckenkammpongiosa in den Stadien I und II nach *Ficat* durchgeführt. Der zuvor entfernte spongiöse Nekroseherd wird durch die intakte Spongiosa ersetzt und sorgt durch die Einheilung für eine verbesserte Vaskularisation. *Wagner* zufolge liegt die Grenze für die Indikation der freien Spongiosaplastik in der kritischen Größe des Nekroseherdes von 15-20 mm [169]. Den recht guten klinischen und funktionellen Ergebnissen stehen nach *Wagner und Zeiler* die schwierige Operationstechnik und eine aufwendige Nachbehandlung mit mehrwöchiger postoperativer Entlastung gegenüber [172].

Als weitere gelenkerhaltende Verfahren sind die Gefäßbündeltransplantation von *Hori und Mitarb.* [76] und die gestielte autogene Osteoplastik (Fibula-, bzw. Beckenkammspan) von verschiedenen Autoren beschrieben worden. Beide Methoden wurden hauptsächlich in den Stadien I und II nach *Ficat* angewendet, die trotz klinischer Besserung in der Mehrzahl eine radiologische Verschlechterung brachten [84, 116, 146, 154]. Vereinzelt wurde die Osteoplastik mit der femoralen Korrekturosteotomie erfolgversprechend kombiniert [47].

Die Umstellungsosteotomien finden nach wie vor Anwendung bei der Behandlung der Femurkopfnekrose junger Patienten in den Stadien II und III nach *Ficat*. Durch die Stellungskorrektur soll der nekrotische Herd des Femurkopfes aus der Hauptbelastungszone herausgedreht werden, wodurch der intakte Hüftkopfanteil in das Belastungszentrum gebracht und gleichzeitig die Druck- und Scherbelastungen des Nekrosebezirkes vermindert werden. Weiterhin bewirkt die Osteotomie eine Minderung des intraossären Druckes [20, 124, 134, 175]. Am häufigsten wird die transtrochantäre Flexionsosteotomie angewendet. Darüber hinaus sind die varisierende und die valgisierende Flexionsosteotomie sowie die transtrochantäre Rotationsosteotomie entwickelt worden, deren Ergebnisse jedoch keine besseren Resultate gegenüber der Flexionsosteotomie erbrachten (*Wagner und Mitarb., Eyb und Kotz*) [90, 138, 148, 161, 162, 169, 176]. Die Möglichkeiten der Osteotomie bei der Femurkopfnekrose werden insgesamt zurückhaltender beurteilt als noch in den 1980´er Jahren, da sich Pseudarthrosen bzw. verzögerte Osteotomieheilungen von bis zu 13 % ergaben (*Eyb und Kotz, Wagner und Mitarb., Gottschalk, Rössig*) [37, 56, 131, 170].

Die gelenkerhaltenden Verfahren haben sich teilweise als therapeutische Fehlschläge erwiesen. Verblieben zur Therapie der Frühstadien bzw. bei hauptsächlich geringer Nekroseausdehnung sind hauptsächlich die medulläre Dekompression bzw. die entlastende Femurosteotomie.

1.5.2.2 Gelenkersetzende Verfahren

Die Indikation für die Arthroplastik ist im Stadium IV oder bei sehr großen Nekrosen im Stadium III nach *Ficat* sowie bei Versagen anderer operativer Therapien gegeben und

stellt die Methode der Wahl dar [120]. *Heisel und Mitarb.* sowie *Dernbach und Groeneveld* empfahlen bei jüngeren Patienten zementfreie Implantate zu verwenden, um eine spätere Wechseloperation zu erleichtern [85, 134]. Bei älteren Patienten mit sekundärer Arthrose ist die Alloarthroplastik auch bei niedrigeren Stadien die Methode der Wahl. Die Vorteile der Methode liegen v. a. in der Entfernung der erkrankten Knochenanteile des Hüftkopfes und der Hüftgelenkpfanne und damit in der postoperativen Schmerzfreiheit [82]. Dies schlägt sich in den subjektiv und objektiv besseren Ergebnissen der verschiedenen Untersucher nach Endoprothesenimplantation im Vergleich mit den gelenkerhaltenden Verfahren nieder. Der Aufwand der postoperativen Nachbehandlung und die Rate postoperativer Komplikationen kann ebenfalls deutlich reduziert werden [12, 33, 122, 125, 134, 138, 161]. Der größte Nachteil der Prothesenversorgung liegt jedoch in der erhöhten Lockerungsrate. Als ursächlich werden hierbei ein Fortschreiten der Knochennekrose sowie die Störung des Knochenstoffwechsels diskutiert [121, 123, 177].

Als weiteres Verfahren, das heute in diesem Zusammenhang obsolet ist, steht die Arthrodesse des Hüftgelenkes zur Verfügung, deren Vorteil vor allem in der postoperativ erreichbaren Schmerzfreiheit liegt. Sie sollte nach *Roberts und Mitarb.* bei jungen Patienten in Betracht gezogen werden, deren Nekroseausdehnung ($> 115^\circ$ nach *Kotz*) gegen eine Osteotomie spricht und deren junges Lebensalter damals von einer Arthroplastik abraten ließ [127]. Die insgesamt rückläufige Bedeutung der Hüftarthrodesse ist laut *Jaster und Nitz* v. a. auf das häufig doppelseitige Auftreten der Erkrankung und die mittlerweile guten Erfahrungen bei endoprothetischer Gelenkversorgung junger Patienten zurückzuführen. Weiterhin können sich nach Arthrodesse Fehlbelastungen des kontralateralen Hüftgelenkes, der Wirbelsäule und insbesondere des ipsilateralen Kniegelenkes ergeben, die Sekundärschäden begünstigen [82, 169, 171].

1.6 Die osteologischen Begleiterscheinungen der Niereninsuffizienz

1.6.1 Die renale Osteopathie

Bei der überwiegenden Zahl der chronisch niereninsuffizienten Patienten entstehen Stoffwechselerkrankungen des Knochens. Schon bei gering ausgeprägter Nierenfunktionseinschränkung können histologische Veränderungen nachgewiesen werden. Erst bei fortgeschrittener Niereninsuffizienz unter Dialysetherapie kommt es nach *Schober* zur klinischen Manifestation der Erkrankung im Muskel- und Bewegungsapparat [140]. Als Folge der Dialysetherapie können nach *Schwarz* besonders in der Spätphase drei verschiedene Knochenerkrankungen entstehen, die nicht immer eindeutig voneinander zu unterscheiden sind: die renale Osteopathie, die aluminiuminduzierte Osteopathie und die β -2-Mikroglobulin verursachte Dialyseamyloidose [144, 145]. Dazu tritt nach erfolgter Nierentransplantation vor allem der Aspekt der aseptischen Osteonekrose.

Die renale Osteopathie subsumiert verschiedene Krankheitsformen, die je nach den betroffenen Nephronanteilen unterschiedlich gewichtet sind. *Schober* definiert die renale Osteopathie als polyätiologisch bedingte Erkrankung des Skelettsystems, die sowohl pathologisch-anatomische Veränderungen am Knochensystem als auch metabolische Störungen einschließt. In der Mehrzahl der Fälle manifestiert sich die Erkrankung nach langjähriger Dialysebehandlung in Form von Skelettdeformierungen, Frakturen, Sehnenrupturen, Knochenschmerzen, Myopathie, Pruritus und extraossären Verkalkungen [140]. Als pathophysiologische Ursache der Knochenerkrankung wird einerseits die durch einen defizitären Vitamin-D-Stoffwechsel ausgelöste Mineralisierungsstörung (Osteomalazie) gesehen. Andererseits wirkt ein durch chronische Stimulation des Parathormons ausgelöster sekundärer Hyperparathyreoidismus bei der Entstehung der Krankheit mit [24]. Die Aktivierung der Parathyreoidea ist dabei auf eine gestörte exokrine Funktion der Niere, d. h. erhöhte Phosphatretention und auf eine gestörte endokrine Funktion, v. a. der unzureichenden Synthese von Calcitriol, zurückzuführen. Untersuchungen nach *Ritz* (1996) haben gezeigt, dass durch die Niereninsuffizienz Störungen des Knochens und der Parathyreoidea induziert werden, die nur schwer oder gar nicht und auch nach Nierentransplantation nicht reversibel sind. Diese Störungen bestehen aus der

knotenförmigen Hyperplasie der Nebenschilddrüse und der Änderung der Trabekelarchitektur im Sinne von Trabekelperforation und dem Trabekelverlust. Zusätzlich kommt es zur veränderten Sensibilität der Kalziumrezeptoren und zu Störungen der 1,25-Dihydroxicholecalciferol-Rezeptoren der Parathyreoidea sowie einer Abnahme der PTH-Rezeptorendichte am Knochen. Aus dem Grund dieser "Teilresistenz" sollte ein leicht supranormaler PTH-Spiegel (2-3fach der Norm) angestrebt werden, da sonst ein verminderter Knochenumsatz (adynamie Osteopathie) droht [87].

Delling und *Schulz* verfassten anhand dieser Zusammenhänge eine Klassifizierung der renalen Osteopathie nach histologischen Kriterien (s. Tab. 3).

Tab. 3 Einteilung der renalen Osteopathie nach *Delling* und *Schulz* [22, 143]

Typ I	Osteitis fibrosa: Endostfibrose mit Vermehrung der Osteoklasten Ursache: sekundärer Hyperparathyreoidismus
Typ II	Osteomalazie: Osteoidose mit Vermehrung unverkalkten Knochens Ursache: Mineralisierungsstörung durch Vitamin-D-Mangel
Typ III	Kombination aus Typ I und Typ II, bei der sich sowohl ein erhöhter als auch ein erniedrigter Spongiosaumbau nachweisen lässt

Der Typ I tritt nach ihren Angaben bei ca. 5 % der Patienten auf, der Typ II bei 30-40 % und die Mischform, Typ III, wurde bei ca. 60 % der Patienten beobachtet [22, 143]. Zur weiteren Beurteilung des Knochenstoffwechsels ist der zelluläre Knochenumbau wichtig, der anhand der Umbauoberflächen beurteilt wird. Diese können als a) normal, b) gering erhöht und c) extrem erhöht eingeordnet werden. Ferner wird die Knochenmasse beurteilt. Mit einem (-) wird eine Verminderung der Knochenmasse im Sinne einer Osteopenie angegeben, mit einem (+) wird eine Vermehrung dieser Masse im Sinne einer Osteosklerose gekennzeichnet [27].

Horn und *Mitarb.* ordneten 1983 den einzelnen Erscheinungsbildern der renalen Osteopathie die entsprechende Lokalisation der Störung auf Nierenebene zu. Dabei führten sie als weitere Formen der renalen Osteopathie die Osteoporose und die Osteodystrophie an [77].

Des Weiteren ist bei den Patienten mit renaler Osteopathie zumeist der Knochenumsatz reduziert, so dass häufig eine begleitende Osteopenie nachzuweisen ist [77, 143]. Zur

Bestimmung des Ausprägungsgrades dienen laborchemische Parameter und vor allem radiologische Verfahren, wie die Mikroradiographie der Hände, bei der das Auftreten subperiostaler Resorptionszonen beurteilt wird [22].

Bei chronischen Dialysepatienten werden in 4-8 wöchentlichen Abständen die Plasmakonzentrationen von Kalzium, Phosphat und der Alkalischen Phosphatase bestimmt. Andere Parameter des Knochenstoffwechsels, wie Osteokalzin, Prokollagen und knochenspezifische alkalische Phosphatase haben keinen Vorteil für die Verlaufsbeobachtung ergeben. Vielmehr zeigte sich, dass eine zusätzliche, etwa halbjährliche Bestimmung der Parathormonaktivität (1,84-iPTH) ausreicht [22].

Nach *Jaeger* ist die Densitometrie, obwohl sie das Ausmaß der Demineralisation und deren Verlauf unter Therapie quantifizieren kann, beim Einzelpatienten kaum geeignet, wichtige Zusatzinformationen zur Steuerung der internistischen Therapie zu liefern. Sie sollte speziellen und wissenschaftlichen Aufgaben vorbehalten bleiben [87].

Die Knochenbiopsie erlaubt die Beurteilung der Folgen der renalen Osteopathie, die sich in einem qualitativen Umbau von lamellärem Knochen in Faserknochen zeigt. Die Umbauraten geben Auskunft über die Art der Störung, beispielsweise erhöhte Raten (high turnover) bei Osteitis fibrosa mit oder ohne Mineralisierungsstörung und erniedrigte Raten (low turnover) bei adynamer Osteopathie mit Aluminium-einlagerungen. Nach *Binswanger* ist aber eine quantitative Biopsiebewertung aufgrund von Variationen innerhalb der Biopsiezone erst im Vergleich bei Patientengruppen von mehr als 10 Probanden sinnvoll und daher im Einzelfall problematisch. In den letzten Jahren wurde sogar gänzlich auf dieses Verfahren verzichtet [87].

Die hauptsächlichsten therapeutischen Vorgehensweisen beschreiben u. a. *Engelmann und Mitarb.* sowie *Kiss* und *Brunner* mit der Senkung der parathyreoidalen Überfunktion durch die Behandlung der Hyperphosphatämie mittels Verabreichung oraler Phosphatbinder und mit den aktiven oral oder intravenös verabreichten Vitamin-D-Metaboliten (800-1000 IE/d). Im weiteren sehen sie die Notwendigkeit einer Senkung der Dialysat-Kalziumkonzentration [87, 143].

Bei ca. 5 % der urämischen Patienten stellt sich trotz diätetischer und medikamentöser Therapie aus bisher noch unklaren Gründen ein sekundärer Hyperparathyreoidismus ein. Der dadurch ausgelöste Knochenabbau und der Ersatz durch Faserknochen führen zu erheblichen Skelettveränderungen, die je jünger die Patienten sind, um so ausgeprägter in Erscheinung treten. Bei persistierendem Hyperparathyreoidismus kann

dann die Indikation zur Parathyreoidektomie bestehen, wenn zuvor andere Dialyseoosteopathien ausgeschlossen wurden [38, 144].

1.6.2 Die Transplantationsosteopathie

Nach der Nierentransplantation sind laut *Flury* [44] drei Faktoren für die Skeletterkrankungen von Bedeutung. Dabei handelt es sich um die in erster Linie steroidbedingten aseptischen Knochennekrosen, die Osteopenie und um den weiterbestehenden oder neu auftretenden Hyperparathyreoidismus. Die Hyperphosphatämie und der daraus resultierende Hyperparathyreoidismus nach Transplantation werden mit sehr unterschiedlichen Inzidenzen angegeben. Wie oben beschrieben normalisieren sich die Parameter und der Knochenstoffwechsel nur schwer oder gar nicht. Die Folgen des länger bestehenden Hyperparathyreoidismus werden anhand der Erosionen der Knochenkompakta und Verminderung der Spongiosa des Skelettes deutlich.

Inwieweit der sekundäre Hyperparathyreoidismus an der Entstehung aseptischer Osteonekrosen Anteil trägt, ist umstritten und wird sehr unterschiedlich beurteilt [16, 21, 44]. Bei Nierentransplantierten ist von einigen Autoren auf einen verminderten Mineralgehalt des Knochens hingewiesen worden. Dabei scheint zum einen ein langer Dialysezeitraum vor der Nierentransplantation und zum anderen die Verabreichung von Steroiden bei der immunsuppressiven Kombinationstherapie diese Entwicklung ungünstig zu beeinflussen [1, 25, 44, 61, 112, 162]. Die Osteopenie hat das gehäufte Auftreten von Frakturen zur Folge, wobei eine Beteiligung der Stressfrakturen bei der Entstehung aseptischer Osteonekrosen diskutiert wird [112].

Fink und Mitarb. untersuchten 1996 kernspintomographische Veränderungen des Femurschaftes bei Nierentransplantierten und fanden 3 und 12 Monate nach der Transplantation bei 9 von 43 Patienten positive NMR-Befunde bei unauffälligen Röntgenbefunden. Diese Veränderungen fanden sich signifikant gehäuft bei der renalen Osteopathie vom Typ Delling IIa, so dass der Zusammenhang zwischen der Osteoidose (im Rahmen der renalen Osteopathie) und den morphologischen Alterationen der Knochenstruktur nachgewiesen wurde [42].

1.7 Aufgabenstellung

Das wesentliche Ziel dieser Arbeit war anhand der in der Orthopädischen Klinik der Charité durchgeführten Hüftgelenkarthroplastiken eine Übersicht über die perioperativen Risiken, die postoperativen Resultate und die therapeutischen Konsequenzen bei chronisch Nierenerkrankten zu geben.

Hierzu sollte in einer fallkontrollierten unselektierten retrospektiven Studie aus den Patientendaten von 1985 bis Anfang 1997 zunächst das Patientengut ermittelt werden, das bei vorliegender renaler Grunderkrankung mit einem primären totalen Hüftgelenkersatz aufgrund der Hüftkopfnekrose versorgt wurde.

Im weiteren sollten die dargelegten ätiologischen Zusammenhänge der Hüftkopfnekrose, die renale Grunderkrankung und die konsekutiven Veränderungen des Knochenstoffwechsels im Hinblick auf die endoprothetische Versorgung dargestellt werden und folgende Fragestellungen beantwortet werden:

1. Welche Auswirkungen haben der Beschwerdezeitraum und die Dauer der Dialysetherapie vor Endoprothesenimplantation auf die funktionellen und röntgenologischen Ergebnisse?
2. Haben die Zeiträume nach Nierentransplantation und die Anzahl eventueller Rejektionskrisen einen Einfluss auf die funktionellen und röntgenologischen Ergebnisse?
4. Haben die Dauer der Steroidtherapie und eventuelle kurzfristig hochdosierte Steroidgaben Auswirkungen auf die postoperativen Ergebnisse?
5. Welche Risikofaktoren sind für die Entstehung der Hüftkopfnekrose in dem Patientengut vorhanden und inwieweit beeinflussen diese Faktoren die postoperativen Resultate?
6. Welche perioperativen Komplikationen zeigen sich im Vergleich der drei Untergruppen, und welche Unterschiede bestehen im Vergleich mit den Angaben anderer Autoren?

7. Zeigen sich Unterschiede im Auftreten von sicheren röntgenologischen Lockerungszeichen sowie radiologischen Veränderungen, wie Schaftsinterung und Pfannenwanderung in den drei Gruppen und im Vergleich mit den Angaben anderer Autoren?
8. Unterscheiden sich die Ergebnisse bei zementierten gegenüber den zementfreien Systemen, insbesondere im Hinblick auf die Nebendiagnose der renalen Osteopathie und im Vergleich der drei Gruppen?
9. Welche Aussagen lassen sich über den Therapieerfolg und die Prognose nach totalendoprothetischer Versorgung in den drei Gruppen ableiten?
10. Lassen sich unter Berücksichtigung der prä- und perioperativen Risiken und der postoperativen Verläufe im Vergleich zu den Ergebnissen der Literatur Aussagen über die Indikationsstellung zur Prothesenimplantation in den drei Gruppen herausarbeiten?

2. Material und Methodik

2.1 Methodik der Datenerfassung

Die Erfassung der Patientendaten erfolgte nach Durchsicht der Operationsbücher der Orthopädischen Klinik der Charité aus dem Untersuchungszeitraum von 1985 bis Anfang des Jahres 1997.

Das Einschlusskriterium dieser retrospektiven Untersuchung stellte die primäre endoprothetische Versorgung mit totalem Hüftgelenkersatz aufgrund der Femurkopfnekrose bei chronisch-niereninsuffizienten oder nierentransplantierten Patienten dar. Aus der Gruppe der Voroperierten wurden einzig Patienten nach Femurkopftrepanation, die aufgrund der Hüftkopfnekrose erfolgte, nicht ausgeschlossen.

Die anamnestischen Daten, der stationäre Verlauf sowie die Entlassungsbefunde konnten aus den Krankenunterlagen erhoben werden. Im Zentralarchiv waren die Krankenakten der Orthopädischen Klinik und des Zentrums für Innere Medizin der Jahre 1985 bis 1989 als Mikrofilm, der Jahre 1990 bis 1997 im Original einsehbar. Der Langzeitverlauf konnte durch die ambulante Wiedervorstellung in der Orthopädischen Poliklinik der Charité erfasst und anhand dort angelegter Akten bewertet werden.

Die Patienten wurden schriftlich zur Nachuntersuchung in die Orthopädische Poliklinik einbestellt, damit durch subjektive und objektive Bewertung und unter Minimierung der interindividuellen Messungenauigkeiten der mittel- bis langfristige Erfolg der Prothesenimplantation ermittelt werden konnte. Zur Erhebung der Untersuchungsbefunde und der anamnestischen Daten war dem Schreiben ein Fragebogen beigelegt, der bei der Ergebnisbewertung verwendet wurde. Die radiologische Auswertung erfolgte durch die Beurteilung von Hüftgelenkaufnahmen in 2 Ebenen, die im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung, bzw. im Verlauf der postoperativen Weiterbehandlung angefertigt wurden.

Der Krankheitsverlauf der verstorbenen Patienten wurde durch telefonische Rücksprache mit dem jeweils behandelnden Facharzt für Orthopädie und Zusendung eines Fragebogens rekonstruiert.

2.2 Patientendarstellung

In der Population der Orthopädischen Klinik der Charité der Jahre 1985 bis 1997 wurden 17 Patienten mit alloplastischem Gelenkersatz versorgt, die in die Nachuntersuchung eingeschlossen werden konnten. Bei insgesamt 24 implantierten Totalendoprothesen des Patientengutes wurden in 7 Fällen beide Hüftgelenke ersetzt, eine Trepanation wurde in 9 Fällen durchgeführt. Entsprechend der Ausprägung der Nierenerkrankung wurden die betrachteten Fälle in drei Gruppen unterteilt.

Gruppe 1 bestand aus 3 Patienten mit einer Niereninsuffizienz im Stadium der kompensierten Retention. Die Patienten wurden jeweils einfach endoprothetisch versorgt.

Gruppe 2 setzte sich aus 4 niereninsuffizienten Patienten im Stadium der dekompensierten Retention mit Bedarf der chronisch intermittierenden Hämodialyse (CIHD) zusammen. In dieser Gruppe wurden 7 Totalendoprothesen implantiert.

Der Gruppe 3 wurden 10 Patienten mit einfacher oder zweifacher Nierentransplantation und intermittierenden Dialyseepisoden zugeordnet. Insgesamt sind in dieser Gruppe 14 Hüftgelenke endoprothetisch primärversorgt worden.

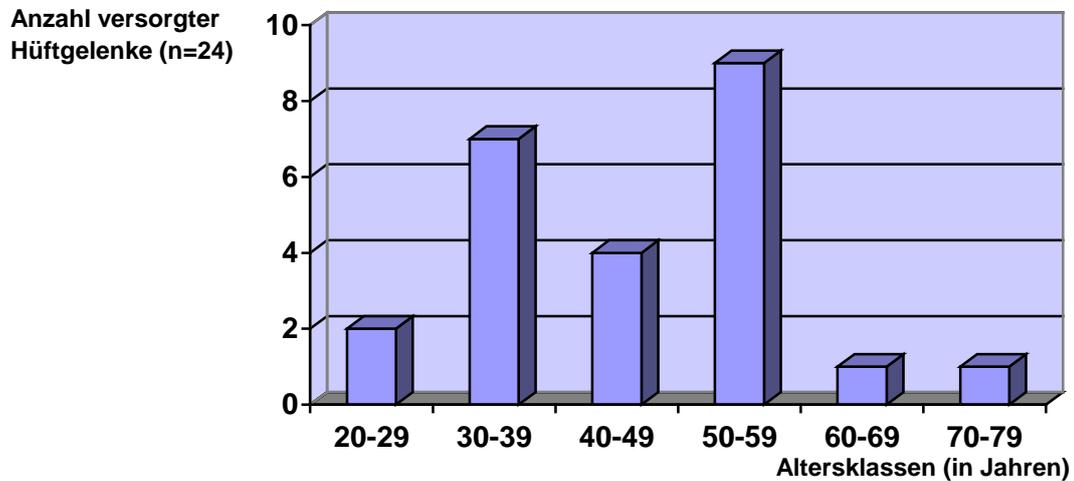
In dem Patientengut befanden sich 13 (54,2 %) versorgte Hüftgelenke männlicher und 11 (45,8 %) weiblicher Patienten. In den Gruppen 1 und 2 bestand ein deutliches Übergewicht der Fallzahlen behandelter Frauen (66,6 %, bzw. 100 %). Eine Präferenz des männlichen Geschlechts zeigte sich hingegen in der dritten Gruppe (76,5 %).

Tab. 2.1 *Geschlechtsverteilung der Patienten in den Gruppen und der Gesamtheit
(in Patientenzahl)*

	<i>weiblich</i>	<i>männlich</i>	<i>Verhältnis (w:m)</i>
Gruppe 1	2	1	2 : 1
Gruppe 2	4	0	4 : 0
Gruppe 3	2	8	1 : 4
Gesamtheit	8	9	1 : 1,125

In 7 Fällen (29 %) lag das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation zwischen dem 35. und 45. Lebensjahr (Häufigkeitsgipfel der Femurkopfnekrose). 21 % lagen unterhalb 50 % oberhalb dieses Gipfels.

Die Patienten der Gruppe 1 hatten einen niedrigeren Altersdurchschnitt als die Patienten der Gruppen 2 und 3 (Tab. 2.2).



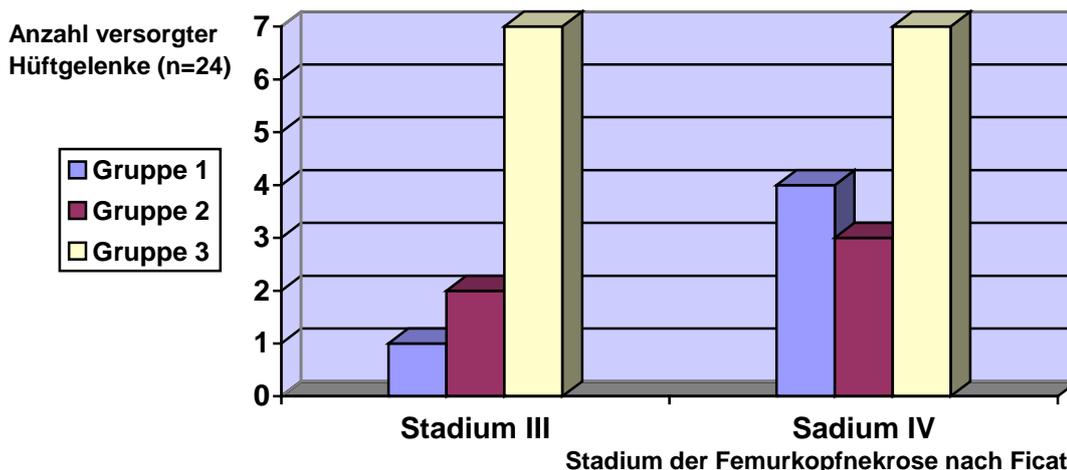
Diag. 2.1 Alter der Patienten zum Zeitpunkt der primären totalendoprothetischen Versorgung

Tab. 2.2 Altersanalyse zum Zeitpunkt der primären totalendoprothetischen Versorgung in den Gruppen und der Gesamtheit (in Jahren)

	x	m	s	v
Gruppe 1	39,4	33	20,5	418
Gruppe 2	46,2	44	8,3	70
Gruppe 3	48,7	51,5	10,1	102
Gesamtheit	46,2	45	12,5	156

(x = Mittelwert, m = Median, s = Standardabweichung, v = Varianz)

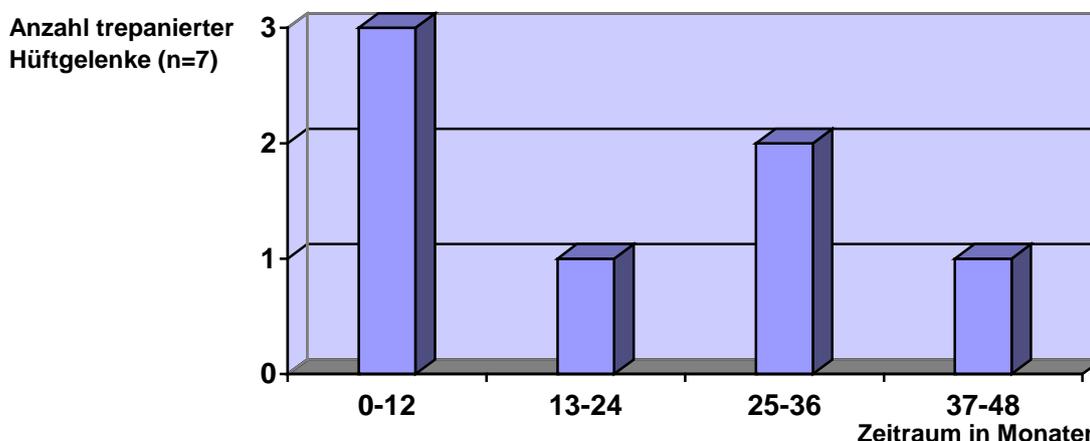
In der Untersuchungsgruppe wurde der alloplastische Gelenkersatz in 10 Fällen (41,7 %) im Femurkopfnekrosestadium III und in 14 Fällen (58,3 %) im Stadium IV nach *Ficat* durchgeführt [41].



Diag. 2.2 Gruppenanalyse des Femurkopfnekrosestadiums zum Zeitpunkt der primären totalendoprothetischen Versorgung

Die Femurkopfnekrose trat in 9 Fällen beidseitig auf (52,9 %), bei 8 Patienten einseitig (47,1 %). Daraus resultieren 26 Hüftgelenke in den Stadien I bis IV nach *Ficat*. In 24 dieser Fälle folgte im Verlauf eine Endoprothesenimplantation.

Im gesamten Patientengut wurden 9 Femurkopftrepanationen im Stadium I nach *Ficat* durchgeführt. Auf 2 dieser Trepanationen folgte bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kein weiterer operativer Eingriff, es handelte sich um die Gegenseiten endoprothetisch versorgter Hüftgelenke, die nicht im Ergebnisteil bewertet wurden. Bei den restlichen 7 Trepanationen wies der weitere Verlauf eine Progredienz der Nekrose auf, so dass die Indikation für den Hüftgelenkersatz gestellt werden musste.



Diag. 2.3 Zeitraum zwischen Trepanation und primärer endoprothetischer Versorgung

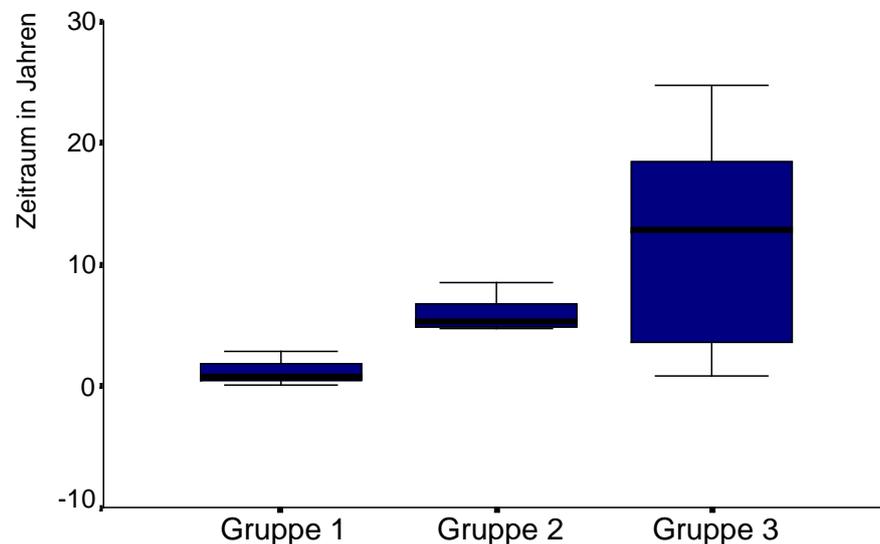
Für 3 Patienten der Gruppe 1 erfolgte die Analyse des Zeitraums zwischen Diagnosestellung der Niereninsuffizienz und prothetischem Gelenkersatz, für 14 Patienten der Gruppen 2 und 3 zwischen Niereninsuffizienz- bzw. Dialysebeginn und Implantation der Totalendoprothese.

Zwischen Beginn der Dialysetherapie und primärem Hüftgelenkersatz vergingen im Durchschnitt 9 Jahre und 1 Monat. Die Verläufe der Gruppe 3 lagen am weitesten gestreut mit Dialysezeiträumen von 11 Monaten bis 25 Jahren (Tab. 2.2, Diag. 2.4).

Tab. 2.3 *Darstellung des Zeitraums zwischen Beginn der Niereninsuffizienz bzw. chronischer Dialysetherapie und primärer endoprothetischer Versorgung (in Monaten)*

	\bar{x}	m	s	v
Gruppe 1	15,2	9,6	17,5	23,4
Gruppe 2	71,6	64,5	17,7	26,1
Gruppe 3	148	154,2	94,7	747
Gesamtheit	109,1	108,6	62,5	626,7

(\bar{x} = Mittelwert, m = Median, s = Standardabweichung, v = Varianz)



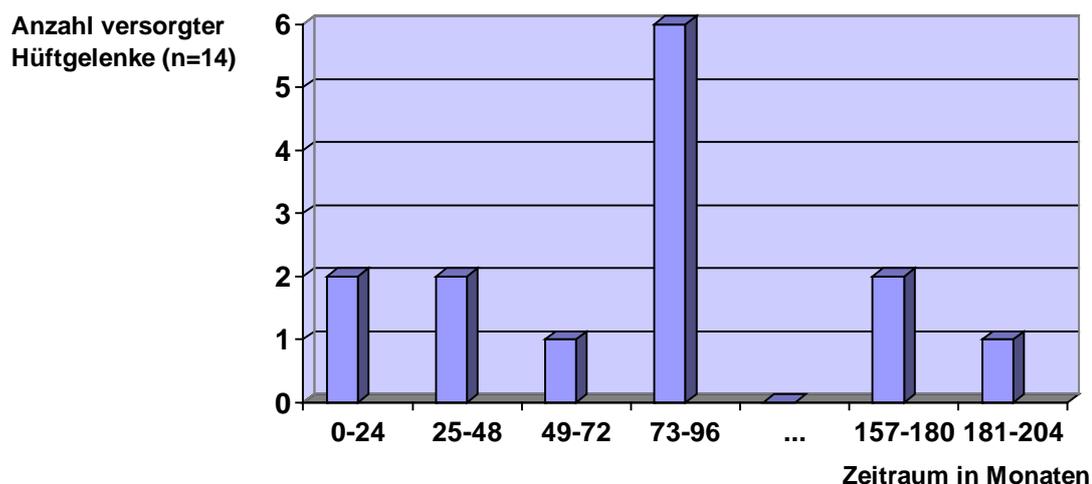
Diag. 2.4 *Darstellung des Zeitraums zwischen Beginn der Niereninsuffizienz bzw. chronischer Dialysetherapie und primärer endoprothetischer Versorgung*

Im H-Test nach Kruskal-Wallis für den Vergleich mehr als zwei unverbundener Stichproben ergibt sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den 3

Gruppen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p=0,0202$. Im Gruppenvergleich nach Mann-Whitney (U-Test) ergibt sich ein signifikanter Unterschied des Zeitintervalls für die Gruppen 1 und 2 mit $p=0,0201$ und die Gruppen 1 und 3 mit $p=0,0233$. Die Gruppe der nicht-dialysepflichtigen Niereninsuffizienten hat demnach einen signifikant kürzeren Zeitraum von Diagnosestellung der Niereninsuffizienz bis zur Totalendoprothesenimplantation im Vergleich zu den Gruppen 2 und 3.

Der Mittelwert der Dialysedauer vor Erhalt des Nierentransplantats der Gruppe 3 betrug 50 Monate (Variationsbreite: 11-180 Monate; Median: 92 Monate).

In dieser Gruppe ergab sich ein durchschnittlicher Zeitraum zwischen Nierentransplantation und Hüftgelenkersatz von 94 Monaten (Variationsbreite: 9-193 Monate; Median: 29 Monate). Für die beiden zweifach transplantierten Patienten ist der jeweils erste Nierenersatz berücksichtigt worden.



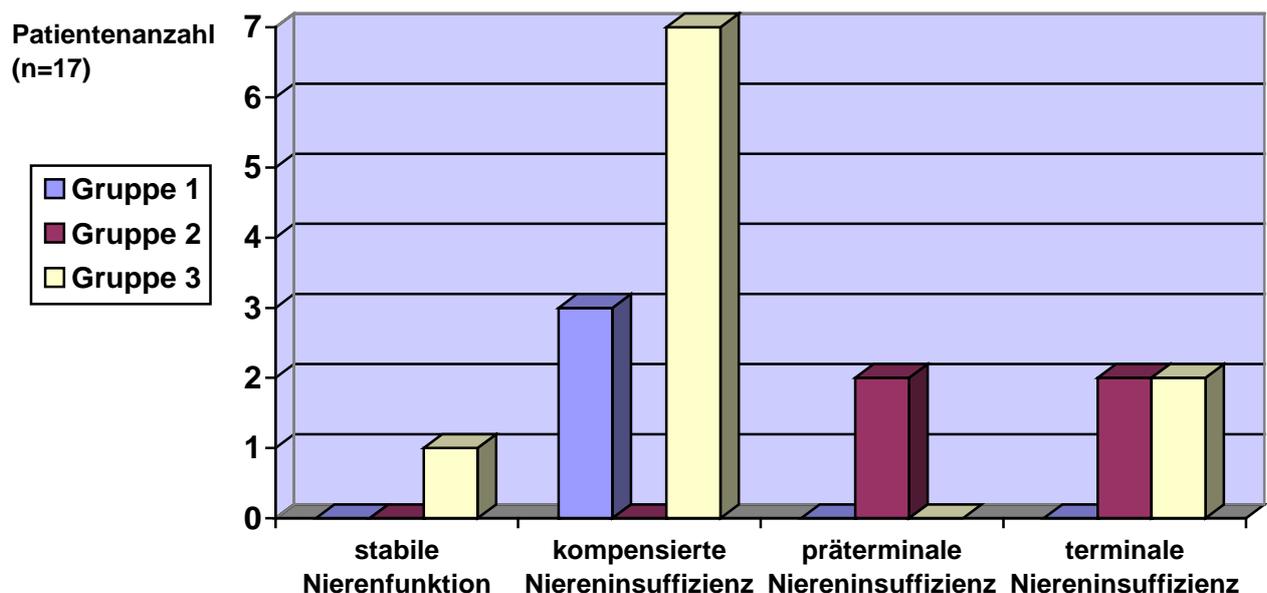
Diag. 2.5 Zeitraum zwischen Nierentransplantation und primärer endoprothetischer Versorgung

In den 2 Fällen zweifacher Nierentransplantation betrug das Zeitintervall zwischen den Transplantationen 36, bzw. 44 Monate. Bei einem dieser Patienten musste 20 Monate nach Zweittransplantation erneut eine Nephrektomie des Transplantates aufgrund einer Infektion durchgeführt werden, worauf wieder eine chronische Dialysepflicht für 31 Monate bis zu seinem Versterben bestand. Mehr als 30 % (3) der Nierentransplantierten befanden sich präoperativ im Stadium der chronischen Rejektion, die in 2 Fällen zur terminalen Niereninsuffizienz führte. 68 % der Transplantate verblieben ohne ein Zeichen der Transplantatabstoßung. Zwei Patienten

haben eine chronische Pyelonephritis nach Transplantation entwickelt, die ohne nachhaltigen Schaden für das Transplantat verlief.

Als eine Ursache der zur Hämodialysepflicht führenden Niereninsuffizienz ist die chronische Pyelonephritis mit 35 % am häufigsten festgestellt worden. 5 Patienten (29 %) wurden im Verlauf der chronischen Glomerulonephritis niereninsuffizient. An dritter Stelle in der Häufigkeitsverteilung wurde bei 2 Patienten (12 %) eine analgetika-induzierte Nephropathie diagnostiziert. Die diabetische Nephropathie führte bei lediglich einem Patienten (6 %) zur Einschränkung der Nierenfunktion. In drei Fällen wurde die Ätiologie in den internistischen Patientenakten als unklar beschrieben, in zwei dieser Fälle wurde ein Verdacht auf eine analgetikainduzierte Nephropathie bei bekanntem Schmerzmittelabusus geäußert.

6 Patienten der gesamten Untersuchungsgruppe wurden perioperativ hämodialysiert, da sie über keine ausreichende Nierenfunktion verfügten. Es bestand in 2 Fällen eine präterminale in 4 Fällen eine terminale Niereninsuffizienz. Aus der Gruppe der Transplantierten wurden 8 Patienten mit ausreichender Transplantatfunktion an 10 Hüftgelenken operiert, davon ein Patient nach zweifacher Nierentransplantation. Die 2 übrigen Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz erhielten jeweils einen beidseitigen Hüftgelenkersatz nach Transplantatversagen.



Diag. 2.6 Gruppenanalyse der perioperativen Nierenfunktion

2.2.1 Risikofaktoren und Nebendiagnosen

Bei der untersuchten Patientengruppe bestanden neben der Grunderkrankung der Niereninsuffizienz, als Einschlusskriterium, eine Vielzahl weiterer Risikofaktoren, die zur Entwicklung der Femurkopfnekrose und folgender Implantation einer Totalendoprothese führen können (s.Tab. 2.4). Insgesamt fanden sich kardiovaskuläre Erkrankungen am häufigsten unter den Risikofaktoren. Sie waren bei 71 % der Patienten anzutreffen. Darunter waren in 9 Fällen die arterielle Hypertonie, in 4 Fällen die Herzinsuffizienz und in einem Fall eine koronare Herzkrankheit vertreten. Bei jeweils 41 % der Untersuchten zeigten sich die renale Osteopathie sowie hepatische und gastrointestinale Erkrankungen.

Tab. 2.4 a Absolute Häufigkeiten der spezifischen Risikofaktoren und Grunderkrankungen im gesamten Patientengut

<i>Risikofaktoren und Grunderkrankungen</i>	<i>Auftreten in Patientenzahl</i>
Kardiovaskuläre Erkrankung	12
Renale Osteopathie	7
Hepatische und gastrointestinale Erkrankung	7
Sekundärer und tertiärer Hyperparathyreoidismus	3
Hyperurikämie	3
Diabetes mellitus	3
Sonstige Stoffwechselerkrankung	3
Neurologische Erkrankung	2
Autoimmunerkrankung	2
Morbus Bechterew	1

Tab. 2.4 b Anzahl der Begleiterkrankungen pro Patient in den Gruppen

	<i>Begleiterkrankungen / Patient</i>
Gruppe I	2,6
Gruppe II	2,25
Gruppe III	2,9

In der Gruppenbetrachtung fiel eine Häufung der Risikofaktoren bei den Nierentransplantierten auf, die hauptsächlich durch kardiovaskuläre Erkrankungen renale Osteopathie sowie hepatische und gastrointestinale Erkrankungen bedingt war.

Durchschnittlich wiesen die Untersuchten 2,7 additive Erkrankungen auf. Es ließen sich statistisch keine signifikanten Unterschiede bezüglich einer Häufung der Risikofaktoren weder in den Gruppen noch im Hinblick auf die Geschlechtsverteilung errechnen.

2.2.2 Hyperparathyreoidismus

Bei 3 Patienten wurde ein klinisch manifester Hyperparathyreoidismus im Rahmen der Diagnosestellung der Niereninsuffizienz festgestellt, zwei dieser Patienten hatten Nierentransplantate, die eine kompensierte bzw. terminale Niereninsuffizienz aufwiesen. Bei einer Patientin wurde eine Parathyreoidektomie mit Autotransplantation von Nebenschilddrüsengewebe in den Unterarm durchgeführt. Die histologische Untersuchung zeigte eine noduläre Hyperplasie der Nebenschilddrüse.

2.2.3 Folgeerscheinungen der Dialysetherapie

Bei zwei Patienten entwickelte sich unter chronischer Hämodialyse eine periphere Polyneuropathie.

In einem Fall wurde im Verlauf der Dialysetherapie eine chronisch persistierende Hepatitis B und in vier weiteren eine chronische Hepatitis C nachgewiesen.

2.3 Operationsmethode und perioperative Behandlung

Die Patienten wurden bei Implantation zementfreier Systeme über den transglutealen Zugang in Rückenlage operiert. Nach Längsspaltung der Faszie erfolgte der Zugang zum Gelenk. Die Gelenkkapsel wurde dann unter dem Schutz von Müller- und Hohmannhebeln türflügelartig reseziert. Nach der Einstellung des Schenkelhalses wurde er basal bei orthograder Beinstellung osteotomiert. Durch Außenrotation und Adduktion stellte sich der Gelenkkopf dar, der darauf mit dem Korkenzieher aus der Pfanne extrahiert wurde. Es folgten die Einstellung der Gelenkpfanne, die Kapselnachresektion und das Fräsen der Pfanne bis die gut durchblutete Spongiosa sichtbar war. Die innere Kortikalis wurde nicht durchbrochen. Nach Spülung mit Ringerlösung und fakultativem Auffüllen der Pfanne mit autologer Spongiosa wurde die künstliche Pfanne der erreichten Fräsengröße in 10° Anteversion und 45° Inklination bis

zum absolut festen Sitz eingeschraubt. Anschließend wurde das Inlay eingesetzt und evtl. Osteophyten entfernt.

Nach partieller Rotatorentenomie wurde das Bein maximal adduziert und in 90° Außenrotation gehalten. Es folgte die Eröffnung des proximalen femoralen Markraums mit dem Kastenmeißel, das Aufraspeln bis zur entsprechenden Größe, die Spülung mit Ringerlösung und das Einschlagen des Prothesenschaftes, ggf. mit autologer Spongiosaplastik des proximalen Markraums. Nach Bestimmung der Halslänge des einzusetzenden Kopfes wurde das Gelenk reponiert. Anschließend erfolgte die Prüfung der freien Gelenkbeweglichkeit, der Beinlängen und wurden ggf. die Adduktoren partiell tenotomiert. Abschließend wurde jeweils ein intraartikulärer und ein subkutaner Redondrain gelegt sowie ein schichtweiser Wundverschluss mit abschließender Intrakutannaht durchgeführt. Die Kontrolle der Materiallage erfolgte durch eine Röntgenaufnahme des Hüftgelenks in 1 Ebene. Postoperativ wurde die neurologische und motorische Funktion überprüft.

Die Implantation zementierter Prothesen erfolgte ebenfalls in Rückenlage über den transglutealen Zugang. Im Unterschied zur zementfreien Implantationstechnik wurde die Pfanne soweit ausgefräst, dass gerade die gut durchblutete Spongiosa sichtbar war, um möglichst viel Substanz im Pfannenbodenbereich zu erhalten. Nach dem Setzen von 2 proximalen Verankerungslöchern mit einem 6 mm starken Bohrer sowie Spülung mit Ringerlösung und Tamponade wurde die Polyethylen-Pfanne in 10° Anteversion und 45° Inklination mit Palacos einzementiert und der überschüssige Knochenzement entfernt. Nach dem Aufraspeln des femoralen Markraums, dem Probeeinschlag des Prothesenschaftes und der Luxationsprüfung mit dem Probekopf wurden der Markraumstopper und das temporäre Drain sowie das Palacos nach erneuter Spülung in den Femurmarkraum eingebracht. Beim Einführen des Schaftes wurde das Drain gezogen und nach Kompression bis zur Aushärtung die überstehenden Zementreste entfernt. Die übrige Vorgehensweise glich dem Verfahren bei zementfreiem Gelenkersatz.

Die Hüftkopftrepanation wurde in Rückenlage über einen lateralen Hautschnitt vom Trochanter major 5 cm nach distal ziehend durchgeführt. Nach Spaltung der Fascia lata und des M. vastus lateralis erfolgte das kurzstreckige Ablösen des Muskels vom Femur knapp unterhalb des Tuberculum innominatum. Unter Bildwandlerkontrolle in 2 Ebenen

wurde ein Kirschner-Draht auf dem Schenkelhals in Richtung des Nekroseherdes vorgeschoben. Nach dem Anmeißeln des Femurs wurde die Trefine parallel zur Kirschner-Drahtlage bis knapp unterhalb des Gelenkknorpels nach kranioventral vorgetrieben. Weiterhin unter Bildwandlerkontrolle wurde ein Knochenzylinder zur histologischen Untersuchung entnommen. Das Bohrloch wurde mit Gelaspon tamponiert und der Hohlraum teilweise mit autologer Spongiosa aufgefüllt. Abschließend erfolgte die Adaptation des M. vastus lateralis, das Einlegen der Redon-Drainage und der schichtweise Wundverschluss. Nach Anlage des sterilen Verbands wurde eine Kontrollaufnahme mit dem Bildwandler angefertigt.

Bei sämtlichen Patienten wurde die Operation in Rückenlage durchgeführt. Der modifizierte anterolaterale Zugang wurde bei 22 (91,7 %), der transgluteale Zugang modifiziert nach Watson-Jones bei 2 (8,3 %) Prothesenimplantationen gewählt.

In 20 Fällen (83,3 %) erfolgte der alloplastische Gelenkersatz in Intubationsnarkose. Die Spinalanaesthesie wurde in 4 Fällen (16,7 %) als Narkoseverfahren angewendet.

Im Rahmen der perioperativen Thromboseprophylaxe erhielten die Patienten in 6 Fällen (25 %) unfraktioniertes Heparin (3 x 5000 IE/d s.c.), das bis zur Einführung des niedermolekularen Heparins Verwendung fand. Ab 1990 erhielten die Patienten in 8 Fällen (33 %) Enoxaparin, bzw. in 10 Fällen (42 %) Fragmin (1x1 Amp./d s.c.). Postoperativ wurden der elastische Kompressionsverband bzw. Kompressionsstrümpfe angelegt, die für 6 Wochen ab Beginn der Mobilisierung getragen werden sollten.

Die perioperative Infektionsprophylaxe wurde zwischen 1985 und 1990 routinemäßig mit Ampicillin, bzw. Oxacillin durchgeführt (20,8 %). Bei einem Patienten mit Penicillinallergie (4,2 %) kam 1989 Lincomycin zur Anwendung. Seit 1991 erhielten sämtliche Patienten (75 %) Cefotiam zur antibiotischen Abschirmung. In einem Fall wurde eine Weiterführung der Antibiose für 10 Tage aufgrund der verlängerten Operationszeit festgelegt.

Die postoperative orale Indometacingabe (3 x 25 mg/d) zur Prophylaxe der paraartikulären Ossifikation wurde 1991 eingeführt, in Abhängigkeit der renalen Erkrankung aber lediglich in 2 Fällen durchgeführt.

Zur Förderung der postoperativen Blutbildung bei bekannter renaler Anämie wurden die Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz in 4 Fällen mit Erythropoietin (3 x 2000 IE/Woche) therapiert.

Standardisiert wurde am ersten postoperativen Tag mit der krankengymnastischen Behandlung zur Minimierung der Muskelatrophie und zur Senkung des Thromboserisikos begonnen. Unabhängig vom Implantationsverfahren erfolgte das Stehen am Bett und die Mobilisierung an 2 Unterarmgehstützen im Vierpunkt-Gang. Begleitende Maßnahmen waren isometrische Spannungsübungen, aktive und passive Bewegungsübungen der Hüftgelenke im Rahmen des Muskeltrainings sowie die Gangschule zur Stabilisierung des Gangbildes und die Atemtherapie. Ein abweichender Belastungsaufbau für das operierte Gelenk wurde in 2 Fällen (8,3 %) mit Teilbelastung für 6 , bzw. mit Entlastung für 12 postoperative Wochen festgelegt.

2.4 Nachuntersuchung

Im Jahr 1997 konnten in der Orthopädischen Poliklinik der Charité 14 (58,3 %) totalendoprothetisch versorgte Hüftgelenke sämtlicher überlebender Patienten in einem mittleren Beobachtungszeitraum von 29 Monaten klinisch nachuntersucht werden. Der Zeitraum zwischen Prothesenimplantation und Nachuntersuchung betrug im Minimum 9 Monate und im Maximum 114 Monate. Nicht erfasst im Rahmen der Nachuntersuchung wurden 7 Patienten, die inzwischen verstorben waren. Bei diesen Patienten wurde jedoch der postoperative Verlauf mittels Krankenakten der Poliklinischen Ambulanz der Charité und durch an die behandelnden Ärzte versandte Fragebögen erfasst. Eine Patientin hatte sich zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits einer Revisionsoperation unterzogen.

Bei der durchgeführten Nachuntersuchung wurden neben einer ausführlichen Anamneseerhebung, das Gangbild, die statische Funktion vor allem der Glutealmuskulatur, die Bewegungsausmaße der Hüftgelenke nach der Neutral-Null-Methode, die Intensität der Restbeschwerden und die funktionelle Beinlänge beurteilt.

Die Bewertung der erhobenen Befunde erfolgte mit Hilfe des Scores von *Mérle d'Aubigné und Postel* [99] und anhand des *Harris-Hip-Scores* [67]. Diese Schemata berücksichtigen sowohl subjektive als auch objektive Parameter.

Der Score von *Merle d'Aubigné und Postel* gewichtet in der Bewertung der Kriterien den Schmerz, die Bewegungsausmaße und die Gehfähigkeit zu jeweils einem Drittel. Der Anteil subjektiver Einschätzungen wird mit ca. 66 % angegeben, während objektive

Bewertungen zu ca. 34 % in das Ergebnis einfließen. Aufgrund der einmaligen Nachuntersuchung wurden bei der Auswertung 2 Kriterien bewertet. Die Beurteilung der Parameter Schmerz und Gehfähigkeit ermöglicht eine Ergebnissumme von 0-12 Punkten, wobei 11-12 Punkte als sehr gutes, 10 als gutes, 9 als befriedigendes, 8 als mäßiges und < 7 Punkte als schlechtes funktionelles Resultat gewertet werden.

Tab. 2.5 Score nach Merle d'Aubigné und Postel [99]

Kriterium	Bewertung	Punktanzahl
Schmerz	intensiv und andauernd	0
	heftig sogar nachts	1
	ausgeprägter Schmerz, heftig beim Laufen, verhindert Aktivität	2
	tolerierbar bei verminderter Aktivität	3
	milde beim Laufen; verschwindet bei Ruhe	4
	leicht und unbeständig; normale Aktivität	5
	kein Schmerz	6
Gehfähigkeit	nicht möglich	0
	nur mit Unterarmgehstützen möglich	1
	nur mit 2 Gehstöcken möglich	2
	mit 1 Gehstock weniger als 1 Stunde möglich, sehr schwierig ohne Stock	3
	lange Zeit mit 1 Gehstock möglich, kurze Zeit ohne Stock mit Hinken möglich	4
	ohne Stock, aber mit leichtem Hinken möglich	5
	normal	6
Bewegungs- ausmaße	Ankylose mit schlechter Hüftgelenkstellung	0
	keine Beweglichkeit; Schmerz oder leichte Deformität	1
	Flexion < 40°	2
	Flexion 40-60°	3
	Flexion 60-80°; der Patient kann seinen Fuß erreichen	4
	Flexion 80-90°; Abduktion von mindestens 15°	5
	Flexion > 90°; Abduktion bis 30°	6

Im *Harris-Hip-Score* werden die einzelnen Kriterien entsprechend der maximal erreichbaren Punktzahl gewichtet. Die Gesamtsumme kann maximal 100 Punkte betragen. In den Score fließen zu 91 % subjektive und zu 9 % objektive Bewertungen ein.

Tab. 2.6 Harris-Hip-Score [67]

I. Schmerz (max. 44 Punkte)		
A	kein Schmerz oder wird ignoriert	44
B	leicht, gelegentlich, keine Einschränkung der Aktivität	40
C	milder Schmerz, ohne Einfluss auf die durchschnittliche Aktivität, selten mäßiger Schmerz bei ungewöhnlicher Aktivität, evtl. NSAR-Medikation erforderlich	30
D	mäßiger Schmerz, tolerierbar aber mit Einschränkung der gewöhnlichen Aktivität oder Arbeit; evtl. potentere Schmerzmedikation als NSAR	20
E	heftiger Schmerz, starke Einschränkung der Aktivität	10
F	Vollinvalide oder Schmerzen im Bett, bettlägerig	0

II. Funktion (max. 47 Punkte)					
A Gang (max. 33 Punkte)			B Aktivität (max. 14 Punkte)		
1. Hinken	nicht vorhanden	11	1. Treppensteigen	ohne Geländerbenutzung	4
	leicht	8		mit Geländerbenutzung	2
	mäßig	5		noch irgendwie möglich	1
	stark	0		nicht möglich	0
2. Gehhilfe	keine	11	2. Schuhe- und Sockenanziehen	mit Leichtigkeit	4
	Stock für langes Gehen	7		mit Schwierigkeiten	2
	überwiegend Stock	5		nicht möglich	0
	1 Unterarmgehstütze	3	3. Sitzen	auf einem Stuhl ohne Armlehne möglich	5
	2 Stöcke	2		auf einem Stuhl ohne Armlehne für ½ Stunde möglich	3
2 Unterarmgehstützen oder gehunfähig	0	nicht möglich bequem zu sitzen		0	
3. Gehstrecke	unbegrenzt	11	4. Öffentliche Verkehrsmittel	Benutzung möglich	1
	1000 m	8			
	500 m	5		Benutzung nicht möglich	0
	nur in der Wohnung	2			
	Bett und Stuhl	0			

III. Fehlen von Deformität (max. 4 Punkte)		
A	< 30° Beugekontraktur	1
B	< 10° Adduktionskontraktur	1
C	< 10° fixierte Innenrotation in Extension	1
D	< 3,2 cm Beinlängendifferenz	1

IV. Bewegungsausmaße					
A Flexion	0-45°	x 1,0	C Außenrotation in Extension	0-15°	x 0,4
	45-90°	x 0,6		> 15°	x 0,0
	90-110°	x 0,3	D Innenrotation in Extension	jegliche	x 0,0
	> 110°	x 0,0			
B Abduktion	0-15°	x 0,8	E Adduktion	0-15°	x 0,2
	15-20°	x 0,3	F Extension	jegliche	x 0,0
	> 20°	x 0,0			
Zur Berechnung werden die Bewegungsausmaße mit den angegebenen Indizes multipliziert und zu einer Gesamtsumme addiert. Die Gesamtsumme wird mit 0,05 multipliziert und ergibt die maximale Punktzahl. Ein negatives Trendelenburgzeichen wird mit max. 5 Punkten bewertet.					

Die im Rahmen der Nachuntersuchung angefertigten Röntgenaufnahmen der endoprothetisch versorgten Hüftgelenke in 2 Ebenen wurden auf Saumbildungen an der Implantat-, bzw. Zement-Knochen-Grenze, Lageveränderungen der Schaft- und Pfannenkomponente, Resorptionszonen, ossäre Umbauprozesse und intramedulläre Sockelbildungen untersucht.

Zur Beurteilung der Prothesenlockerung kamen die Kriterien nach *Engelbrecht* und *Heinert* für zementfixierte und nach *Engh*, modifiziert nach *Hartwig*, *Wilms* und *Braunschweig* für zementfreie Implantate zur Anwendung [35, 36]. Die lokale Zuordnung des Lockerungsgeschehens erfolgte für den Pfannenbereich entsprechend der Einteilung nach *De Lee* und *Charnley* [26]. Zur Lokalisation der Lockerungszeichen im Schaftbereich wurde die Zoneneinteilung nach *Gruen* herangezogen [63]. Paraartikuläre Ossifikationen wurden mit Hilfe der Klassifikation nach *Arcq* beschrieben [5].

Bei 4 der insgesamt 15 radiologisch ausgewerteten Hüftgelenke war der zeitliche Abstand zwischen Prothesenimplantation und Röntgenkontrolle größer als 3 Jahre, fünfmal lag er im 2. postoperativen Jahr. In 6 Fällen wurden die Patienten nach

annähernd 1 Jahr geröntgt. Durchschnittlich betrug der Zeitraum 2 Jahre und 4 Monate. Der längste beobachtete Verlauf erstreckte sich über 9,4 Jahre.

Zum Zeitpunkt der Datenerfassung waren bereits 7 Patienten (41%) verstorben, so dass die 10 implantierten Totalendoprothesen (42%) lediglich in den prä- und postoperativen Analysen sowie der röntgenologischen Untersuchung berücksichtigt wurden. Im Durchschnitt verstarben die Patienten 57 Monate nach der alloplastischen Versorgung des Hüftgelenkes (Variationsbreite: 4–117 Monate; Median: 20 Monate). Kein Patient verstarb an den Folgen, bzw. während des stationären Aufenthaltes. Die Verstorbenen waren entweder niereninsuffizient (1), dialysepflichtig (1) oder nierentransplantiert (5).

Als Todesursache konnte in 2 Fällen akutes Nierenversagen, in 2 weiteren Fällen eine kardiovaskuläre Erkrankung festgestellt werden. Die 3 restlichen Patienten verstarben infolge einer Pneumonie, eines Magenkarzinoms und einer Staphylokokkensepsis. Das septische Geschehen der Patientin entwickelte sich aufgrund einer Infektion ihres für die Dialysetherapie benötigten arteriovenösen Shunts im Unterarm.

2.5 Statistische Auswertung

Für die statistische Berechnung wurde aufgrund der kleinen Fallzahlen der einzelnen Untergruppen der H-Test nach *Kruskal-Wallis* für den Vergleich von mehr als 2 unverbundenen Stichproben und der U-Test nach *Mann-Whitney* für den Vergleich von 2 unverbundenen Stichproben angewendet. Die über die signifikante Abhängigkeit zweier Merkmale entscheidende Irrtumswahrscheinlichkeit wurde mit „p“ bezeichnet. Zur Durchführung der Berechnung und zur Erstellung der Diagramme dienten das Statistikprogramm „SPSS für Windows“ sowie das „Office 97“.

3. Ergebnisse

3.1 Operationsergebnisse

3.1.1 Implantationsverfahren und verwendete Prothesenmodelle

Insgesamt wurden 7 verschiedene Prothesenschäfte implantiert, die Tabellen 3.1 a und b zeigen die Verteilung im einzelnen (n=24).

Tab. 3.1 a Anzahl und Modelle implantierter Prothesenschäfte (zementierte Systeme)

<i>Prothesenschaft</i>	<i>Prothesenanzahl</i>
Hermsdorf - Keramikverbund	6
Hermsdorf - Metallverbund	1
Link SP II Lubinus	1
gesamt	8

Tab. 3.1 b Anzahl und Modelle implantierter Prothesenschäfte (zementfreie Systeme)

<i>Prothesenschaft</i>	<i>Prothesenanzahl</i>
Zweymüller - Allopro	6
Zweymüller - Plus	4
Zweymüller - Plus - Metallgleitpaarung	2
Aesculap PM	3
Spotorno	1
gesamt	16

Der Anteil von den insgesamt 24 implantierten Endprothesen beträgt für die zementierten Prothesenschäfte 33,3 % und dementsprechend 67,7 % für die zementfrei implantierten Systeme. Die Aesculap PM-Prothesen stammen aus dem Zeitraum von 1986-1990.

Tab. 3.2 a Anzahl und Modelle implantierter Prothesenpfannen (zementierte Systeme)

<i>Prothesenpfanne</i>	<i>Pfannenanzahl</i>
Polyethylenpfanne	7
Metallverbund	1
gesamt	8

Tab. 3.2 b Anzahl und Modelle implantierter Prothesenpfannen (zementfreie Systeme)

<i>Prothesenpfanne</i>	<i>Pfannenanzahl</i>
Schraubpfanne mit Polyethyleninlay	14
Metallgleitpaarung	2
gesamt	16

Bei den verwendeten Systemen wurde bei zementiert verankertem Schaft auch die Pfanne zementiert und dementsprechend bei zementfreiem Schaft eine zementfreie Pfanne verwendet. Bei einer zementfreien Implantation einer Zweymüller-Allopro-Endoprothese wurde zur Unterstützung des unzureichenden, dorsokraniellen Pfannenrandes ein autogenes Femurkopfsegment im Sinne einer *Harris*-Plastik im Bereich des Pfannendaches angelagert.

Den 7 Patienten mit der Nebendiagnose der renalen Osteopathie wurden 6 zementierte Systeme und 5 zementfreie Systeme implantiert.

3.1.2 Perioperative Komplikationen bei der endoprothetischen Versorgung

In 11 Fällen (45,8 %) traten spezifisch orthopädische Komplikationen auf (Tab. 3.3). Die in einem Fall (4,2 %) aufgetretene Femurschaftfissur blieb für die postoperative Mobilisierung ohne Konsequenz. Bei einer Patientin verschlechterte sich eine vorbestehende partielle Femoralisparese (p.o. Janda II).

Spätkomplikationen traten in 4 Fällen (16,7 %) auf. Die einmalig luxierten Endoprothesen konnten in drei Fällen (12,5 %) geschlossen reponiert werden. Die aseptische Lockerung einer (4,2 %) Zweymüllerschraubpfanne mit progredienter Protrusion führte nach einer Standzeit von 5,2 Jahren zur Durchführung der Wechseloperation auf einen Burch-Schneider-Ring mit zementierter Polyethylenpfanne.

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von spezifisch orthopädischen Frühkomplikationen und dem Verankerungsprinzip sowie der Anzahl präoperativer Risikofaktoren wurde nicht gefunden.

Tab. 3.3 spezifisch orthopädische Komplikationen (n=24)

Komplikationen	Fallanzahl (Gruppen und Anteil am Patientengut)				
	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	gesamt	Anteil in (%)
<i>Intraoperative Komplikationen</i>					
Femurschaftfissur	1	0	0	1	4,2
<i>Frühkomplikationen (< 3 Monate postop.)</i>					
Femoralisparese	0	0	1	1	4,2
Peroneusparese	1	1	0	2	8,3
lokale Hypaesthesie	0	1	0	1	4,2
Wundheilungsstörung	0	1	1	2	8,3
<i>Spätkomplikationen (> 3 Monate postop.)</i>					
Prothesenluxation	0	2	1	3	12,5
Pfannenlockerung	1	0	0	1	4,2

In 3 Fällen (12,5 %) ergaben sich intraoperative Allgemeinkomplikationen. Bei zwei Patienten (8,3 %) trat ein massiver Blutdruckabfall auf, der jedoch intraoperativ korrigiert werden konnte. Zu einer großflächigen Epidermisablösung im Gesicht eines Patienten (4,2 %) kam es intraoperativ nach Ablösung des den Tubus fixierenden Pflasters. Die Erosionen der Epidermis heilten bis zur Entlassung nahezu vollständig ab.

Insgesamt bedurften drei Patienten (12,5 %) einer intensivmedizinischen Betreuung von 1-4 Tagen. In einem Fall trat eine postoperative komatöse Bewusstseinsstörung aufgrund einer Hypoglykämie bei bekanntem Diabetes mellitus auf. Im weiteren stationären Verlauf ließ sich der Blutzuckerspiegel therapeutisch wieder normalisieren. Die restlichen zwei Patienten (8,3 %) konnten postoperativ unter intensivmedizinischen Bedingungen und Akutdialyse, in einem Fall nach akutem anurischen Nierenversagen (4,2 %) wieder stabilisiert werden. Eine deutliche Erhöhung der Retentionsparameter (Kreatinin > 600 mg %) trat bei insgesamt 6 Patienten (25 %) aus allen 3 Gruppen auf (Tab. 3.7). Drei dieser Patienten (12,5 %) bedurften einer außerplanmäßigen Hämodialysetherapie.

In einem Fall (4,2 %) stellte sich ein postoperativer Verwirrheitszustand unter dem Verdacht auf eine Entzugssymptomatik bei bekanntem Alkoholabusus ein, der sich nach Distraneuringabe zurückbildete.

Postoperative Allgemeinkomplikationen waren in 11 Fällen (45,8 %) zu beobachten.

6 Patienten (25%) wiesen nur eine Komplikation auf. Bei 3 Patienten (12,5 %) waren 2 Komplikationen zu verzeichnen, während 2 Patienten (8,3 %) 3 bzw. 4 Komplikationen im postoperativen Verlauf zeigten.

Die drei Gruppen wiesen keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens der postoperativen Früh- sowie Spät komplikationen auf, ebenfalls ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zu den präoperativen Risikofaktoren herstellen.

Postoperativ traten keine tiefen Beinvenenthrombosen, Lungenembolien und tiefe Infektionen in den versorgten Hüftgelenken auf.

Tab. 3.4 Allgemeinkomplikationen (n=24)

Komplikationen	Fallanzahl (Gruppen und Anteil am Patientengut)				
	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	gesamt	Anteil in %
<i>Intraoperative Komplikationen</i>					
Störung der Kreislaufregulation	1	0	1	2	8,3
großflächige Epidermisablösung	0	0	1	1	4,2
<i>Frühkomplikationen (< 3 Monate postop.)</i>					
Erhöhung der Retentionswerte	3	1	2	6	25
Hypoglykämie	0	1	0	1	4,2
Durchgangssyndrom	0	1	0	1	4,2
Alkoholentzugsdelir	0	0	1	1	4,2
AV-Shunt-Thrombose	0	1	0	1	4,2
Lupus erythematodes Exazerbation	1	0	0	1	4,2
Herpes Zoster Manifestation	0	0	1	1	4,2

3.1.3 Ergebnisse der pathologisch-anatomischen Untersuchung

Die Befunde der bei den Operationen resezierten Femurköpfe lagen in 12 von 24 Fällen vor.

Die makroskopischen Befunde zeigten, dass alle Resektate makroskopisch sichtbar verändert waren. 12 mal waren Knorpeldefekte und teilweise Knorpelabhebungen

erkennbar. In 10 Fällen wurden zusätzlich direkte Knochendefekte mit massivem Gelenkflächeneinbruch gesehen. Bei einem Hüftkopf wurde weiterhin eine schwere Arthrose beschrieben.

Durch die mikroskopischen Befunde wurde in allen Fällen die Diagnose der Hüftkopfnekrose gesichert. Es fanden sich histologisch klein- bis großflächige Ausdehnungen der Nekrosezonen mit tiefen Destruktionen der Knorpeloberfläche, teilweise deutlich rarefizierter Spongiosa, Markraumfibrose und komplett devitalem Knochen mit Fettmarkanteilen. In 2 Fällen wurden fortgeschrittene Veränderungen der Knochenstruktur im Sinne einer ausgeprägten Osteopathie beschrieben.

3.1.4 Ergebnisse der radiologischen Untersuchung

3.1.4.1 Pfannensitz und Prothesenverankerung

Ein Saum von unter 1 mm Breite wurde in 3 Fällen (20%) zwischen künstlicher Pfanne, bzw. Pfannenzement und Knochen gesehen. Dabei handelte es sich zweimal um zementfixierte Pfannen und einmal um eine zementfreie Implantation. Bei diesen 3 Pfannen zeigte der Saum (radiolucent line) eine durchgehende Ausdehnung in den Zonen I - III nach de *Lee* und *Charnley* [26]. Die Saumbreite betrug in allen Fällen maximal 1 mm Breite und zeigte keine Progredienz.

Bei einer Patientin ergab sich nach fünfjährigem Verlauf eine Protrusio acetabuli mit einer Kranialisierung von 14 mm und einer Medialisierung von 8,5 mm, wobei die Pfanne die innere Beckenwand durchbrach.

Dieser Befund stellte die Indikation zur in dem Patientengut einzigen erforderlichen Wechseloperation dar.

Zwei weitere Pfannen zeigten eine Kranialisierung von 1 mm und 6 Pfannen eine Medialisierung von 1 mm. Unter den leicht medialisierten Pfannen befanden sich 2 zementfreie und 4 zementierte Pfannenkomponenten. Nach *W. Dihlmann* gelten diese radiologischen Veränderungen nicht als Lockerungszeichen [29].

Insgesamt ließen 7 Pfannen (47%) eine geringfügige Wanderung oder Saumbildung und eine Pfanne (7%) eine massive Protrusion erkennen.

Die restlichen 8 Pfannen, die keine Anzeichen der Pfannenwanderung und Saumbildung aufwiesen, waren sämtlich zementfrei implantiert. Tabelle 3.13 zeigt eine Zusammenfassung der Pfannenveränderungen.

Tab. 3.5a Radiologische Veränderungen des Pfannensitzes (n=15)

radiologische Veränderung	zementierte Systeme	zementfreie Systeme	Gesamtheit
Saumbildung < 1mm	2	0	2
Saumbildung 1-2 mm	0	1	1
Kranialisierung 1 mm	1	1	2
Kranialisierung 14 mm	0	1	1
Medialisierung 1 mm	4	2	6
Medialisierung 8,5 mm	0	1	1

In 3 Fällen konnte ein Saum zwischen Prothesenschaft und Knochen gesehen werden. Drei Prothesen wurden zementfrei implantiert. Bei einem zementfreien und distal verankerten Schaft betrug die Saumbreite über 2 mm in der Zone 7 und 1-2 mm in der Zone 1 nach *Gruen* [63]. Aufgrund der distalen Fixierung dieser zementfrei implantierten Zweymüllerprothese konnte dieser Schaft nicht als gelockert betrachtet werden, zumal die Zonen 7 und 1 nicht dem Integrationsbereich entsprechen und die Zonen 3, 4, 5 und 6 keine Saumbildung erkennen ließen. Klinisch bestanden bei der Patientin keinerlei Beschwerden. Die erreichten Scorewerte der Nachuntersuchung waren sehr gut.

Bei den 2 weiteren Prothesenschäften lag die Saumbreite bei 1 bis 2 mm. Hierbei handelte es sich im ersten Fall um einen Zweymüllerschaft. Die betroffenen Areale wiesen Lysesäume von 1-2 mm Breite in den proximalen Zonen 1, 2 und der Zone 6 nach *Gruen* auf, womit die distale Fixation gegeben schien. Im Verlauf zeigte sich kein Fortschreiten der Saumbildung. Somit waren auch bei diesem Prothesenschaft die Lockerungskriterien nach *Engh* [35, 118] nicht erfüllt. Im zweiten Fall waren in den postoperativen Röntgenaufnahmen eines proximal verankerten Aesculap-PM-Schaftes Lysesäume von 1-2 mm Breite in den *Gruen*'schen Zonen 1, 2, 5, 6 und 7 ersichtlich. Aufgrund einer im Verlauf auffälligen, gering progredienten Saumbildung und deren Lokalisation, die u. a. den Integrationsbereich der Prothese betraf, waren nach *Engh*

[35] die röntgenologischen Lockerungskriterien erfüllt. In der Nachuntersuchung erwiesen sich beide zuvor beschriebenen endoprothetisch versorgten Hüftgelenke als asymptomatisch. Es konnten in beiden Fällen sehr gute funktionelle Resultate erzielt werden.

Schaftsinterungen ergaben sich im Verlauf bei 5 Patienten. Die nach *Dihlmann* ermittelten Werte zeigten bei der Patientin mit protrusionierter Pfanne die deutlichste Sinterung mit 6 mm [29]. Der radiologisch als gelockert einzustufende zementfrei implantierte Schaft erwies sich jedoch bei der Wechseloperation der Pfanne als fest und wurde belassen.

Insgesamt boten 6 Prothesenschäfte (40%) eine geringfügige Schaftsinterung oder Saumbildung. In 2 Fällen (13,3% der Untersuchten) bestanden klare Lockerungszeichen mit einer relevanten Saumbildung, bzw. einer relevanten Schaftsinterung, die jedoch nur in einem Fall eine klinische Entsprechung fanden.

Tab. 3.5b Radiologische Veränderung der Schaftverankerung (n=15)

<i>radiologische Veränderung</i>	<i>zementierte Systeme</i>	<i>zementfreie Systeme</i>	<i>Gesamtheit</i>
Saumbildung 1-2 mm	0	2	2
Saumbildung > 2 mm	0	1	1
Schaftsinterung 1-2 mm	1	3	4
Schaftsinterung 6 mm	0	1	1

Die Befunde eindeutiger röntgenologischer Lockerungen ergeben für die nicht-chronisch Dialysepflichtigen nach einer Standzeit von 5,2 Jahren eine Lockerungsrate von 33 % (Schaftsinterung und Pfannenmigration) und für die Dialysepflichtigen nach einer Standzeit von 9,4 Jahren von 20 % (Schaftlockerung). Die Nierentransplantierten zeigten keine Lockerungszeichen.

Die entsprechende Rate aseptischer Lockerungen liegt für die zementfrei implantierten Prothesen bei 18,2 %. Die zementfixierten Systeme boten keine eindeutigen Lockerungen. Das Auftreten leichter radiologischer Veränderungen ohne Erfüllung der Lockerungskriterien, im Sinne von Implantatwanderung unterhalb von 4 mm (Schaftsinterung bzw. Pfannenmigration) sowie Saumbildung bis 2 mm, war in 46,6 % der Fälle zu beobachten. Die Befunde der Patienten mit renaler Osteopathie zeigten eine Implantatwanderung bei 100 % und eine Saumbildung bei 66,7 % dieser

Gruppierung, die Fälle mit ausbleibender Saumbildung waren zementfreie Systeme. Die zementierten Prothesen (4 Fälle) waren im Gegensatz zu den zementlosen (3 Fälle) mehrdimensional betroffen. Bei den Patienten ohne festgestellte renale Osteopathie wurde in jeweils 25 % der Fälle eine Implantatwanderung bzw. eine Saumbildung festgestellt.

Tab. 3.6 Radiologische Lockerungsraten in den Gruppen

	Patientenanzahl I (Prothesen)	Lockerungs- rate	Wechsel- operationsrate	Prothesenstand- zeit in Jahren
nicht-chronisch Dialysepflichtige	03 (03)	33 %	33 %	5,2
chronisch intermittierend Dialysepflichtige	03 (05)	20 %	0 %	9,4
Nierentransplantierte	05 (07)	0 %	0 %	2,5

3.1.4.2 Paraartikuläre Ossifikationen

Das Auftreten paraartikulärer Ossifikationen war in 7 Fällen (46,7 %) zu ermitteln. Anhand der Einteilung nach Arcq [5] waren folgende Ausdehnungsgrade feststellbar:

Tab. 3.7 Heterotope Ossifikationen nach Arcq in Anzahl versorgter Hüftgelenke (n=15)

Ossifikationsgrad	Patientenanzahl
Grad 1	4 (26,7 %)
Grad 2	3 (20,0 %)
Grad 3	0

(Anteil am Patientengut in %)

Die untersuchten Gelenke zeigten in 4 Fällen isolierte kalkdichte Schatten an der Trochanter-major-Spitze oder am äußersten Rand der Pfanne ohne Verbindung zwischen Trochanter und Pfanne. Bei 3 Hüftgelenken zeigte sich die Ausprägung des Grades 2 mit zunehmenden Kalkschatten, die nur einen Teil der Prothese betrafen und zwischen Trochanter major und Pfanne oder als zirkuläre Verknöcherung der Pfanne

auftraten. Einschränkungen der Beweglichkeit fielen bei den Nachuntersuchten aufgrund der paraartikulären Ossifikationen nicht auf.



Abb.2.0 Röntgenkontrolle nach zementfreier TEP-Versorgung (Modell Zweymüller)



Abb.2.1 Pfannenprotrusion 5,1 Jahre nach zementfreier TEP-Versorgung

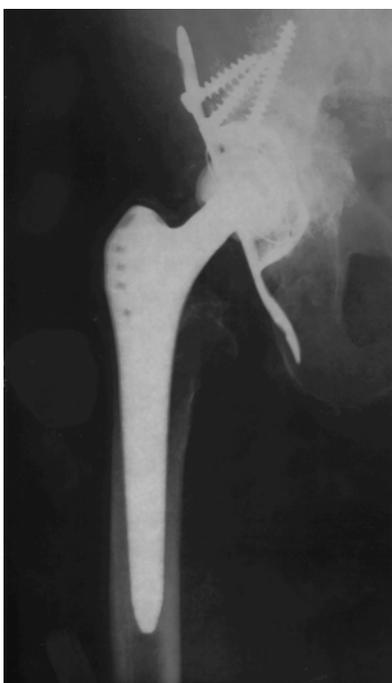


Abb.2.2 Operativer Pfannenwechsel 5,2 Jahre nach Primärimplantation (Burch-Schneider-Ring)



Abb.3.0 Resorptionssaum in Zonen 1, 6 und 7 (n. Gruen) 9,3 Jahre nach zementfreier TEP-Versorgung (Modell Aesculap PM)



Abb.4.0 Saumbildung < 1 mm im Pfannenbereich 1,5 Jahre nach zementierter TEP-Versorgung (Modell Hermsdorf)



Abb.5.0 keine Lockerungszeichen 1,2 Jahre nach zementierter TEP-Versorgung (Modell Link Lubinus SP II)

3.1.5 Subjektive Bewertung des Operationsergebnisses

Aus der Gesamtheit der Befragten beurteilten 92,9 % den operativen Eingriff primär als zufriedenstellend. Im weiteren Verlauf verschlechterte sich jedoch die subjektive Einschätzung bei 14,3 %.

Tab. 3.8 Subjektive Bewertung des Operationsergebnisses zum Zeitpunkt der Befragung (n=14)

Subjektive Bewertung	Anzahl der Fälle	Anteil am Patientengut
zufrieden	11	78,6 %
nicht mehr zufrieden	2	14,3 %
noch nie zufrieden	1	7,1 %
Gesamtheit	14	100 %

3.1.6 Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung

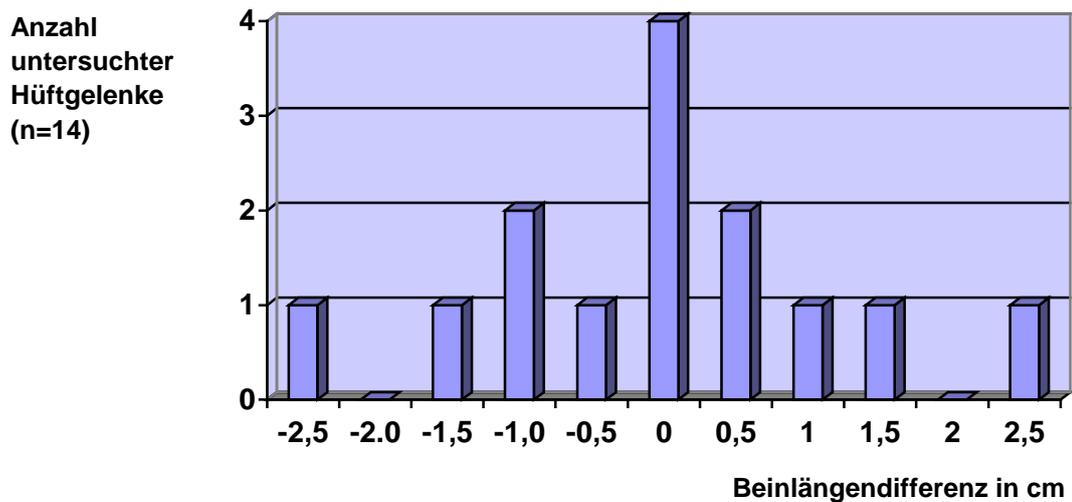
3.1.6.1 Funktionelle Beinlängendifferenz und muskuläre Stabilität

Das Trendelenburg-Zeichen war präoperativ in 4 Fällen (28,6 %) positiv. Im Rahmen der Nachuntersuchung war eine Verbesserung der muskulären Stabilität bei 2 Patienten zu beobachten (14,3 %). Bei der anderen Hälfte blieb die pelvirochantäre Insuffizienz bestehen. Postoperativ war in diesen Fällen eine weiterhin bestehende negative Beinlängendifferenz von 1 bzw. 2,5 Zentimetern festzustellen. Ein Ausgleich der funktionellen Beinlängendifferenz musste in 7 Fällen (50 %) vorgenommen werden (Beinlängendifferenz > 0,5 cm).

Tab. 3.9 Trendelenburg-Zeichen präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (n=14)

Trendelenburg-Zeichen	präoperativ	postoperativ
negativ	9 (64,3 %)	11 (78,6 %)
positiv	4 (28,6 %)	2 (14,3 %)
nicht prüfbar	1 (7,1 %)	1 (7,1 %)

(Anzahl der Patienten und Anteil am Patientengut in %)



Diag. 3.1 Funktionelle Beinlängendifferenz zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
(Angabe für das operierte Gelenk)

3.1.6.2 Ergebnisse nach dem Score von Merle d'Aubigné und Postel

3.1.6.2.1 Postoperative Schmerzbeurteilung

Die Nachuntersuchten gaben in 5 Fällen (35,7 %) völlige Schmerzfreiheit zum Zeitpunkt der Untersuchung an. In einem Fall (7,1 %) wurden die Schmerzen als geringfügig und als eine normale Aktivität zulassend eingestuft. Weitere 5 mal (35,7 %) wurden milde Schmerzen beim Laufen und Schmerzfreiheit in Ruhe angegeben. Die Schmerzen in den restlichen 3 Hüftgelenken (21,4 %) wurden als tolerabel bei limitierter Aktivität angesehen. Durchschnittlich erhielten die Patienten 4,6 Punkte.

Im Vergleich der Gruppen untereinander ergaben sich keine signifikanten Unterschiede ($p=0,2591$) in der Ausprägung postoperativer Schmerzen.

Auch der Vergleich der Patienten mit bzw. ohne Auftreten der renalen Osteopathie ließ keine signifikanten Unterschiede ($p=0,8059$) erkennen.

3.1.6.2.2 Postoperative Gangbeurteilung

In 9 Fällen (64,3 %) wurde die Gehfähigkeit als normal eingestuft. 3 mal (21,4 %) gaben die Patienten ihre Gehfähigkeit mit einem Gehstock mit einer maximalen Dauer von unter einer Stunde an, bzw. beurteilten das Gehen ohne Gehstock als sehr schwierig. Jeweils 1 Patient (7,1 %) konnte nur mit Gehstock, bzw. ausschließlich mit Deutschen Gehstützen gehen. Durchschnittlich erreichten die Patienten bei der postoperativen Gangbeurteilung 4,7 Punkte. In den Gruppenvergleichen schnitten die Dialysepflichtigen signifikant am schlechtesten ab ($p=0,0157$; $p=0,0292$).

3.1.6.2.3 Postoperative Beweglichkeitsbeurteilung

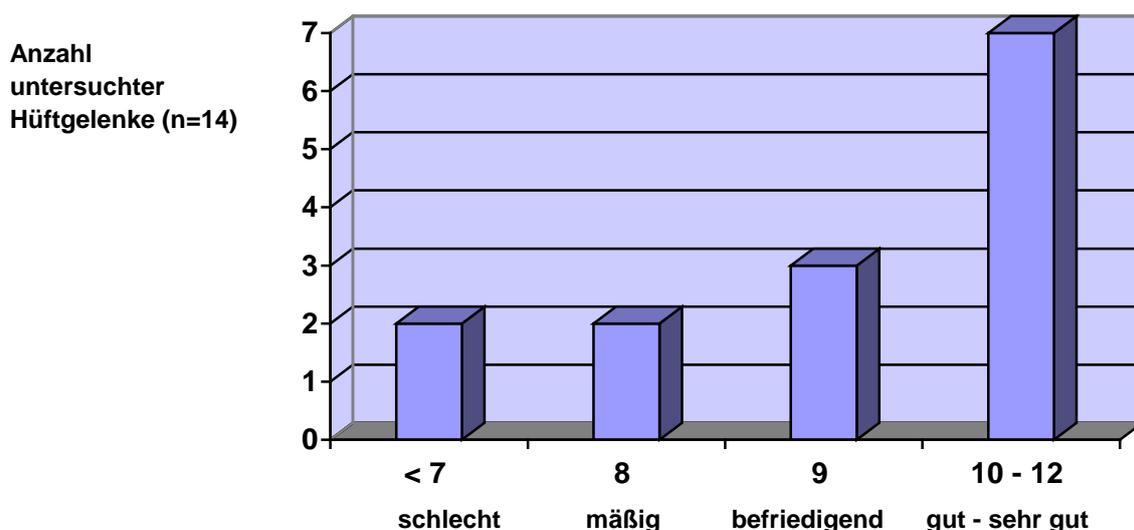
Sechs Patienten (42,9 %) wiesen die größtmögliche Beweglichkeit mit einer Flexion von mehr als 90° und einer Abduktion bis 30° auf. In 5 Fällen (35,7 %) lag die maximale Flexion zwischen 80° und 90° mit einer Abduktion von mindestens 15° . Die restlichen 3 untersuchten Hüftgelenke (21,4 %) boten eine maximale Flexion von 60° - 80° , wobei der Patient noch seinen Fuß mit der Hand erreichen können musste. In der Beweglichkeitsprüfung erreichte die Gesamtheit mit durchschnittlichen 5,2 Punkten im Vergleich zur Schmerz- und Gangbeurteilung die besten postoperativen Resultate.

Im Vergleich der Gruppen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der Beweglichkeitsbewertung ($p=0,1167$). Tendenziell erzielte jedoch die Gruppe 1 das beste Ergebnis mit 5,8 Punkten.

Der Vergleich der Patienten mit bzw. ohne Auftreten der renalen Osteopathie erbrachte keine signifikanten Unterschiede ($p=0,1560$) der Ergebnisse.

3.1.6.2.4 Funktionelles Ergebnis nach dem Score von Merle d'Aubigné und Postel

Im folgenden wird das von *Merle d'Aubigné* und *Postel* vorgeschlagene „Absolute Funktionelle Ergebnis“ dargestellt. Hierbei wurden die Punktwerte der Schmerz- und Gangbeurteilung zu je 50 % gewertet.



Diag. 3.2 Funktionelles Ergebnis der Gesamtheit nach Merle d'Aubigné und Postel in Punktzahl

Die Punktwerte der Schmerz- und Gangbeurteilung gingen in die Wertung des Gesamtergebnisses zu jeweils 50 % ein. Somit zeigten 72 % der untersuchten Hüftgelenke ein befriedigendes bis sehr gutes Resultat.

Tab. 3.10 a Gruppenspezifische Darstellung des Ergebnisses der einzelnen Kriterien nach Merle d'Aubigné und Postel in Punktzahl (n=14)

	Schmerzbeurteilung	Gehfähigkeit	Beweglichkeit
Gruppe 1	4,4	6	5,8
Gruppe 2	3,5	1,5	5
Gruppe 3	5	4,7	4,9
Gesamtheit	4,6 (77%)	4,7 (78%)	5,2 (87%)

(% der maximal erreichbaren 6 Punkte)

Tab. 3.10 b Gruppenspezifische Darstellung des Funktionellen Ergebnisses nach Merle d'Aubigné und Postel (n=14)

	Anzahl der Hüftgelenke	Punktzahl
Gruppe 1	2	10,4 (87%)
Gruppe 2	5	5 (42%)
Gruppe 3	7	9,7 (81%)
Gesamtheit	14	9,3 (78%)

(% der maximal erreichbaren 12 Punkte)

Im Gesamtdurchschnitt erreichten die untersuchten Hüftgelenke mit 9,3 Punkten ein befriedigendes funktionelles Ergebnis.

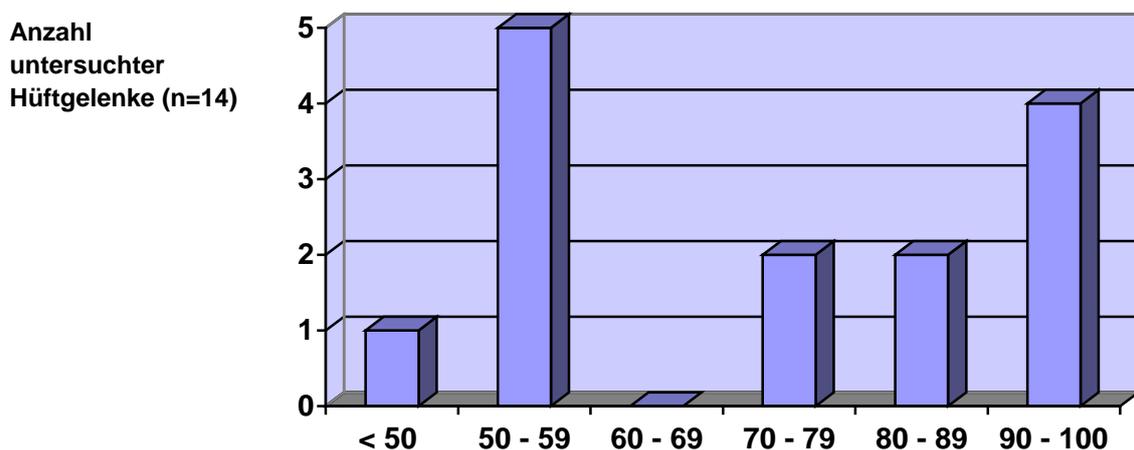
Der H-Test ergab für die einzelnen Gruppen einen nicht signifikanten Unterschied der Resultate ($p=0,0754$). Im Vergleich der einzelnen Gruppen zeigte der U-Test, dass die Gruppe 2 ein relevant schlechteres Ergebnis als die Gruppe 1 ($p=0,0465$) und als die Gruppe 3 ($p=0,0379$) aufwies.

Der Vergleich der Patienten mit renaler Osteopathie gegenüber den Patienten ohne diese Diagnose erbrachte keinen signifikanten Unterschied ($p=0,4275$).

Ebenso erreichten die Patienten mit zementfreien Systemen gegenüber denen mit zementierten keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse ($p=0,9458$).

3.1.6.3 Ergebnisse nach dem Harris-Hip-Score

Die Ergebnisse des Harris-Hip-Scores setzen sich zusammen aus den Kriterien Schmerz, Funktion, Deformität und Bewegungsausmaß und werden aufgrund der stark divergierenden Gewichtung in der Auswertung für die 14 nachuntersuchten Hüftgelenke insgesamt dargestellt.



Diag. 3.3 Gesamtergebnis nach dem Harris-Hip-Score in Punktzahl

In dem Bereich zwischen 60 und 69 Punkten lag kein untersuchtes Hüftgelenk. Mehr als die Hälfte der Fälle (57%) erreichten gute bis sehr gute Ergebnisse zwischen 70 und 100 Punkten.

Tab. 3.11 Gruppenspezifische Darstellung des Gesamtergebnisses nach dem Harris-Hip-Score (n=14)

	Anzahl der Hüftgelenke	Punktzahl
Gruppe 1	2	76,54
Gruppe 2	5	41,00
Gruppe 3	7	76,14
Gesamtheit	14	71,26

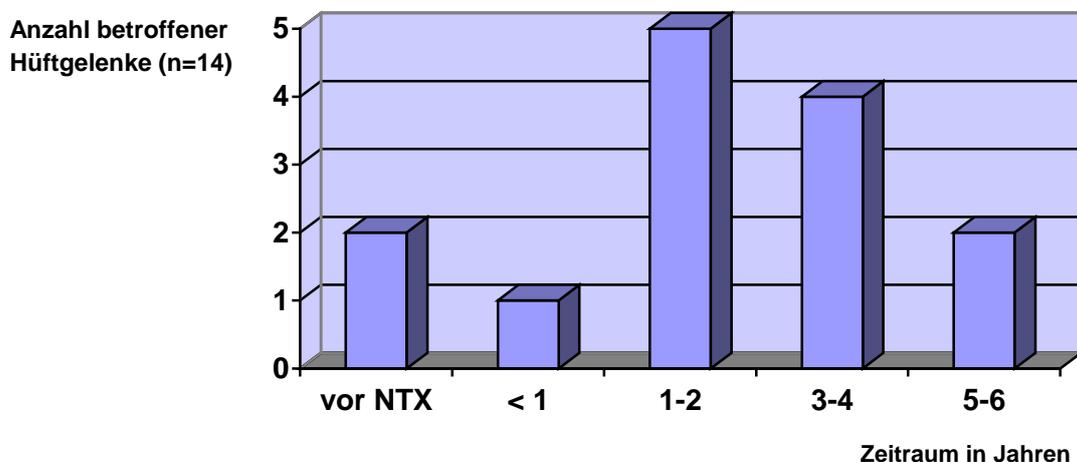
(maximal 100 erreichbare Punkte)

Der H-Test gab lediglich einen nicht signifikanten Unterschied der Ergebnisse ($p=0,0873$) der einzelnen Gruppen im Vergleich an. Der U-Test verdeutlichte, dass die Gruppe 2 signifikant schlechtere Ergebnisse als die Gruppe 1 ($p=0,0486$) und als die Gruppe 3 ($p=0,0396$) erbrachte.

Sowohl der Vergleich der Patienten mit bzw. ohne die Diagnose der renalen Osteopathie ($p=0,5321$), als auch der Vergleich zementierter gegenüber unzementierten Systemen ($p=0,4619$) zeigten keine signifikanten Unterschiede der Ergebnisse auf.

3.2 Grunderkrankung und Risikofaktoren

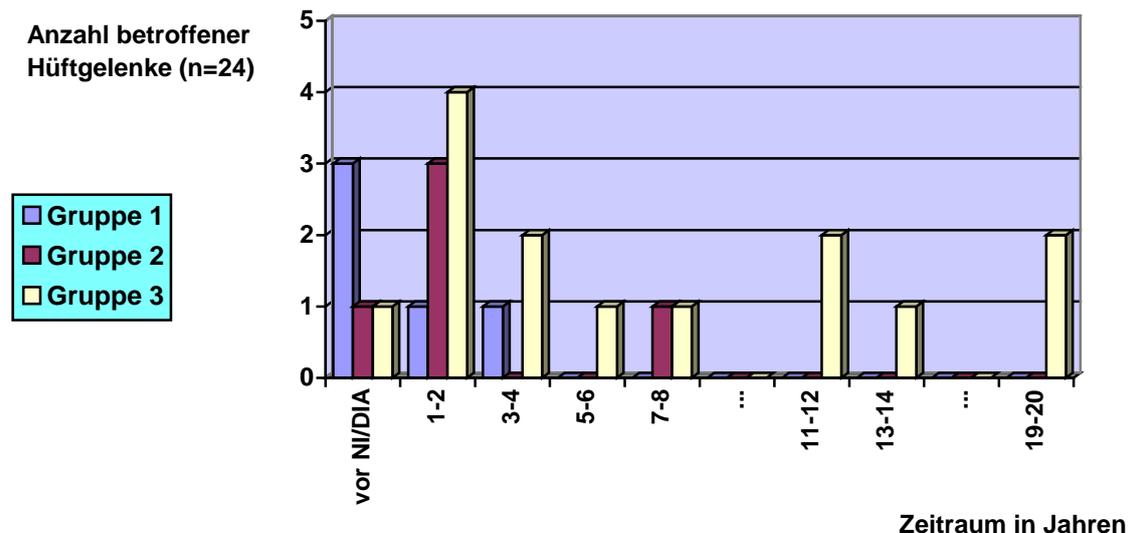
3.2.1 Beschwerdebeginn



(NTX: Nierentransplantation)

Diag. 3.4 Zeitraum zwischen Nierentransplantation und Beschwerdebeginn in Jahren

Das durchschnittliche Zeitintervall zwischen Nierentransplantation und Beschwerdebeginn betrug 3 Jahre (Variationsbreite: 0,5-6 Jahre; Median: 2,7 Jahre). Die beiden zweifach Nierentransplantierten zeigten im Verhältnis zu den einmalig Transplantierten einen kürzeren Verlauf bis zur Beschwerdeentwicklung mit 19 Monaten gegenüber 31 Monaten.

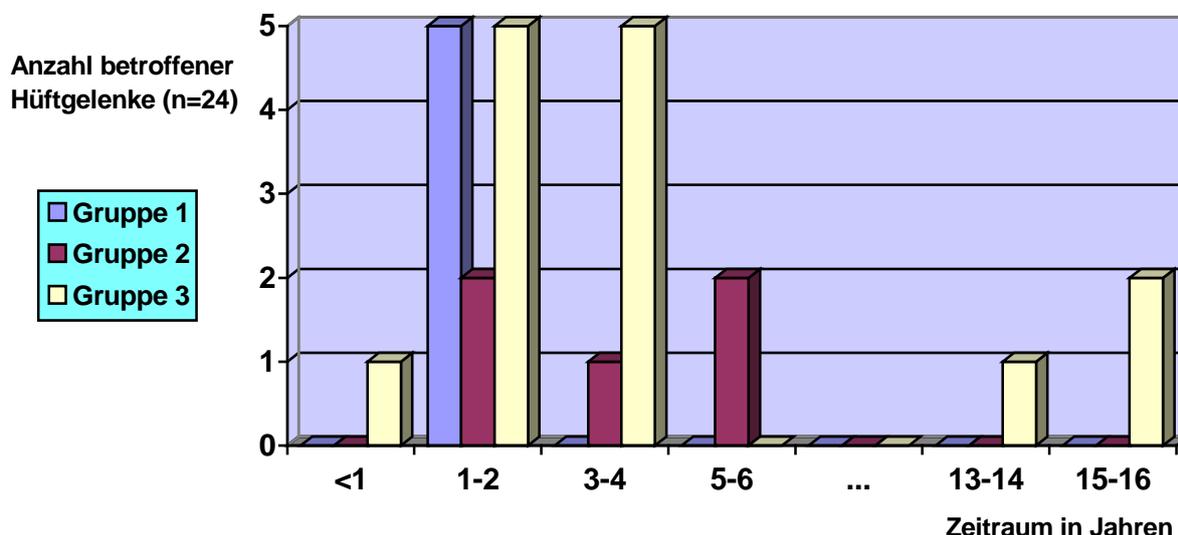


(NI: Niereninsuffizienz-; DIA: Dialysetherapiebeginn)

Diag. 3.5 Gruppenspezifische Darstellung des Zeitraums zwischen Niereninsuffizienz- bzw. Dialysebeginn und Beschwerdebeginn in Jahren

Bei 5 versorgten Hüftgelenken ergab sich ein negatives Zeitintervall, da sich Hüftgelenkbeschwerden schon vor der Dialysepflichtigkeit bzw. Diagnosestellung der Niereninsuffizienz einstellten. Die Diagnosestellung folgte dem Beschwerdebeginn in den 5 Fällen durchschnittlich jedoch bereits nach 1,6 Jahren. Bei den folgenden Durchschnittswerten wurden die 5 Fälle nicht mit einbezogen. Für alle Gruppen gemittelt ergab sich ein Zeitraum bis zum Auftreten der ersten Beschwerden von 6,5 Jahren (Median: 3,8 Jahre; Variationsbreite: 1,4-20,8 Jahre). In den einzelnen Gruppen ergaben sich teilweise deutliche Unterschiede der Mittelwerte. In der Gruppe 1 der nicht-dialysepflichtigen Niereninsuffizienten mit 2 versorgten Hüftgelenken erstreckte sich der durchschnittliche Zeitraum von Diagnosestellung bis Beschwerdebeginn über 2,6 Jahre. Für die Gruppe 2 der Dialysepflichtigen mit 4 betroffenen Hüftgelenken zeigte sich ein mittleres Zeitintervall von 3,3 Jahren. Die Nierentransplantierten der Gruppe 3

haben den durchschnittlich längsten Zeitraum zwischen Dialysebeginn und dem Auftreten der ersten Beschwerden mit 8,1 Jahren für die 13 versorgten Hüftgelenke. Im H-Test sowie in den U-Tests ergaben sich keine signifikanten Unterschiede der Zeitintervalle im Gruppenvergleich.



Diag. 3.6 Gruppenspezifische Darstellung des Zeitraums zwischen Beschwerdebeginn und primärer endoprothetischer Versorgung in Jahren

Der Durchschnittswert der gesamten Untersuchungsgruppe betrug 4,1 Jahre (Median: 2,6 Jahre; Variationsbreite: 0,3–16 Jahre). Im Fall der längsten Beschwerdedauer wurden die Hüftgelenkschmerzen in den alten Krankenunterlagen nicht explizit der Femurkopfnekrose zugeordnet, sondern im Rahmen der Osteoporose bemerkt. In der Gruppe 1 erstreckte sich die Beschwerdedauer bis zur Hüftgelenkoperation durchschnittlich über 1,6 Jahre. Die Gruppe 2 hat eine mittlere Beschwerdedauer von 3,7 Jahren. Die Gruppe der Nierentransplantierten wies den durchschnittlich längsten Beschwerdezeitraum bis zum Hüftgelenkersatz mit 5 Jahren bei 14 versorgten Hüftgelenken auf.

Der U-Test zum Vergleich der einzelnen Gruppen zeigte einen relevanten Unterschied für diesen Zeitraum ($p=0,0445$), so dass die nicht-dialysepflichtigen Niereninsuffizienten einen signifikant kürzeren Zeitraum aufwiesen im Vergleich zur Gruppe der Dialysepflichtigen. Die weiteren Vergleiche der Gruppen untereinander ergaben keine signifikanten Unterschiede.

3.2.2 Präoperative renale Osteopathie

In sieben Fällen wurde präoperativ das Vorliegen einer bzw. der Verdacht auf eine renale Osteopathie festgestellt. Hierbei handelte es sich ausschließlich um langjährige Dialysepatienten, wobei sechs der Patienten auch nierentransplantiert wurden.

In den meisten Dialysezentren wurden Knochenbiopsien nicht als Routineuntersuchung durchgeführt, wogegen die Mehrzahl der Patienten einen radiologischen Knochenstatus in einem Zeitintervall von einem halben bis zwei Jahren erhielt.

In drei Fällen wurde der Verdacht auf eine renale Osteopathie anhand der radiologischen Veränderungen, wie z. B. subperiostalen Resorptionszonen und Spongiosierung der Kompakta an den Händen und Dreischichtung der Wirbelsäule (Rugger-Jersey-Spine) geäußert. Bei zwei Patienten wurde eine renale Osteopathie vom Typ I b, bei einem vom Typ II b sowie bei einem weiteren vom Typ III b nach *Delling* anhand einer Beckenkammstanzbiopsie diagnostiziert.

Tab. 3.12 *Zeitdauer der chronischen Niereninsuffizienz bei Patienten mit renaler Osteopathie (n = 7)*

<i>Zeitdauer in Jahren</i>	<i>Patientenanzahl</i>
2 - 5	3
6 - 10	1
11 - 20	2
21 - 25	1

Der durchschnittliche Zeitraum von der Diagnosestellung der Niereninsuffizienz bis zur TEP- Implantation betrug bei den Patienten mit renaler Osteopathie 9,9 Jahre. Die mittlere Dialysetherapiezeitdauer lag bei 5,8 Jahren.

3.2.3 Steroidtherapie

Bei allen 10 nierentransplantierten Patienten wurde zum Zeitpunkt der endoprothetischen Versorgung eine immunsuppressive Kombinationstherapie durchgeführt, die aus verschiedenen Immunsuppressiva sowie jeweils einem Steroidderivat bestand. Vier weitere Patienten aus den Gruppen 1 und 2 erhielten ebenfalls Steroidapplikationen, 2 Patienten aufgrund eines Lupus erythematodes, eine Patientin zur Behandlung des M. Bechterew und ein Patient im Rahmen einer Immunsuppressionstherapie bei Z. n. Herztransplantation. Lediglich drei Patienten der Untersuchungsgruppe hatten keine Steroide eingenommen.

Insgesamt haben 14 Patienten (58,3 %) eine Steroidtherapie über durchschnittlich 9,8 Jahre erhalten. Die Gruppe der nicht-nierentransplantierten Dialysepflichtigen wurde durchschnittlich am längsten behandelt, wobei die Zeiträume der Nierentransplantierten am weitesten gestreut lagen (Variationsbreite: 2,9 - 18,5 Jahre). Im Rahmen der immunsuppressiven Begleittherapie erhielten 7 der Nierentransplantierten Azathioprin, eine Patientin Cyclosporin A und 2 Patienten Azathioprin und Cyclosporin A in Kombination mit den aufgeführten Steroiden.

Tabelle 3.13 gibt eine Übersicht der verordneten Steroidpräparate und die patientenbezogenen Häufigkeiten.

Tab.3.13 Häufigkeiten der angewendeten Steroidpräparate im gesamten Patientengut (n=24)

<i>Steroidpräparate</i>	<i>Patientenanzahl</i>
Prednisolon	9 (37,5 %)
Methylprednisolon	3 (12,5 %)
Urbason	2 (8,3 %)
Keine Steroidtherapie	3 (12,5 %)

(Anteil am Patientengut in %)

Die Dosierungen der Langzeitmedikationen reichten von 4 mg Urbason bis 15 mg Prednisolon pro Tag und Patient. Unter den 14 mit Steroiden behandelten Patienten erhielten 7 mindestens zwei kurzfristig hochdosierte Stoßtherapien, dreimal aufgrund einer beginnenden Transplantatrejektion und viermal zur Behandlung einer weiteren Grunderkrankung.

Der Vergleich der 3 Gruppen zeigte keine signifikanten Unterschiede in der Dauer der Steroidtherapie auf. Für die Gesamtheit der Untersuchten konnten auch keine signifikanten Korrelationen zwischen Therapiedauer und Beschwerdezeitraum, postoperativ ermittelter Scorewerte oder dem Zeitraum von Dialysebeginn bis zur TEP-Implantation erstellt werden.

3.2.4 Stationäre Verweildauer

Der durchschnittliche Zeitraum der Hospitalisierung der Patienten betrug 17,3 Tage, wobei sich die Verweildauer nach Implantation einer zementierten (17,1 Tage) im Vergleich zur zementfreien TEP (17,7 Tage) nicht wesentlich unterschied. Auch in den Gruppen waren keine signifikanten Unterschiede zu beobachten.

Tab. 3.14 Stationäre Verweildauer nach primärer endoprothetischer Versorgung in den Gruppen und der Gesamtheit in Tagen ($n=24$)

	x	m	s	v
Gruppe 1	16,8	18	3,3	10,7
Gruppe 2	13	13	5,8	33,5
Gruppe 3	19,1	18,5	6,7	43,1
Gesamtheit	17,3	18	6,2	38,1

(x = Mittelwert, m = Median, s = Standardabweichung, v = Varianz)

4. Diskussion

Das geeignete Implantationsverfahren einer Totalendoprothese bei der Hüftkopfnekrose in Zusammenhang mit der Grunderkrankung der Niereninsuffizienz stellt in der modernen Endoprothetik ein noch immer kontrovers diskutiertes Problem dar [8, 12, 17, 28, 64, 96, 107, 122, 129, 130, 138].

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Ergebnisse verschiedener Implantationsverfahren in Abhängigkeit vom Ausprägungsgrad und präoperativen Verlauf der renalen Grunderkrankung zu bewerten. Dabei interessierten neben dem perioperativen Risiko, den Zeiträumen der Dialysepflichtigkeit und der Beschwerdedauer v. a. die Auswirkungen der ossären Veränderungen durch die renale Osteopathie auf die Standzeiten und radiologischen Lockerungszeichen der Implantate. Neben schlechter Knochenqualität und neoplastischen Prozessen des Knochens stellt in der Orthopädischen Klinik der Charité u. a. die renale Osteopathie eine der im Verlauf der neunziger Jahre rückläufigen Indikationen zur Implantation zementierter Systeme, die es zu bewerten galt.

Darüber hinaus ließen die wenigen bisher veröffentlichten Arbeiten, die ebenfalls die Vorstufen der terminalen Niereninsuffizienz untersuchten, einen entscheidenden Einfluss der endokrinen Nierenfunktion und des somit veränderten Knochenstoffwechsels auf die Osteointegration des Implantates vermuten [64, 96, 110, 130].

Daher war es insbesondere wichtig die Vor- und Nachteile zementfreier gegenüber zementierten Systemen im Hinblick auf die einzelnen Stadien der Niereninsuffizienz herauszuarbeiten. In der nachfolgenden Diskussion findet eine Bewertung der Ergebnisse statt, die in einer retrospektiven Untersuchung von 17 Patienten nach Hüftgelenkersatz in 24 Fällen erhoben wurden. Die Patienten wurden zwischen 1985 und 1997 in der Orthopädischen Klinik der Charité operativ versorgt.

4.1 Aspekte der betrachteten Patientengruppe

Das Durchschnittsalter der eigenen Patienten zum Zeitpunkt des Hüftgelenkersatzes liegt mit 46,3 Jahren erwartungsgemäß unter dem vergleichbarer Nachuntersuchungen von Koxarthrosepatienten, die den Hauptanteil der Patienten in der Hüftgelenkendoprothetik stellen [132].

Diese Altersdifferenz ist v. a. durch den Häufigkeitsgipfel des Erkrankungsalters zwischen dem 35. und 45. Lebensjahr bedingt [153]. Der Altersdurchschnitt wird in erster Linie durch die Gruppe der nicht-dialysepflichtigen Niereninsuffizienten mit einem Operationsalter von 39,4 Jahren erreicht.

Im Vergleich der Nierentransplantierten mit den Daten anderer Autoren (Tab. 4.1) ist auffällig, dass die Transplantierten mit einem Operationsalter von 48,9 Jahren im oberen Altersbereich liegen, was auf die relativ langsame Progredienz der Niereninsuffizienz bis hin zum Nierenersatz zurückzuführen ist.

Bei der Geschlechtsverteilung der Nierentransplantierten wird eine deutliche Präferenz des männlichen Geschlechts mit 76,5 % gegenüber 23,5 % der Fälle weiblicher Patienten ersichtlich. Damit liegt das Geschlechterverhältnis bei annähernd 3 : 1 zugunsten des männlichen Geschlechts, wie es auch von *Bradford* und Mitarb. berichtet wird [12].

Bei der Betrachtung der gesamten Untersuchungsgruppe ergibt sich ein Verhältnis von 1,2 : 1 männlicher gegenüber weiblichen Patienten. Diese Verschiebung des Geschlechterverhältnisses unter Einbeziehung der Vorstufen der terminalen Niereninsuffizienz wurde auch von *Lieberman* und *Rösel* berichtet [23, 96, 130].

Tab.4.1 *Literaturübersicht – Ergebnisse anderer Autoren vergleichbarer Untersuchungen*

Autor	Patientenanzahl (Prothesen)	Durchschnitts- alter (in Jahren)	Geschlechts- verteilung (m : w)	Einschluss- kriterien
Bradford	39 (60)	32	2,9 : 1	NTX
Chmell	08 (09)	47	8,0 : 0	NTX
Benoit	21 (21)	33	2,1 : 1	NTX
Radford	21 (31)	49	0,9 : 1	NTX
Murzic	46 (77)	36	1,9 : 1	NTX
Stromboni	32 (48)	39	1,9 : 1	NTX
Lieberman	30 (46)	35	1,3 : 1	CIHD / NTX
Rösel	27 (40)	49	1,5 : 1	CIHD / NTX
Eigene	17 (24)	46	1,2 : 1	NI / CIHD / NTX

(NTX: Nierentransplantation; CIHD: chronisch intermittierende Hämodialyse; NI: nicht chronisch dialysepflichtige Niereninsuffizienz; m: männlich; w: weiblich) [8, 12, 17, 96, 107, 122, 130, 160]

Beim derzeitigen medizinischen Entwicklungsstand ist das perioperative Risiko der elektiven Totalendoprothetik des Hüftgelenkes kalkulierbar und kann relativ gering gehalten werden. Dennoch sind bei der Stellung der Indikation und der Festlegung des Operationszeitpunktes die präoperativen Risikofaktoren, die sich größtenteils aus den vorbestehenden Begleiterkrankungen ergeben, zu berücksichtigen. Während einzelne Begleiterkrankungen für bestimmte allgemeine perioperative Komplikationen nicht disponieren, führt die Multimorbidität des höheren Lebensalters zu einer beträchtlichen Risikosteigerung [180]. Ebenso führt die renale Grunderkrankung als Einschlusskriterium zur Erhöhung der präoperativen Risikofaktoren. Die Anzahl der Begleiterkrankungen (2,7 / Patient) entspricht beinahe dem doppelten Wert der an der Orthopädischen Klinik der Charité im Zeitraum von 1979 bis 1992 untersuchten Arthrosepatienten nach Hüftgelenkprothesenimplantation [132]. Trotzdem gab es in der

Untersuchung keine signifikante Abhängigkeit der Anzahl additiver Erkrankungen mit der intraoperativen Inzidenz vital gefährdender Komplikationen, was sich insbesondere durch das niedrige Operationsalter erklärt.

4.2 Implantationsverfahren und Komplikationen

Die Wahl des Prothesenmodells entsprach hauptsächlich den in der Orthopädischen Klinik der Charité in den letzten 2 Jahrzehnten gemachten Erfahrungen bei der Versorgung von Koxarthrosepatienten. Einerseits fand am häufigsten bei den zementfixierten Prothesen das Modell Hermsdorf als Keramik- oder Metallverbund Verwendung, andererseits wurde unter den zementfrei implantierten Systemen das Modell Zweymüller verschiedener Hersteller bevorzugt.

Bei der Frage nach der Wahl des Implantationsverfahrens spielte die vorrausschauende Operationsplanung v. a. bei den im Altersdurchschnitt jungen Patienten eine entscheidende Rolle. So fiel unter Berücksichtigung der wesentlichen Erleichterung möglicher Austauschoperationen in zwei Drittel der Fälle die Entscheidung zugunsten zementfrei implantierbarer Prothesen, trotz des Vorteils der höheren Primärstabilität zementierter Systeme, deren Zement eine Oberflächenvergrößerung mit dem Ausgleich von Inkongruenzen zwischen Knochen und Implantat in dem bereits vorgeschädigten Knochen bewirkt. Ein weiterer Nachteil der zementierten Implantation liegt zudem in der exothermen Reaktion im Verlauf der Polymerisation des Polymethylmetacrylats, bei der zumindest die knöcherne Grenzschicht radiologisch und histologisch nachweisbar geschädigt wird [54, 62].

In der überwiegenden Zahl der Veröffentlichungen werden hingegen zementierte Verfahren beschrieben. Ausnahmen stellen in dieser Hinsicht die Untersuchungen zementfrei implantierter Prothesen von *Murray* [106] sowie *Alpert* und Mitarb. [3] dar, die gute bis mäßige Ergebnisse nachwiesen. Die Arbeiten von *Murzik* [107] und *Rösel* [130], die sowohl zementierte als auch zementfreie Systeme beurteilten, konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede nachweisen.

Die Verteilung der zementierten und zementfreien Systeme auf die Operationsjahre, ließ seit Beginn der neunziger Jahre einen Trend zum zementfreien Implantationsverfahren erkennen. Entgegen dieser Entwicklung war eine Häufung der

zementierten Systeme mit 5 eingesetzten Prothesen im Jahr 1996 auffällig. Bezieht man jedoch die Nebendiagnose der renalen Osteopathie in diese Beobachtung mit ein, so zeigt sich, dass in diesem Jahr 80 % der Fälle diese Knochenveränderung aufwiesen. Unter der Maßgabe der renalen Osteopathie als eine der inzwischen rückläufigen Indikationen für den zementierten Gelenkersatz, erklärt sich diese Häufung. Die eigenen Ergebnisse zeigen im Vergleich deutliche Vorteile der zementierten gegenüber den zementfreien Systemen (s. 4.4).

Es ereigneten sich lediglich 2 intraoperative Komplikationen in Form eines erwähnenswerten Blutdruckabfalls, der zeitnah korrigiert werden konnte bzw. einer großflächigen Epidermisablösung im Gesichtsbereich, die bis zur Entlassung nahezu vollständig abheilte.

Intraoperative Femurschaftfrakturen, die infolge des oftmals vorgeschädigten Knochens, vor allem bei der zementfreien Implantation der Schaftkomponente zu befürchten sind, stellten sich bei keinem der Patienten ein.

In der Gruppe der Nierentransplantierten traten während der Operation, die grundsätzlich in Rückenlage durchgeführt wurde, keine Komplikationen auf. In 3 Veröffentlichungen wurden dem entgegen intraoperative Komplikationen aufgezeigt. *Zimmermann* [179] sowie *Deo* und Mitarb. [28] berichteten über jeweils einen nierentransplantierten Patienten, bei dem sich intraoperativ eine akute tubuläre Nekrose im Transplantat entwickelte. Als Auslöser wurde eine Kompression der transplantierten Niere angesehen, die auf die Seitlagerung der Patientin während der Operation zurückgeführt wurde. Als Konsequenz operieren *Deo* und Mitarb. [28] Nierentransplantierte nunmehr in Rückenlage und betreiben eine perioperative Thrombozytenaggregationshemmung mit Aspirin. Die nachuntersuchten Patienten der Orthopädischen Klinik der Charité wurden standardisiert in Rückenlagerung operiert.

Rösel beschreibt eine hohe Rate intraoperativer Komplikationen mit 13 % bei den Nierentransplantierten und chronischen Dialysepatienten, die er aus der Vielzahl der Vorerkrankungen ableitet [130].

Unter den frühpostoperativen Komplikationen wurden nach dem Vorschlag von *Alpert* und Mitarb. [3] sämtliche zusammengefasst, die innerhalb von 6 postoperativen Wochen auftraten.

Insgesamt ergaben sich keine letal verlaufenden Komplikationen. Das Versterben der mittlerweile 10 betroffenen Patienten stand in keinem Fall in Zusammenhang mit der Operation.

Über frühpostoperative Todesfälle bei Nierentransplantierten ist hingegen in 3 Fällen berichtet worden. Ein Patient verstarb nach der zuvor erwähnten akuten tubulären Nekrose des Transplantates im anurischen Organversagen, ein weiterer erlag einer Lungenembolie und der dritte verstarb aufgrund einer Sepsis nach Wundinfektion [12, 44, 179].

Eine gefürchtete Komplikation der prothetischen Versorgung ist die Phlebothrombose des tiefen Beinvenensystems mit der oftmals tödlich verlaufenden Lungenarterienembolie oder dem häufiger verbleibenden Folgezustand eines postthrombotischen Syndroms. Das Auftreten einer Phlebothrombose nach hüftchirurgischen Eingriffen ohne thromboseprophylaktische Maßnahmen wird mit einer Häufigkeit zwischen 40 und 70 %, einer letalen Lungenarterienembolie zwischen 1,8 und 3,4 % angegeben [114]. Für das hohe Risiko wird in erster Linie die operationsbedingte Beinlagerung (Adduktions-Außenrotationsstellung) verantwortlich gemacht, die durch ihre querschnittsverkleinernde Wirkung auf die Vasa femoralia zur Blutstauung im venösen System führt und damit eine Anhäufung der Gerinnungsfaktoren mit konsekutiver Hyperkoaguabilität zur Folge hat. Ferner wird eine stasebedingte schnellere Neutralisierung des verabreichten Heparins bei verminderter Inaktivierung der Gerinnungsfaktoren diskutiert [108]. Während des zementierenden Implantationsvorganges soll schließlich durch die intramedulläre femorale Druckerhöhung eine Anflutung von gerinnungsaktiven Substanzen, Zementpartikeln, Luft, Fett und Knochenmark in der Blutbahn hervorgerufen werden [173]. Thromboseprophylaktische Maßnahmen wie die frühzeitige krankengymnastische Mobilisierung durch aktive und passive Bewegungsübungen zur Steigerung des venösen Blutflusses und das Anlegen von Kompressionsverbänden bzw. -strümpfen fanden ebenso Anwendung wie die Verabreichung niedermolekularen oder unfraktionierten Heparins. Dabei wurde aufgrund der nachweislich geringeren Lungenembolierate, der besseren Bioverfügbarkeit, der längeren Halbwertszeit und der selektiveren Wirksamkeit auf den Faktor Xa das niedermolekulare Heparin bevorzugt eingesetzt [50]. Unter konsequenter Einhaltung dieser Thromboseprophylaxe waren keine thromboembolischen Komplikationen zu verzeichnen.

Dennoch muss im eigenen Patientengut von einigen unerkannten, symptomlos gebliebenen Fällen ausgegangen werden. Prospektive Untersuchungen wiesen mittels Phlebographie eine Phlebothromboserate von 20 % trotz durchgeführter Low-dose-Heparinisierung nach. Betrachtet man die diagnostizierten tiefen Beinvenenthrombosen, so verliefen $\frac{3}{4}$ vor dem Auftreten einer Lungenembolie ohne klinische Symptome [133]. Sensitive Methoden wie die Phlebographie oder der J-125-Radiofibrinogentest können infolge möglicher Komplikationen, häufig fehlender therapeutischer Konsequenz und somit aus finanziellen Erwägungen nicht zur Routinediagnostik gehören. So müssen sie der Abklärung begründeter Verdachtsfälle vorbehalten bleiben, wobei auch in Zukunft ein großer Teil symptomloser tiefer Beinvenenthrombosen unerkannt bleiben wird.

Ein schwerwiegendes Problem stellt die tiefe Infektion nach prothetischem Hüftgelenkersatz dar. Zur Infektionsprophylaxe wurde eine standardisierte perioperative antibiotische Abschirmung durchgeführt und eine möglichst atraumatische Vorgehensweise gewählt. Die das operative Umfeld betreffenden Bedingungen wurden 1981 mit der Einführung des Laminar-Flow-Systems optimiert, so dass unter Beachtung dieser Standards eine Frühinfektionsrate nach Primärendoprothetik von unter 1 % zu erzielen sein soll bzw. eine septische Komplikation in der eigenen Untersuchung nicht beobachtet wurde [94].

Die Infektionsgefährdung immunsupprimierter Patienten bei operativen Eingriffen wird gemeinhin als erhöht beurteilt. Zusätzlich begünstigt wird ein entzündlicher Vorgang durch die Reduktion der körpereigenen Immunantwort, die durch große operative Eingriffe temporär verringert wird [111]. Die gefundene Literatur über Hüftgelenkoperationen bei Nierentransplantierten lässt diese These dem entgegen nicht bestätigen. Bezüglich tiefer Infektionen sind insgesamt Raten von 0 % über 1,7 % bis 4,8 % der Nachuntersuchten berichtet worden [8, 12, 122]. Hat sich dagegen eine Infektion bei einem nierentransplantierten, immunsupprimierten Patienten ereignet, so können fatale Verläufe die Folge sein. *Bradford* und Mitarb. wiesen auf einen Fall mit tiefer Wundinfektion und nachfolgender Entwicklung einer tödlich verlaufenden Sepsis hin [12]. Aufgrund dieser Erfahrung empfahlen die Autoren die Unterbrechung der immunsuppressiven Therapie nach Auftreten einer Infektion bis die Infektion überwunden sei, auch wenn ein eventuell daraus hervorgehender Transplantatverlust hingenommen werden müsse [12].

Temporäre periphere Läsionen des N. ischiadicus und N. femoralis traten in 12,5 % der Fälle auf. Es zeigten sich dabei sowohl sensible als auch motorische inkomplette

Defizite, die im Verlauf des stationären Aufenthaltes rasch reversibel waren. Die Ursachen konnten anhand der Krankenakten nicht verifiziert werden. Als mögliche Faktoren kommen intraoperative mechanische Schädigungen durch Dehnungs- oder Druckkräfte in Frage, die bei der Reposition aufgrund postoperativer Beinverlängerung, komprimierender Hämatombildung oder des Hakeneinsatzes entstehen können. Auch thermische Schädigungen während der Polymerisation des Knochenzementes sowie ischämische Zustände müssen hier in Betracht gezogen werden [137].

Als häufigste Komplikation entwickelte sich in 6 Fällen ein postoperativer pathologischer Anstieg des Serumkreatininspiegels, wobei 2 Patienten einer Akutdialyse unter intensivmedizinischer Betreuung bedurften. *Schreiber* und Mitarb. [142] berichteten über diese Komplikation in ähnlichem Ausmaß. Sie fanden bei 4 der Nierentransplantierten einen Anstieg des Serumkreatinins von bis zu 4,8 mg %. Als einer der wenigen Autoren führte auch *Rombouts* [128] bei 9,5 % der Patienten postoperatives passageres Transplantatversagen an. In Zusammenschau der zitierten Arbeiten und der eigenen Beobachtungen erschien das Auftreten der renalen Beeinträchtigung nach erfolgter operativer Versorgung als vertretbares perioperatives Risiko.

Zwei der aufgetretenen Luxationen fielen in den Zeitraum der frühpostoperativen Komplikationen. Nach den Angaben anderer Autoren wird bei den Nierentransplantierten als häufigste Frühkomplikation die Prothesenluxation beschrieben [8, 12, 17, 96, 107, 122, 130]. In der eigenen Untersuchungsgruppe traten Luxationen in 12,5 % der Fälle einmalig auf, die komplikationslos, d. h. nicht-operativ reponiert werden konnten. Damit liegt die Luxationsrate im oberen Bereich der vergleichbaren Arbeiten. Eine daraus resultierende Wechseloperation wurde auch im weiteren Verlauf in keinem Fall erforderlich. So fanden *Chmell* und Mitarb. [17] keine Luxationen, *Alpert* und Mitarb. [3] beschrieben eine Rate von 7,4 %, und am häufigsten (16,6%) ereignete sich diese Komplikation in der Gruppe von *Bradford*. In vier Fällen wurde eine operative Pfannenrevision notwendig und fünfmal genügte eine geschlossene Reposition. *Bradford* führte dies auf operative Fehler bei der Pfannenimplantation und eine stärkere Beanspruchung des Materials durch die zumeist jungen und aktiven Patienten zurück [12].

Die einzelnen Gruppen betrachtend, ließen sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Auftretens postoperativer Komplikationen erkennen, so dass in allen 3 Gruppen eine vergleichsweise hohe Rate postoperativer Komplikationen von 52,9 %

resultierte. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in ca. einem Drittel der Fälle nicht besonders schwerwiegende Begleiterscheinungen auftraten, wie z. B. lokale, rückläufige Sensibilitätsstörungen und Wundhämatome. Ferner sollte im Zusammenhang mit der hohen Komplikationsrate nicht übersehen werden, dass sich die Untersuchungsgruppe zum Großteil aus Risikopatienten zusammensetzte.

In großen Untersuchungen von Koxarthrosepatienten nach primärem Hüftgelenkersatz liegt die Rate deutlich niedriger als es die eigenen und die Ergebnisse vergleichbarer Patientengruppen zeigen [4]. Eine Ausnahme stellt in dieser Hinsicht eine Komplikationsrate von etwas über 50 % nach totalem Hüftgelenkersatz dar, die *Anderson* und Mitarb. in ihrer Risikofaktorenanalyse erhoben [4]. In der vergleichenden Betrachtung lokaler Komplikationen geben *Müller* und Mitarb. weiterhin zu bedenken, dass die Verwendung des Begriffes "Komplikation" sowie das Ausmaß der Beschreibungen sehr unterschiedlich gehandhabt werden und damit nur bedingt vergleichbar sind [105].

Die in der durchgesehenen Literatur angegebenen Komplikationsraten nierentransplantierter Patienten unterscheiden sich z. T. recht deutlich. So reichen die Angaben von Raten mit 10,4 % bei *Murzic* und Mitarb. [107] bis hin zu 42,8 %, die sich bei *Benoit* und Mitarb. [8] ergaben. Die eigenen Ergebnisse liegen damit etwas oberhalb des bisher beschriebenen Bereichs bei vergleichsweise sorgfältiger Erfassung.

4.3 Pathologisch–anatomische Untersuchung

Die Diagnose der Femurkopfnekrose konnte in allen vorliegenden Befunden durch den histologischen Nachweis von Nekrosezonen bestätigt werden, mit teils rarefzierter Spongiosa, komplett devitalisiertem Knochen und fibrotischem Gewebe, das *Chmell* und Mitarb. [17] als eine zelluläre Antwort auf die Frakturen der trabekulären Strukturen des Hüftkopfes beschrieben. Auch makroskopisch boten sich die klassischen Anzeichen des Knorpeldefektes, der mitunter großflächigen Knorpelabhebung von der knöchernen Grundlage sowie des zumeist massiven Gelenkflächeneinbruchs.

Das Auftreten histologischer Zeichen einer ausgeprägten Osteopathie wurde lediglich in zwei der zwölf Fälle beschrieben. Ein Gruppenvergleich hinsichtlich der Knochenstruktur des Hüftkopfes konnte somit nicht erfolgen. Möglicherweise war das

geringe Auftreten der histologisch nachgewiesenen Osteopathie der Fragestellung der Anforderungsscheine geschuldet.

4.4 Radiologische Untersuchung und Wechseloperation

Die Erhebung postoperativer Röntgenbefunde war in 15 Fällen im Rahmen der Nachuntersuchung bzw. durch Auswertung der in der Poliklinik während der nachstationären Behandlung angefertigten Aufnahmen möglich.

Die Bewertung der paraartikulären Ossifikationen erfolgte gemäß der Klassifikation von Arcq [5]. Dieser radiologische Befund war in 47 % der nachuntersuchten Fälle zu beobachten. Ein ähnlich hohes Auftreten wurde u. a. von *Thomas* und *Teloo* berichtet [163]. In einer Meta-Analyse von 21 repräsentativen Studien wurden Raten von 8,1 bis 90 % angegeben [135]. Das stark differierende Auftreten lag sowohl in der Beurteilung der röntgenologischen Ausprägung der Verknöcherung, als auch in der Art des operativen Zuganges und der Wahl der Ossifikationsprophylaxe begründet. Die der Verknöcherung über den Mechanismus der Prostaglandinsynthesehemmung vorbeugende Wirkung der nichtsteroidalen Antirheumatika ist mittlerweile unumstritten [151]. Die im eigenen Patientengut beobachtete Häufung der heterotopen Ossifikationen war wahrscheinlich der lediglich in zwei Fällen erfolgten Indometacinprophylaxe geschuldet, die aufgrund der möglichen Beeinträchtigung der Nierenfunktion zurückhaltend eingesetzt wurde. Allerdings war die klinische Relevanz der festgestellten Grade I und II nach *Arcq* von untergeordneter Bedeutung, so dass weder Bewegungseinschränkungen noch erneute operative Eingriffe die Folge waren.[5] Ein durchschnittliches Resultat ergibt sich bei der röntgenologischen Lockerungsrate der Gesamtheit von 13,3 % nach 7,3 Jahren Standzeit. Hierbei handelt es sich um Befunde von zwei Patientinnen aus den Gruppen 1 und 2. Keine Lockerungszeichen ließen sich bei den Nierentransplantierten nachweisen.

Tab.4.2 *Literaturübersicht – Ergebnisse anderer Autoren vergleichbarer Untersuchungen*

Autor	Patienten- anzahl (Prothesen)	Lockerungsrate	Wechsel- operationsrate	Prothesen- standzeit (in Jahren)	Einschluss- diagnose/n
Chmell	08 (09)	0 %	0 %	-	NTX
Alpert	17 (24)	0 %	0 %	-	NTX
Bradford	39 (60)	1,6 %	1,6 %	0,9	NTX
Romero	53 (79)	10,1 %	10,1 %	11,2	NTX
Radford	21 (31)	12,9 %	6,5 %	1	NTX
Rösel	27 (40)	13,3 %	10,3 %	6,2	CIHD /NTX
Deo	25 (34)	14,7 %	14,7 %	8,8	NTX
Benoit	21 (21)	19,4 %	14,3 %	-	NTX
Murzic	28 (45)	31,1 %	22,2 %	6,5	NTX
Stromboni	32 (48)	29 %	29 %	5,6	NTX
Goffin	26 (36)	36,2 %	36,2 %	20	NTX
Shrader	28 (36)	11,1 %	11,1 %	-	NTX
	9 (9)	33,3 %	33,3 %	-	CIHD
Lieber- man	16 (26)	8,3 %	4,2 %	-	NTX
	06 (08)	100 %	0 %	-	CIHD
Eigene	05 (07)	0 %	0 %	-	NTX
	03 (05)	20 %	0 %	9,4	CIHD
	03 (03)	33 %	33 %	5,2	NI
gesamt	11 (15)	13,3 %	6,7 %	7,3	NI /CIHD /NTX

(NTX: Nierentransplantation; CIHD: chronisch intermittierende Hämodialyse; NI: nicht chronisch dialysepflichtige Niereninsuffizienz) [3, 8, 12, 17, 28, 52, 96, 107, 122, 129, 130, 150, 160]

Ein aufgrund einer ausgeprägten Protrusio acetabuli durchgeführter Zweiteingriff stellt ein Aufkommen von 6,7 % an Wechseloperationen dar. Die Patientin gehörte der Gruppe der nicht-chronisch Dialysepflichtigen an, wodurch sich für die Nierentransplantierten im Vergleich mit anderen Veröffentlichungen ein sehr gutes Resultat abzeichnet.

Die einzige Wechseloperation wurde nach zweijähriger Beschwerdedauer 5,2 Jahre nach zementfreier Implantation einer Zweymüller-Endoprothese durchgeführt. Den Autoren *Lieberman* [96], *Gualtieri* [64] und *Naito* [110] zufolge, sollte gerade bei dialysepflichtigen Patienten die Indikation zur Wechseloperation besonders vorsichtig gestellt werden. In diesem Fall stützte sich die Indikation sowohl auf den klinischen Befund als auch auf die röntgenologischen Veränderungen. Präoperativ war eine ausgeprägte Protrusio acetabuli mit einer Kranialisierung von 14 mm und einer Medialisierung von 8,5 mm in den Röntgenaufnahmen nachweisbar. Aufgrund der intraoperativen Beurteilung wurde der Schaft belassen und lediglich die Pfannenkomponente auf einen Burch-Schneider-Ring gewechselt.

Entgegen der umfassenden Untersuchung von 113 Wechseloperationen, in der *Henßge* und Mitarb. [68] eine Komplikationsrate von 70 % vermerkten, gestaltete sich der intra- und postoperative Verlauf komplikationslos. In der neunmonatigen Nachbeobachtungszeit bestand Beschwerdefreiheit. Auch röntgenologisch waren keine Lockerungszeichen festzustellen. Das Ergebnis der Austauschoperation ist also bisher als gut zu bewerten, wenn auch die Beobachtungsdauer relativ kurz war. Nach den Resultaten anderer Autoren scheint die Indikationsstellung zur Wechseloperation vor allem die Pfannenkomponente zu betreffen [8, 12, 107, 130]. Angesichts der kleinen Lockerungsfallzahlen ist diese Beobachtung aber zurückhaltend zu beurteilen.

Die Gesamtrate aseptischer Lockerungen von 13,3 % ergibt sich aufgrund zweier im Rahmen der Nachuntersuchung zusätzlich radiologisch nachgewiesener Schaftlockerungen. Im ersten Fall konnte eine Migration des Prothesenschaftes von 6 mm bei der Patientin mit bereits erfolgter Wechseloperation der Pfanne nachgewiesen werden. In der kleinen Gruppe 1 liegt die Rate von 33 % entsprechend hoch. Bei 3 versorgten Hüftgelenken erscheint die Aussagekraft allerdings erheblich eingeschränkt, darüber hinaus finden sich auch keine Vergleichswerte in der Literatur bezüglich dieser speziellen Gruppierung.

Im zweiten Fall zeigte sich eine leicht progrediente Saumbildung von > 2 mm Breite eines Aesculap-PM-Schaftes in den Zonen 1, 2, 5, 6 und 7 nach *Gruen* [63]. Aufgrund

der distalen Krafteinleitung der Prothese, die durch die geringere Belastung der Zonen 6 und 7 nach *Gruen* eine proximale Saumbildung begünstigt, wurde in diesem Fall der distale Integrationsbereich in den Zonen 1 und 2 miteinbezogen, so dass die radiologischen Kriterien erfüllt waren. Die Patientin stammte aus der Gruppe der Dialysepflichtigen, womit sich für die ausgewerteten Prothesen eine Lockerungsrate von 20 % ergibt. Chronisch – Niereninsuffiziente weisen mehrere Faktoren auf, die das Risiko aseptischer Prothesenlockerung erhöhen. So bringen terminale Niereninsuffizienz und Dialysebehandlung die erwähnten negativen Auswirkungen auf den Knochenstoffwechsel mit sich (s. 1.6). Weiterhin zeigen die Erfahrungen, dass postoperativ eine höhere Komplikationsrate zu verzeichnen ist. Aufgrund des zumeist jüngeren Lebensalters ist häufig eine höhere Aktivität der Patienten mit vermehrter postoperativer Materialbelastung zu finden und birgt schließlich die Indikationsstellung eine schwerwiegende Grunderkrankung. Häufiger auftretende Lockerungen werden vor allem nach der Implantation zementierter Systeme beschrieben [19, 103]. Die Lockerungszeichen der betroffenen Patienten traten nach Verläufen von 5,2 und 9,4 Jahren auf. Verglichen mit großen Untersuchungsgruppen von Koxarthrosepatienten entsprach dies einer nur mittleren Prothesenstandzeit, die sich unter Berücksichtigung der Grunderkrankungen und der somit verminderten Lebenserwartung jedoch relativiert [68].

Die Nierentransplantierten ließen nach durchschnittlich 2,5 Jahren keine Lockerungen erkennen und boten im Literaturvergleich ein sehr gutes Ergebnis. Die Nachbeobachtungszeiten der anderen Untersuchungen liegen mit 2 bis 6 Jahren, bis auf eine Arbeit mit 20 Jahren, in einem durchaus vergleichbaren Bereich. Da die Rate an Spätkomplikationen mit zunehmender Verlaufsdauer deutlich ansteigt, wie u. a. *Deo* und Mitarb. beobachteten, ist im Verlauf der nächsten 6 Jahre eine Verschlechterung der Resultate der Nierentransplantierten zu erwarten [28, 107, 129, 130].

Die radiologisch gesicherten Lockerungen fanden sich ausschließlich bei zementfrei implantierten Systemen, die in 16 von 24 Fällen eingesetzt wurden. Damit ergab sich für die beurteilten zementfreien Implantate eine vergleichsweise hohe Lockerungsrate von 18,2 %, so dass nach Wertung der eindeutigen Lockerungszeichen die zementierte Implantation in dem Patientengut vorteilhaft erscheint. Diese Tendenz wird in den gesichteten Veröffentlichungen, welche die Implantationsverfahren miteinander vergleichen jedoch nicht bestätigt. *Murzik* und Mitarb. verweisen auf eine annähernd doppelt so hohe Lockerungsrate der zementierten gegenüber den zementfreien

Endoprothesen [107]. Auch *Rösel* beurteilt die Erfahrungen mit zementfreiem Gelenkersatz insgesamt als gut, obgleich die zementfixierten Prothesen nur geringfügig schlechter abschnitten [130]. Ferner betrachtete die Arbeit von *Alpert* und Mitarb. ausnahmslos zementfreie Verfahren, die nach zweijährigem Verlauf keine Zeichen der Auslockerung erkennen ließ [3]. Bei der Untersuchung Hämodialysepflichtiger nach TEP-Implantation fanden *Naito* und Mitarb. Lockerungen ausschließlich nach zementiertem Gelenkersatz, *Nagoya* und Mitarb. keine nach zementfreier Versorgung. Somit zeigen im Gegensatz zur häufigeren Verwendung zementierter Verfahren, die vergleichenden Untersuchungen bessere Verläufe bei zementfreier Verankerung [109, 110]. Die eigenen Resultate zeigen diesen Vorteil nicht.

Das Auftreten des Lockerungsgeschehens bezüglich der Nebendiagnose der renalen Osteopathie wurde in den vergleichbaren Veröffentlichungen nicht untersucht. Die im eigenen Patientengut als eindeutig gelockert bewerteten Hüftgelenkprothesen wurden nicht in Zusammenhang mit dieser Vorschädigung des Knochens beobachtet. Zunächst scheint die diagnostizierte renale Osteopathie keinen Einfluss auf die Verankerung der Endoprothesen zu besitzen. Untersuchungen der Osteointegration nach zementfreier Prothesenimplantation hingegen zeigten einerseits die Auswirkungen der Osteopenie als der renalen Osteopathie verwandten Knochenstoffwechselstörung und andererseits das Prothesendesign als maßgeblichen Einflussfaktor auf den periprothetischen Knochensubstanzverlust [36]. Die Analyse der leichten radiologischen Veränderungen, im Sinne von Implantatwanderung oder Saumbildung und ohne Erfüllung der Lockerungskriterien bietet hingegen ein anderes Bild (s. 3.1.4). Die beurteilten Röntgenaufnahmen der Patienten mit renaler Osteopathie zeigten in sämtlichen Fällen eine leichte Implantatwanderung gegenüber 25 % der Fälle der restlichen Untersuchten ohne die Osteopathie. Eine geringfügige Saumbildung bot mehr als die doppelte Anzahl der Patienten mit vorgeschädigtem Knochen im Vergleich zu den Verbleibenden. Eine klare Aussage hinsichtlich des Risikos einer aseptischen Lockerung kann anhand dieser Beobachtungen zwar nicht getroffen werden, dennoch lässt sich eine Tendenz zur Saumbildung und möglichen Beeinträchtigung der Osteointegration der Prothesenkomponenten für die Patienten mit renaler Osteopathie erkennen.

Der Vergleich des Implantationsverfahrens der Patienten mit renaler Knochenerkrankung erbrachte für die zementfixierten Systeme ein mehrdimensionales Auftreten der Migration der Pfannenkomponente gegenüber den zementlos verankerten Prothesen. Damit scheinen die zementfreien Implantate der eigenen Patientengruppe

leichte Vorteile bei renaler Osteopathie im Hinblick auf eine langfristige Pfannenverankerung zu bieten. Allerdings ist die Aussagekraft bei insgesamt 7 Patienten mit renaler Osteopathie stark eingeschränkt, so dass weiterführende Untersuchungen mit diesem speziellen Schwerpunkt eine Klärung bringen müssen, zumal sich unter dem Einfluss der diagnostizierten renalen Osteopathie weder beim zementierten noch beim zementfreien Verfahren definitive Lockerungen entwickelten. In ihrer Arbeit über die renale Osteopathie und ihre Bedeutung für den orthopädischen Chirurgen fordern *Horn* und Mitarb. [77] eine exakte diagnostische Abklärung der Osteopathie für die Festlegung der Behandlung.

4.5 Klinische Nachuntersuchung

Die Schwierigkeiten der klinischen Nachuntersuchung bestanden in der Objektivierung, bzw. Standardisierung der Befunde. Verdeutlicht wird diese Problematik durch die Vielzahl verwendeter Bewertungsschemata. Aus diesem Grund wurden bei der eigenen Untersuchung sowohl der *Harris-Hip-Score* [67] als auch das Bewertungsschema nach *Merle d'Aubigné* [99] zur Erhebung der funktionellen Ergebnisse verwendet. Zur Verbesserung der Vergleichsmöglichkeiten wurden Veröffentlichungen herangezogen, die auf diese Bewertungsindices zurückgreifen. Die überwiegende Anzahl der Autoren gab dabei dem *Harris-Hip-Score* den Vorzug gegenüber dem Score nach *Merle d'Aubigné*.

Tab.4.3 *Literaturübersicht – Ergebnisse anderer Autoren vergleichbarer Untersuchungen (durchschnittlich postoperativ erreichte Punktzahlen im Harris-Hip-Scores sowie im Score nach Merle d’Aubigné)*

Autor	Patienten- anzahl (Prothesen)	Harris-Hip- Score (von 100 P.)	Score nach Merle d’Aubigné (von 12 P.)	Beobachtungs- zeitraum (in Jahren)	Einschluss- diagnose/n
Chmell	8 (9)	100		3	NTX
Bradford	39 (60)	95		3,6	NTX
Murzic	28 (45)	89		2 – 18	NTX
Alpert	17 (24)	88		2	NTX
Radford	21 (31)	86		6	NTX
Gualtieri	13 (15)	88,9		4,5	CIHD / NTX
Lieberman	16 (26)	81		4,4	NTX
	6 (8)	51		4,6	CIHD
Benoit	21 (21)		11,8 (sehr gut)	4,2	NTX
Rösel	27 (40)		9,7 (gut)	1 – 16	CIHD /NTX
Eigene	5 (7)	76	9,7	1,4	NTX
	3 (5)	41	5	2,6	CIHD
	2 (2)	77	10,4	4,6	NI
gesamt	10 (14)	71	9,3	2,4	NI /CIHD/ NTX

(NTX: Nierentransplantation; CIHD: chronisch intermittierende Hämodialyse; NI: nicht chronisch dialysepflichtige Niereninsuffizienz; P.: maximal erreichbare Punktzahl) [3, 8, 12, 17, 64, 96, 107, 122, 130]

Es gelang trotz der historisch bedingten geographischen Verteilung der Patienten auf das Gebiet der neuen Bundesländer die Überlebenden (58,8 %) klinisch nachzuuntersuchen. Zeitlich konnte der postoperative Verlauf anhand der Krankenakten, teilweise der Ambulanzkarten und der Nachuntersuchung gut nachvollzogen werden. Die Anzahl der Untersuchten liegt aufgrund des hohen Verstorbenenanteils im unteren Bereich der verglichenen Arbeiten. Die funktionellen Resultate fallen in der Gruppe der Nierentransplantierten gut aus, wobei die postoperative Gehfähigkeit und Beweglichkeit auf ein sehr gutes Niveau gehoben und die Schmerzwahrnehmung deutlich reduziert werden konnte. Die Ausführungen anderer Autoren bestätigen diese guten bis sehr guten Ergebnisse. Allein *Rösel* [130] und *Lieberman* [96], die ebenfalls chronisch Dialysepflichtige in die Untersuchung einschlossen, erreichten ein vergleichbares und lediglich befriedigendes Gesamtergebnis.

Die Scorewerte der einzelnen Gruppen lassen erkennen, dass die chronisch Dialysepflichtigen signifikant schlechtere Resultate ($p=0,047$, $p=0,038$) erreichten und den Gesamtdurchschnitt deutlich senkten (s. Tab. 3.10 und 3.11). Das Operationsalter der betroffenen Patientinnen von 46,2 Jahren und der präoperative Dialysezeitraum von über 6 Jahren entsprechen dem Gesamtdurchschnitt und erklären diesen Zusammenhang nicht. Als ausschlaggebend für die schlechten Werte der Dialysepflichtigen erwiesen sich der weiterhin bestehende Schmerzmittelbedarf und die postoperative Gehfähigkeit, die nur unter Benutzung von Gehhilfen gegeben war. Der Gebrauch von Gehhilfen bewirkt keine effektive Entlastung der auf die knöchernen und prothetischen Strukturen des Hüftgelenkes wirkenden Kräfte, wie *Bergmann* und Mitarb. nachwies [9]. Ihr Einsatz dient vielmehr der psychologischen Erinnerung zur Vermeidung abrupter Bewegungen und dem Auftreten von Spitzenkräften, die nicht selten zur Luxation der Hüftendoprothese führen. Dennoch kann die Benutzung der Gehhilfen einen Hinweis auf die subjektiv empfundene Gangunsicherheit geben und unterstreicht zusammen mit der subjektiven Bewertung des Operationsergebnisses (nicht mehr zufrieden) das schlechte Abschneiden. Die postoperative Beweglichkeitsprüfung erbrachte in diesen Fällen sogar gute Werte. Einschränkend muss hinzugefügt werden, dass die statistische Auswertung der Dialysepflichtigen infolge der kleinen Überlebendenanzahl lediglich die Tendenz schlechterer Resultate angeben kann.

Die Nachuntersuchungsergebnisse der nierentransplantierten Patienten mit 9,7 Punkten und der nicht dialysepflichtigen mit 10,4 Punkten nach *Merle d'Aubigné* sind dagegen

als gut zu bewerten und durchaus mit der durchgesehenen Literatur vergleichbar [3, 8, 12, 17, 107, 122, 130].

Unter den 3 bisher veröffentlichten Arbeiten über künstlichen Gelenkersatz aufgrund der Femurkopfnekrose, die Nierentransplantierte und chronische Dialysepatienten einbeziehen, kamen *Lieberman* und Mitarb. ebenfalls zu der Feststellung, dass die chronisch Dialysepflichtigen überwiegend (81%) schlechte funktionelle und röntgenologische Ergebnisse zeigten, die Nierentransplantierten hingegen im allgemeinen zufriedenstellende Resultate aufwiesen, deren Werte einer nierengesunden Vergleichsgruppe entsprachen [96]. Es zeigt sich hier eine hohe Übereinstimmung mit den Resultaten der eigenen Untersuchung. Da die drei beteiligten Kliniken der multizentrischen Nachuntersuchung von *Lieberman* Patientengruppen ähnlicher Größenordnungen anführen, bleiben die kleinen Fallzahlen somit vergleichbar. *Gualtieri* und Mitarb. [64] verwiesen gleichfalls auf zwei schlechte funktionelle Resultate der Gruppe der Dialysepflichtigen bei elf ausgezeichneten Ergebnissen der verbleibenden Untersuchten und betrachteten den Gelenkersatz in den Fällen mit ungenügender Knochenmineralisation letztlich als nicht empfehlenswert.

Die Beobachtungen Dialysepflichtiger nach Hüftgelenkersatz bestätigen diese schlechten Erfahrungen.

Toomey und Mitarb. [165] berichten über 58 % revidierte bzw. gelockerte Endoprothesen. Auch *Naito* und Mitarb. [110] fanden anhand der schlechten postoperativen Scorewerte eine ungünstig hohe "Risiko-Nutzen-Relation" nach Hüftgelenkendoprothetik bei Hämodialysepflichtigen, die durch eine Lockerungsrate von 35,3 % veranschaulicht wird.

Insgesamt kann das postoperative Fortbestehen der Hüftgelenkschmerzen mit nachteiligen Auswirkungen auf die Gehfähigkeit als ein Zeichen für eine unzureichende ossäre Integration der Prothesenkomponenten bei einer bestehenden oder sich unter der Dialysetherapie entwickelnden renalen Osteopathie gesehen werden, was sich durch die hohen Lockerungsraten zu bestätigen scheint. Darüber hinaus deuten die Ergebnisse der Nierentransplantierten entgegen den eher pessimistischen Einschätzungen von *Horn* und Mitarb. [77] darauf hin, dass die Folgen des vormals defizitären Hormonhaushaltes nach erfolgreicher Nierentransplantation zumindest zurückgedrängt werden können. So ist die von *Lieberman* und Mitarb. [96] veränderte Indikationsstellung der Totalendoprothetik des Hüftgelenks überdenkenswert, die den Gelenkersatz vorzugsweise den bereits Nierentransplantierten empfiehlt und ihn den

Dialysepflichtigen vorbehalten, die in absehbarer Zeit ein Nierentransplantat erhalten sollen [166].

Die funktionellen Resultate geben keinen weiteren signifikanten Aufschluss über die gefundenen Vorteile der zementierten gegenüber den zementfreien Systemen, so dass nebeneinander die überwiegende Verwendung der zementfixierten Endoprothesen und die mehrheitlich besseren Verläufe zementfreier Prothesen in vergleichenden Untersuchungen stehen. Allerdings widersprechen hier die eigenen Auswertungen zugunsten der zementierten Verankerung.

Die Frage nach der Wahl des Implantationsverfahrens bei bestehender renaler Osteopathie bleibt weiterhin schwierig zu beantworten und tritt überdies etwas in den Hintergrund, da in erster Linie die renale Funktion mit einer bestehenden Dialysepflicht und konsekutiver Auswirkung auf den Knochenstoffwechsel, bzw. die erfolgte Nierentransplantation für das erreichbare Operationsergebnis ausschlaggebend scheinen. Unter diesen Aspekten sollten zukünftige Untersuchungen bei Dialysepatienten mit geplantem künstlichen Gelenkersatz folgen, um zum einen die gefundenen Ergebnisse bestätigen zu können und sich zum anderen eine zurückhaltende Indikationsstellung bei den chronisch Dialysepflichtigen durchsetzen kann.

4.6 Grunderkrankung und Risikofaktoren

Die Ursachen der chronischen Niereninsuffizienz bestanden zu annähernd je einem Drittel aus der chronischen Glomerulonephritis bzw. der chronischen Pyelonephritis, womit die chronischen Nephritiden die häufigste Indikation zur Nierentransplantation stellten. In dieser Gruppe zeigen die männlichen Patienten ein leichtes Übergewicht.

In der Arbeit von *Radford* und Mitarb. [122] bietet sich bezüglich der zur Nierentransplantation führenden Ursachen ein vergleichbares Bild. Exakt zwei Drittel der Untersuchungsgruppe wiesen eine chronische Glomerulonephritis bzw. Pyelonephritis als Grunderkrankung auf. Die Resultate von *Bradford* und Mitarb. [12] bestätigen diese Nephritisformen als häufigste Ursachen der chronischen Niereninsuffizienz mit 46 %.

Die Hämodialysedauer der Nierentransplantierten vor Erhalt des Transplantates betrug im Durchschnitt 4,2 Jahre und liegt damit im oberen Drittel der in der Literatur

dargelegten Dialysezeiten, die von *Bradford* und Mitarb. mit 10,5 Monaten bis hin zu *Schreiber* und Mitarb. mit 7 Jahren angegeben werden [12, 142].

Der durchschnittliche Dialysezeitraum vor Implantation der Endoprothese stellt sich jedoch wesentlich größer dar, da einerseits in 2 Fällen eine Zweittransplantation mit zwischenzeitiger Dialysetherapie erforderlich war und andererseits sich bei 3 weiteren Patienten auch nach der Transplantation eine erneute Dialysepflicht aufgrund von Rejektionen, Nephrektomie des Transplantates bzw. rezidivierenden Niereninfektionen entwickelte. Für sämtliche Dialysepflichtigen der Patientengruppe betrug das Hämodialyseintervall 10,4 Jahre, und es wird ersichtlich, dass die Hämodialysedauer vor Nierentransplantation die Verhältnisse nur unzureichend beschreibt. Lediglich in der Arbeit von *Rösel* [130] finden sich Angaben über die gesamte durchschnittliche Dialysedauer vor Prothesenimplantation mit 7,1 Jahren.

Nach dem "Übersichtsreferat über die renale Osteopathie" von *Schober* [140] führen schon geringgradige Nierenfunktionsstörungen bei der Mehrzahl der betroffenen Patienten zu histologisch erfassbaren Skelettveränderungen, die sich in der Regel unter Langzeitdialysetherapie klinisch in Form der renalen Osteopathie manifestieren. Somit haben die untersuchten Patientengruppen vergleichsweise ungünstige den Knochenstoffwechsel betreffende Voraussetzungen.

Auch *Heuck* und Mitarb. beobachteten bei chronisch Hämodialysierten beginnende radiologische Veränderungen des Hüftkopfes und des Oberschenkelhalses, noch bevor bei den betroffenen Patienten eine Nierentransplantation erforderlich wurde. Zur Sicherung der Befunde verwendeten sie konventionelle Tomographien und vergrößerte Zielaufnahmen [70]. Aufgrund der Untersuchungstechnik können die retrospektiv untersuchten Fälle allerdings nicht mit diesen Ergebnissen verglichen werden.

Ferner zeigte sich bei einer Untersuchung der Dialysezeiträume Nierentransplantiertes, dass die durchschnittliche Therapiedauer vor Nierentransplantation bei den Patienten mit Entwicklung einer aseptischen Femurkopfnekrose wesentlich größer war als bei der Gruppe ohne Auftreten der Osteonekrose [112].

Nach Berichten von *Bailey* und Mitarb. bestand in einer Gruppe von 23 chronischen Dialysepatienten mit Diagnose einer Femurkopfnekrose in 21 Fällen ein Hyperparathyreoidismus. Die Untersucher sahen hierin einen möglichen ätiologischen Zusammenhang [6].

Den langen Dialysezeiträumen entsprechend bestand bei 6 der Nierentransplantierten und bei einer dialysepflichtigen Patientin eine diagnostizierte renale Osteopathie des

Typs I b, II b, bzw. III b nach *Delling*. In allen Fällen ging eine langjährige Dialysetherapie voraus (5,8 Jahre im Durchschnitt). Demgegenüber stehen nur 3 Patienten, bei denen ein sekundärer oder tertiärer Hyperparathyreoidismus festgestellt wurde, der sich laut *Chmell* und Mitarb. bei jedem Niereninsuffizienten ohne adäquate Vit.-D Substitution einstellen müsste [17].

Die in der Einleitung als mögliche Ursachen besprochenen Grunderkrankungen, bzw. für die Femurkopfnekrose prädisponierenden Faktoren, wie u. a. Hyperurikämie, Lupus erythematoses und Alkoholabusus, traten bei 7 von 10 Nierentransplantierten und bei 6 der 7 restlichen Patienten auf. Für 13 (76,5 %) der 17 Patienten ergaben sich neben der bestehenden Grunderkrankung damit ein bis fünf (durchschnittlich 3,3) zusätzliche Risikofaktoren im Hinblick auf die Entstehung der Femurkopfnekrose. Die Untersuchung von *Rösel* [130] erbrachte bei 51,5 % der Patienten ein bis drei weitere Faktoren, die als mögliche Ursachen der Hüftkopfnekrose und somit das Risiko erhöhend hinzukamen. Über deren qualitative Bedeutung kann jedoch bei bereits bestehender renaler Knochenkrankung oder einer immunsuppressiven Steroidtherapie nach Nierentransplantation keine eindeutige Aussage getroffen werden, da sich keine Korrelation zwischen der Anzahl der Risikofaktoren und dem Krankheitsverlauf oder dem funktionellen Nachuntersuchungsergebnis nachweisen ließ.

Ein die Femurkopfnekrose vorantreibender Faktor ist die dagegen schon ausführlicher untersuchte Steroidlangzeit- oder Steroidbolustherapie. In der Untersuchungsgruppe hatten 14 Patienten (82%) eine Steroidtherapie erhalten. Weniger ausschlaggebend scheint hierbei die durchschnittliche Therapiedauer zu sein, die bei 9,8 Jahren lag. Bei 7 Patienten (41,2%) wurden aufgrund einer Rejektionskrise ihres Transplantates oder zur Behandlung einer weiteren Grunderkrankung mindestens zwei hochdosierte Steroidbehandlungen durchgeführt.

In den meisten vergleichbaren Arbeiten haben sämtliche Patienten eine Steroidstoßtherapie erhalten, da überwiegend Nierentransplantierte untersucht wurden. Die Ansichten der einzelnen Untersucher über die Wirkungsweise der immunsuppressiven Begleitmedikation nach Nierentransplantation und die mögliche Auslösung der aseptischen Femurkopfnekrose bieten kein einheitliches Bild [8, 12, 17, 66, 96, 107, 122, 130].

Benoit und Mitarb. fanden keine Korrelation zwischen der durchschnittlichen Steroidtherapiedauer und der Anzahl nekrotischer Läsionen am Skelettsystem. Hingegen stieg die Anzahl der Osteonekroseherde signifikant mit der Anzahl kurzzeitig

hochdosierter Steroidgaben zur Behandlung von Rejektionskrisen an [8]. *Chmell* und Mitarb. fanden bei 14 Patienten (74%) ihrer Untersuchungsgruppe jeweils 3 hochdosiert behandelte Rejektionskrisen [17]. Über eine geringere Manifestationsrate der Hüftkopfnekrose in einer Gesamtheit von Nierentransplantierten berichten weiterhin *Harrington* und Mitarb. [66] bei deutlicher Reduktion der Steroiddosis. Diese Ergebnisse werden von den Untersuchungen anderer Autoren dagegen nicht bestätigt [55, 80]. Einen zusätzlichen Aspekt liefert dabei die Beobachtung von *Landmann* und Mitarb., dass nach Einführung von Cyclosporin A in die immunsuppressive Kombinationstherapie, und sich daraus ergebender Reduktion der Glukokortikoiddosis, die Femurkopfnekroserate bei Nierentransplantierten signifikant abgenommen hat. In der eigenen Untersuchungsgruppe erhielten sämtliche nierentransplantierte Patienten Azathioprin, Cyclosporin A oder beide Zytostatika in Kombination mit Steroiden [92].

Beim Vergleich der Patienten, die mit Steroiden mehrfach hochdosiert behandelt wurden gegenüber den Patienten, die maximal eine Stoßtherapie erhielten, waren keine signifikanten Unterschiede bei Betrachtung der postoperativen Scorewerte und den Zeiträumen von Beschwerdebeginn bis zur TEP - Implantation sowie von Diagnosestellung der Niereninsuffizienz bis zur Prothesenimplantation erkennbar. Obwohl die Patienten mit mehrfacher Stoßtherapie in der Tendenz scheinbar eine langsamere Progression der Femurkopfnekrose erkennen ließen, so ist doch hervorzuheben, dass bei sämtlichen Nierentransplantierten dieser Gruppe eine beidseitige Hüftkopfnekrose auftrat.

Im Vergleich zeigte sich bei den Dialysepflichtigen eine signifikant höhere Steroidbehandlungsdauer gegenüber den nicht-dialysepflichtigen Niereninsuffizienten und den Nierentransplantierten. Jedoch blieb dies ohne korrelierende Auswirkung auf das postoperative funktionelle Ergebnis. Ebenso erbrachte der Vergleich der Therapiedauer mit dem Zeitintervall zwischen Beschwerdebeginn und TEP – Implantation keinen korrelierenden Zusammenhang.

Die Autoren *Chmell* sowie *Harrington* sahen einen Zusammenhang zwischen erfolglosen Nierentransplantationen und der fortschreitenden Demineralisierung des Skelettes sowie einem vermehrten Auftreten von Femurkopfnekrosen. Mehrere erfolglose Nierentransplantationen schienen zumindest ein Faktor zu sein, der das Fortschreiten der Knochenerkrankung begünstigt [17, 107].

So bestand bei den beiden zweifach-nierentransplantierten Patienten eine renale Osteopathie der Stadien I b bzw. III b nach *Delling*. Ein Unterschied im Vergleich zu den

Einfach-Nierentransplantierten konnte, wenn auch nicht statistisch signifikant, bezüglich des Zeitraums von erster Nierentransplantation bis zum Beschwerdebeginn hergeleitet werden. Der Beschwerdebeginn setzte bei den Zweifach-Nierentransplantierten deutlich früher ein, als dies bei den Einfach-Transplantierten der Fall war. Damit konnte der von *Chmell* und *Harrington* angegebene Trend nachvollzogen werden [17, 107].

Die Mehrzahl der Autoren beschrieb unter Berufung auf *Starzl* und Mitarb. die Entstehung der Femurkopfnekrosen ihrer zumeist nierentransplantierten Patienten als Folge der Immunsuppression mit Kortikosteroiden [8, 17, 107, 122, 156]. *Bradford* und Mitarb., *Rösel* sowie die eigenen Ergebnisse deuten darauf hin, dass von einer multifaktoriellen Ätiologie der Femurkopfnekrose der einbezogenen Patienten auszugehen ist [12, 130]. Zum einen ergaben sich bei 10 von 14 Patienten, die mit Steroiden behandelt wurden, die bereits erwähnten zusätzlichen ätiologischen Risikofaktoren und zum anderen wurde bei 3 nicht-nierentransplantierten Patienten keine Steroidtherapie durchgeführt. In diesen 3 Fällen ist demnach eine steroidinduzierte Hüftkopfnekrose auszuschließen. In Betracht kommen hier ursächlich, wie in der Einleitung unter 2.1.1 aufgeführt, die dokumentierten Nebendiagnosen der chronischen Glomerulonephritis, der Hyperurikämie und der arteriellen Hypertonie.

Die folgende Tabelle stellt im Vergleich mit ausgewählten Ergebnissen der Literatur die Prothesenanzahl, die Geschlechtsverteilung und die durchschnittlichen Zeiträume von Nierentransplantation über Beschwerdebeginn bis zur Prothesenimplantation für die Gruppe der Nierentransplantierten dar.

Tab.4.4 *Literaturübersicht – Ergebnisse anderer Autoren bei Nierentransplantierten (Zeiträume von Nierentransplantation bis Beschwerdebeginn und TEP-Implantation)*

Autor	Jahr der Veröffentlichung	Patientenanzahl (Prothesen)	Geschlechtsverteilung (m : w)	Zeiträume (in Monaten)		
				NTX -TEP	NTX-B.	B.-TEP
Schreiber	1982	20 (30)	1,9 : 1	48	12	36
Bradford	1983	39 (60)	2,9 : 1	30	8	22
Chmell	1983	8 (9)	8,0 : 0	41	14	27
Rösel	1986	20 (30)	1,5 : 1	38	19	19
Murzic	1994	46 (77)	1,9 : 1	38,6	17,5	21,1
Deo	1995	25 (34)	2,1 : 1	61	29	32
Eigene	2008	17 (24)	1,2 : 1	96	36	60

(NTX: Nierentransplantation; TEP: Totalendoprothesen-Implantation; B.: Beschwerdebeginn; m: männlich; w: weiblich) [12, 17, 28, 122, 130, 142]

Aus den oben aufgeführten Daten wird ersichtlich, dass die beobachteten Zeiträume der eigenen Untersuchungsgruppe zwischen Nierentransplantation, Beschwerdebeginn und Implantation der Totalendoprothese größer waren als die gefundenen Ergebnisse der Literatur. Dementsprechend lässt sich ableiten, dass die Progression der Femurkopfnekrose bei diesen Patienten mit durchschnittlichen 8 Jahren am längsten aufgehalten wurde. Dabei könnte ebenfalls die zunehmende Verwendung der Zytostatika Cyclosporin A und Azathioprin seit der Einführung in die Immunsuppressionstherapie zu Beginn der achtziger Jahre eine Rolle spielen, wie sie in den jüngeren Arbeiten beschrieben sind.

Bei Betrachtung der Aufschlüsselung der Zeitintervalle von Nierentransplantation bis TEP – Implantation fällt auf, dass der Durchschnitt aufgrund zweier Patienten mit Beschwerdedauern von 13 – 16 Jahren stark angehoben wird. Es ist dabei zu bemerken, dass die ersten Hüftgelenkbeschwerden des Patienten mit der längsten Beschwerdedauer nicht explizit der Hüftkopfnekrose zugeordnet wurden, sondern in

den Unterlagen im Zusammenhang mit der Osteoporose vermerkt sind. Die restlichen Untersuchten bedurften nach 4 Monaten bis 4 Jahren einer Totalendoprothese und liegen damit in vergleichbaren Durchschnittsbereichen anderer Autoren von 2,5 bis 5 Jahren.

Die Analyse der 3 Gruppen für den Zeitraum von Beschwerdebeginn bis zur Endoprothesenimplantation erbringt zum Teil signifikante Unterschiede. So weisen die Nicht-dialysepflichtigen der Gruppe 1 den kürzesten Beschwerdezeitraum und damit das schnellste Fortschreiten der Hüftkopfnekrose innerhalb von 1,6 Jahren auf. Mit signifikant langsamerer Progression ergab sich in der Gruppe der Dialysepflichtigen eine Beschwerdedauer von 3,7 Jahren. Bei den Nierentransplantierten schritt die Femurkopfnekrose am langsamsten fort, der Zeitraum mit Hüftgelenkbeschwerden betrug hier durchschnittlich 5 Jahre, jedoch lagen die Einzelwerte am weitesten gestreut. Das Stadium der Nierenerkrankung scheint somit die entscheidende Einflussgröße zu sein. Die Anzahl der zur Osteonekrose führenden Risikofaktoren schienen auf die Schmerzdauer keinen Einfluss zu haben, da sie sich in den einzelnen Gruppen nicht signifikant unterscheiden. Möglicherweise verzögert hierbei die schwere der Grunderkrankung eine frühere Operation, da die Operationsfähigkeit der Nierentransplantierten und Dialysepflichtigen den Operationszeitpunkt maßgeblich mitbestimmt.

Bezüglich dieser Darstellung bestehen keine Vergleichsmöglichkeiten in der Literatur. In den Arbeiten, die neben Nierentransplantierten auch Dialysepflichtige einbeziehen, wird auf die Gruppenanalyse der Beschwerdedauer verzichtet [130].

4.7 Verstorbene Patienten

Die schwerwiegende Bedeutung der Grunderkrankung wird durch das Versterben von 41,2 % der untersuchten Patienten bis zum Abschluß der Untersuchung verdeutlicht. In Anbetracht der Angaben anderer Autoren erscheint diese Letalitätsrate hoch. So können bei gründlicher präoperativer Vorbereitung risikoerhöhende Begleiterkrankungen evaluiert und Risikopatienten erkannt werden.

Bei entsprechendem Vorgehen ist für sämtliche Fälle hervorzuheben, dass die Todesursache in keinem kausalen sowie zeitlichen Zusammenhang mit der erfolgten

Hüftgelenkoperation stand. Fünf und somit der überwiegende Teil der verstorbenen Patienten waren nierentransplantiert. Der durchschnittliche Zeitraum nach Hüftgelenkersatz betrug in der Transplantiertengruppe 4,6 Jahre (für die Gesamtheit 4,9 Jahre), nach Nierentransplantation 10,4 Jahre. In der durchgesehenen Literatur lagen die Raten teilweise weit auseinander. *Schreiber* und Mitarb. [142] verwiesen auf 2 verstorbene von 20 Patienten, und nach einer durchschnittlich dreijährigen Überlebenszeit verstarben *Alpert* und Mitarb. [3] zufolge 17,6 % der Nierentransplantierten ihrer Untersuchungsgruppe. Eine wesentlich höhere Rate zeigten hingegen *Radford* und Mitarb. [122] auf, 47,5 % ihrer Nachuntersuchten verstarben durchschnittlich 3,5 Jahre nach endoprothetischer Versorgung. Eine ähnlich hohe Rate Verstorbener (42,2 %) nach 15 Jahren erbrachten die Ergebnisse von *Romero* und Mitarb. [129]. Bis auf wenige Ausnahmen lagen die Todesursachen außerhalb der orthopädischen Behandlung. In der eigenen Untersuchung war das Versterben in Einklang mit den Beobachtungen anderer Autoren vorwiegend kardiovaskulär sowie durch Komplikationen der renalen Grunderkrankung bedingt.

5. Zusammenfassung

Die Arbeit betrachtet die Thematik der Alloarthroplastik des Hüftgelenkes in Zusammenhang mit den verschiedenen Stadien der Niereninsuffizienz bei konsekutiver Schädigung des Knochenstoffwechsels in Form der Hüftkopfnekrose. In der Orthopädischen Klinik der Charité wurden in dem Zeitraum von 1985 bis 1997 bei 17 Patienten 24 Totalendoprothesen unter dieser Indikation implantiert. Es wurden 8 Frauen und 9 Männer operativ versorgt. In 7 Fällen erfolgte der Eingriff bei gleicher Indikation bilateral.

Die Niereninsuffizienz befand sich bei 3 Patienten im Stadium der kompensierten Retention, 4 Patienten waren chronisch intermittierend dialysepflichtig und 10 Patienten waren nach terminaler Niereninsuffizienz bereits erfolgreich nierentransplantiert. Der Altersdurchschnitt zum Zeitpunkt der endoprothetischen Versorgung lag bei 46,2 Jahren. Die nierentransplantierten Patienten waren durchschnittlich älter (48,7 Jahre)

als die chronisch Dialysepflichtigen (46,2 Jahre). Deutlich jünger (39,4 Jahre) waren die Niereninsuffizienten im Stadium der kompensierten Retention.

Die Indikation zum Hüftgelenkersatz ergab sich aus dem Beschwerdebild und der Femurkopfnekrose im Stadium III (41,7 % der Fälle) bzw. im Stadium IV (58,3 % der Fälle) *nach Ficat* [41].

Zementfrei implantiert wurden 67,7 % der Prothesen, wobei ab 1990 die Standardversorgung mit der Zweymüller-Prothese erfolgte, welche die zuvor verwendete Aesculap PM-Prothese ersetzte. Zementierte Modelle fanden vorrangig bei bestehender renaler Osteopathie und Osteoporose Verwendung.

Das Intervall zwischen Beginn der Niereninsuffizienz und endoprothetischem Eingriff betrug durchschnittlich 109,1 Monate, wobei die Niereninsuffizienten (15,2 Monate) einen deutlich kürzeren Zeitraum aufwiesen als die Dialysepflichtigen (71,6 Monate) und die Nierentransplantierten (148 Monate). Ebenfalls kürzer war die Beschwerdedauer der Niereninsuffizienten vor Prothesenimplantation (19,2 Monate) im Vergleich zu den Dialysepflichtigen (44,4 Monate) und den Nierentransplantierten (60,3 Monate). Der durchschnittliche Zeitraum zwischen Nierentransplantation und Hüftgelenkersatz betrug 94 Monate (Variationsbreite: 9-193 Monate).

14 Patienten (58,3 %) wurden mit Steroiden durchschnittlich 117,6 Monate behandelt. Davon erhielten 3 aufgrund einer beginnenden Transplantatrejektion und 4 zur Behandlung weiterer Grunderkrankungen eine kurzfristig hochdosierte Stoßtherapie. Eine Auswirkung der beschriebenen Intervalle auf die funktionellen und röntgenologischen Ergebnisse konnte nicht nachgewiesen werden.

Bei der Anamneseerhebung wurden durchschnittlich 2,7 additive Erkrankungen (1 - 7 Erkrankungen) als zusätzliche Risikofaktoren zur Entstehung der Femurkopfnekrose diagnostiziert, wobei die Anzahl der Begleiterkrankungen ohne Einfluss auf die postoperativen Resultate blieb.

Der perioperative Standard zur Thromboembolie- und Infektionsprophylaxe wurde bei allen Patienten eingehalten. Die zur Vermeidung periartikulärer Ossifikationen 1991 standardisierte Indometacingabe erfolgte in lediglich zwei Fällen. Thromboembolische Komplikationen wurden nicht beobachtet. Da ein großer Teil der tiefen Beinvenenthrombosen vor dem Auftreten einer Lungenarterienembolie klinisch symptomlos bleibt, ist dagegen mit nicht diagnostizierten Fällen zu rechnen. Postoperative Allgemeinkomplikationen traten bei 45,8 % der Patienten auf, dabei stand die Erhöhung der Retentionswerte (25 %) im Vordergrund. Die aufgrund der

Einschlusskriterien bestehende Multimorbidität der Patienten ist ein wesentlicher Aspekt für die hohe Komplikationsrate, die aber im Rahmen der vergleichbaren Arbeiten liegt [3, 8, 12, 17, 64, 96, 107, 122, 130].

Die Anzahl der Frühinfektionen im Sinne der Wundheilungsstörung (8,3 %) kann als Folge der immunsuppressiven Therapie zur Verhinderung einer Transplantatabstoßung interpretiert werden. Tiefe Infektionen traten weder früh- noch spätpostoperativ auf. Die Anzahl der Prothesenluxationen liegt mit 12,5 % der Fälle im oberen Bereich der vergleichbaren Arbeiten. Die Inzidenz dieser Komplikation ist deutlich höher als bei der Primärversorgung von Koxarthrosepatienten, so dass auf eine vermehrte muskuläre Insuffizienz geschlossen werden kann. Bei einer Patientin folgte nach einer Standzeit von 60 Monaten eine einzeitige aseptische Wechseloperation der Totalendoprothese.

Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung wurde nach durchschnittlich 29 Monaten das postoperative funktionelle und radiologische Ergebnis aller überlebenden Patienten (58,3 %) ermittelt. Zur Bewertung wurden der *Harris-Hip-Score* und der Score nach *Merle d'Aubigné* herangezogen. Der postoperative Verlauf der 7 verstorbenen Patienten konnte nur teilweise mittels an die behandelnden Orthopäden versandte Fragebögen erfasst werden. Die Patienten verstarben durchschnittlich 57 Monate nach dem operativen Eingriff, ohne dass sich ein Zusammenhang zur operativen Versorgung herstellen ließ.

Sowohl der *Harris-Hip-Score* (71,3 Punkte) als auch der Score nach *Merle d'Aubigné* (9,3 Punkte) zeigten ein befriedigendes Gesamtergebnis. Somit entsprach die Erfolgssicherheit nicht derjenigen nach endoprothetischer Versorgung von Koxarthrosepatienten. Vor allem bei den Resultaten der Schmerzbeurteilung und der Gehfähigkeit fiel das deutlich schlechtere Abschneiden der Dialysepflichtigen auf (5 Punkte nach *Merle d'Aubigné*, 41 Punkte im *Harris-Hip-Score*). Die Aussage über den Einfluss der renalen Grunderkrankung auf das funktionelle Ergebnis wird durch die stark variierenden Fallzahlen beeinträchtigt. Die ablesbare Tendenz scheint sich allerdings durch die hohe Übereinstimmung der vergleichbaren Arbeiten und die Untersuchungen ausschließlich Dialysepflichtiger zu bestätigen.

Eine Röntgenuntersuchung bei 15 versorgten Hüftgelenken nach durchschnittlich 28,8 Monaten ergab in 47 % paraartikuläre Verkalkungen der Grade I und II nach *Arcq*, die ohne therapeutische Konsequenzen blieben. In 2 Fällen (13,3 %) waren die Kriterien einer aseptischen Lockerung nach zementfreier Implantation erfüllt. Bei einer niereninsuffizienten Patientin stellten eine *Protrusio acetabuli* und eine ausgeprägte

Schaftsinterung die Indikation zur Wechseloperation. Im zweiten Fall wurde bei einer dialysepflichtigen Patientin eine Schaftlockerung verifiziert, die bis zum Zeitpunkt der klinischen Untersuchung keine Beschwerden verursachte.

Eine geringfügige Saumbildung bzw. Migration der Prothesenkomponenten wurde in 7 Fällen (46,6 %) ermittelt. Sämtliche Patienten mit präoperativ diagnostizierter renaler Osteopathie sowohl nach zementiertem als auch nach zementfreiem Gelenkersatz zeigten diese Veränderungen.

Der sich abzeichnende Vorteil des zementierten Verfahrens fand in den Angaben anderer Autoren keine Bestätigung. Entscheidender als das gewählte Implantationsverfahren erscheint das Stadium der renalen Erkrankung bzw. die aktuelle Nierenfunktion mit der entsprechenden Beeinträchtigung des Knochenstoffwechsels und dessen osteointegrativer Potenz, was sich durch die Lockerungszeichen und die schlechten funktionellen Resultate der Dialysepflichtigen auch in den vergleichbaren Arbeiten zu bestätigen scheint. Somit kann das postoperative Fortbestehen der Hüftgelenkschmerzen mit nachteiliger Reduktion der Gehfähigkeit als Auswirkung möglicher Mikrobewegungen der implantierten Prothesenkomponenten aufgrund einer unzureichenden ossären Integration bei einer bestehenden oder sich unter der Dialysetherapie entwickelnden renalen Osteopathie interpretiert werden. Der Bedeutung der übrigen prä- und perioperativen Risiken bzw. der Anzahl und Schwere der restlichen Grunderkrankungen scheint für die objektiven und subjektiven Resultate völlig in den Hintergrund zu treten.

Als Konsequenz ergibt sich sowohl aus den eigenen und den Ergebnissen vergleichbarer Arbeiten, als auch aus Untersuchungen terminal Niereninsuffizienter eine zukünftig zurückhaltende Indikationsstellung für die totalendoprothetische Hüftgelenkversorgung akut Dialysepflichtiger zugunsten der bereits nierentransplantierten oder der in absehbarer Zeit zur Nierentransplantation anstehenden Patienten.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Abeles-M; Urmann-JD; Rothfield-NF: Aseptic necrosis of bone in systemic lupus erythematosus, relationship to corticosteroid therapy. Arch-intern-Med 138 (1978) 750-54
- [2] Aigner-N; Petje-G; Schneider-W; et al.: Bone marrow edema syndrome of the femoral head: treatment with the prostacyclin analogue iloprost vs. core decompression: an MRI-controlled study. Wien-Klin-Wschr 117 (2005) 130-135
- [3] Alpert-B; Waddel-JP; Morton-J; Bear-RA: Cementless total hip arthroplasty in renal transplant patients. Clin-Orthop 284 (1992) 164-169
- [4] Anderson-L; Kammerer-WS; Greer-RB: Risk factor assessment in 101 Total Hip Arthroplasties: A medical perspective. Clin-Orthop 141 (1979) 50-54
- [5] Arcq-M: Die paraartikulären Ossifikationen - eine Komplikation der Totalendoprothese des Hüftgelenkes. Arch-Orthop-Trauma-Surg 77-2 (1973) 108-31
- [6] Bailey-GL; Griffith-HJL; Mocelin-AJ; Gundy-DH; Hampers-CL; Merril-JP: Avascular necrosis of the femoral head in patients on chronic hemodialysis. Trans-Amer-Soc-Artif-Int-Organs 18 (1972) 401-404
- [7] Beltran-J; Knight-CT; Zuelzer-WA; et al.: Core decompression for avascular necrosis of the femoral head: correlation between long term results and preoperative MR staging. Radiology 175 (1990) 533-536
- [8] Benoit-J; Videcoq-P; Got-C: Osteonecrosis of the femur head in patients with renal transplant. Apropos of 82 surgically treated hips. Rev-Chir-Orthop 75 (4) (1989) 216-27
- [9] Bergmann-G ; Rohlmann-A ; Graichen-F: In-vivo-Messung der Belastung von Hüftendoprothesen – Konsequenz für die Rehabilitation. in: Die zementlose Hüftprothese. Hrsg.: Hipp-E; Gradinger-R; Ascherl-R, Demeter-Verlag (1992) 97-101
- [10] Bornstein-A; Plate-E:Über chronische Gelenkveränderungen entstanden durch Preßlufferkrankung. Fortschr-Röntgen 18 (1911) 197-206
- [11] Bozdech-Z; Bozdechova-M: Aseptic necrosis of the head of the femur in congenital haemolytic anaemia. Med-Surg-Sect 9 (1961) 22-27
- [12] Bradford-DS; Janes-PC; Simmons-RS; Najarian-JS: Total hip arthroplasty in renal transplant recipients. Clin-Orthop 181 (1983) 107-14
- [13] Brazil-M; Linderer-RJ; Dickhans-MJ; Garvin-PJ: Aseptic hip necrosis after renal transplantation. Arch-Surg 121 (1986) 803-5
- [14] Catto-M: Avascular necrosis of the femoral head after transcervical fracture. J-Bone-Jt-Surg 11A (1965) 749-76
- [15] Chandler-F: Coronary disease of the hip. J-Int-Coll-Surg II (1948) 34

- [16] Chatterjee-SN; Massry-SG; Friedler-RM; Singer-FR; Berne-TV: The high incidence of persistent secondary hyperparathyroidism after renal homotransplantation. *Surg-Gyn-Obst* 143 (1976) 440
- [17] Chmell-SJ; Schwartz-CM; Giacchino-JL; Ing-TS: Total hip replacement in patients with renal transplants. *Arch-Surg* 118(4) (1983) 489-95
- [18] Coleman-BG; Kressel-HJ; Dalinka-MK; Scheibler-ML; Burk-DL; Cohen-EK: Radiographically negative avascular necrosis: detection with MR imaging. *Radiology* 168 (1988) 525-528
- [19] Collis-DK: Cemented total hip replacement in patients who are less than fifty years old. *J-Bone-Jt-Surg* 66A (1984) 353
- [20] Coste-F; Massias-P; Mèrle d'Aubigné-R; Bostel-M; Gueguen-J; Grellat-P: Evolution de l'ostéonécrose de la tête femorale et perspective thérapeutiques. *Presse-Med* 73 (1965) 263-267
- [21] Coste-F; Piguet-P; Delbarre-F; Saddi-J: Sur 5 cas d'osteolyse de la tête femorale au cours de la polyarthrite chronique évolutive. *Rev-Rhum* 23 (1956) 452-465
- [22] Cushner-HM; Day Adams-N: Review: Renal Osteodystrophy - Pathogenesis and treatment. *Am-J-Med-Scienc* 291 (1986) 264-275
- [23] D'Ambrosia-RD; Shojij-H; Riggins-R: Szintigraphy in the diagnosis of osteonecrosis. *Clin-Orthop* 130 (1978) 139-143
- [24] Dambacher-MA: Renale Osteodystrophie. in: *Praktische Osteologie*. Hrsg.: Dambacher-MA, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1982
- [25] David-T; Felson-J; Anderson-J: Across-study evaluation of association between steroid dose and bolus steroids and avascular necrosis of the bone. *Lancet* 18 (1987) 902-905
- [26] DeLee-JG ; Charnley-J: Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin-Orthop* 121 (1976) 20-32
- [27] Delling-G; Schulz-A; Schulz-W: Morphologische Klassifikation der renalen Osteopathie. *Melsungen-Med-Mitt* 49 (1975) 133
- [28] Deo-S; Gibbons-CL; Emerton-M; Simpson-AH: Total hip replacement in renal transplant patients. *J-Bone-Jt-Surg* 77B (1995) 299-302
- [29] Dihlmann-W; Dihlmann-SW; Hering-L: Alloarthroplastik des Hüftgelenks. *Radiologe* 31 (1991) 496-505
- [30] Dihlmann-W; Heller-M: Asterisk-Zeichen und adulte ischämische Femurkopfnekrose. *Rö-Fo* 142 (1985) 430-435
- [31] Disch-AC; Matziolis-G; Perka-C: The management of necrosis-associated and idiopathic bone-marrow oedema of the proximal femur by intravenous iloprost. *J-Bone-Jt-Surg* 87B (2005) 560-564
- [32] Dubois-EL; Cozen-L: Avascular (aseptic) bone osteonecrosis associated with systemic lupus erythematosus. *J-Amer-Med-Ass* 174 (1960) 966-71

- [33] Elke-R; Morscher-E: Die Totalprothesenarthroplastik bei Hüftkopfnekrose. Orthopäde 19 (4) (1990) 236-241
- [34] Elmstedt-E; Svahn-T: Skeletal complications following renal transplantation. Acta-Orthop-Scand 52-3 (1981) 279-86
- [35] Engh-C ; Glassman-A ; Griffin-W ; Mayer-J: Results of cementless revision for failed cemented total hip arthroplasty. Clin-Orthop 235 (1988) 91-98
- [36] Engh-C; McGovern-T-F; Schmidt-L-M: Roentgenographic densitometry of bone adjacent to a femoral prosthesis. Clin-Orthop 128 (1993) 177-210
- [37] Eyb-R; Kotz-R: Die transtrochantäre Osteotomie nach Sugioka. Orthopäde 19 (1990) 236-241
- [38] Felsenfeld-AJ; Harrelson-JM; Gutman-RA; Wells-SA; Drezner-MK: Osteomalacia after parathyroidectomy in patients with uremia. Ann-Intern-Med 96 (1982) 34-39
- [39] Ficat-RP: Early diagnosis and treatment of ischemic necrosis of the femoral head. Progr-Orthop-Surg 5 (1981) 17-27
- [40] Ficat-RP: Vasculäre Besonderheiten der Osteonekrose. Orthopäde 9 (1980) 238-44
- [41] Ficat-RP: Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment. J-Bone-Jt-Surg 67B (1985) 3-9
- [42] Fink-B; Degenhardt-S; Paselk-C; et al.: Kernspintomographische Veränderungen des Femurschaftes bei nierentransplantierten Patienten. Z-Orthop 134 (1996) 371-374
- [43] Fischer-V; Dietschi-C: Die idiopathische Hüftkopfnekrose des Erwachsenen bei Hyperurikämie und Dyslipidämie. Münch-Med-Wschr 114 (1972) 1937-1941
- [44] Flury-W: Erkrankungen des Skeletts nach Nierentransplantation. in: Praxis der Nierentransplantation (II), Hrsg.: Albert-FW et al., Schattauer Verlag, Stuttgart, New York 1984
- [45] Frenkel-H; Schröder-HW: Zur Ätiologie der idiopathischen Hüftkopfnekrose unter Berücksichtigung der Befunde der transossären pertrochantären Venographie. Beitr-Orthop-Traumatol 23 (1976) 297-303
- [46] Fritsche-HJ; Schneider-G: Szintigrafie bei der Aseptischen Hüftkopfnekrose Erwachsener und Perthes'schen Erkrankung. Beitr-Orthop-Traumatol 5 (1986) 248-255
- [47] Fuchs-B; Knothe-U; Hertel-R; Ganz-R: Femoral osteotomy and iliac graft vascularization for femoral head osteonecrosis. Clin-Orthop 412 (2003) 84-93
- [48] Gangji-V; Hauzeur-JP: Treatment of osteonecrosis of the femoral head with implantation of autologous bone-marrow cells. Surgical technique. J-Bone-Jt-Surg 87A Suppl 1 (2005) 106-112

- [49] Gardeniers-JWM: A new international classification of osteonecrosis of the "ARCO-Committee on Terminology and Classification. ARCO News 4 (1992) 41-46
- [50] German Hip Arthroplasty Trial Group (GHAT): Prevention of deep vein thrombosis with low molecular-weight heparin in patients undergoing total hip replacements. A randomized trial. Arch-Orthop-Trauma-Surg 111 (1992) 110-120
- [51] Glas-K; Träger-J; Pfafferott-C; Röttger-AF; Hipp-E: Veränderungen der Fließeigenschaften des Blutes als Ursache der nichttraumatischen Hüftkopfnekrose. Z-Orthop 131(1993) 120-125
- [52] Goffin-E; Baertz-G; Rombouts-JJ: Long-term survivorship analysis of cemented total hip replacement (THR) after avascular necrosis of the femoral head in renal transplant recipients. Nephrol-Dial-Transplant 21 (2006) 784-788
- [53] Goldblatt-J; Sacks-JS; Beighton-P: The orthopedic aspects of Gaucher's disease. Clin-Orthop 137 (1987) 208-14
- [54] Goodman-SB; Schatzker-J; Sumner-Smith-G; Fornaiser-VL; Gofen-N; Hunt-C: The effect of polymethylmetacrylate on bone: an experimental study. Arch-Orthop-Trauma-Surg 104 (1985) 150-54
- [55] Gottlieb-MN; Stephens-MK; Lowrie-EG; et al.: A longitudinal study of bone disease after successful renal transplantation. Nephron 22 (1978) 239-248
- [56] Gottschalk-F: Indications and results of intertrochanteric osteotomy in osteonecrosis of the femoral head. Clin-Orthop 129 (1989) 219-222
- [57] Graefe-U; Loew-H: Dialyse und Hämofiltration. in: Klinische Nephrologie; Hrsg.: Losse-H; Renner-E, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart 1982
- [58] Grehn-S: Hochauflösende CT bei der Femurkopfnekrose. "ARCO-Committee on Terminology and Classification". ARCO News 4 (1988) 41-46
- [59] Grimm-J; Hopf-C; Higer-HP: Die Femurkopfnekrose. Z-Orthop 127 (1989) 680-690
- [60] Grossmann-S; Ganz-R: Knochennekrose nach kurzfristiger, hochdosierter Steroidtherapie. Schweiz-Med-Wschr 121 (18) (1991) 635-41
- [61] Grossmann-S; Ganz-R: Osteonecrosis following short-term, high dosage steroid therapy. Schweiz-Med-Wschr 121 (18) (1991) 635-41
- [62] Gross-U; Hahn-F; Strunz-V: Das Interface von Knochenzement in Autopsie und Experiment. in: Hüftgelenksendoprothetik: aktueller Stand-Perspektiven. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1984
- [63] Gruen-TA; McNeice-GM; Harlan-C; Amstutz-MD: `Modes of failure` of cemented stem-type femoral components. Clin-Orthop 141 (1976) 17-27
- [64] Gualtieri-G; Vellani-G; Catamo-L; Gualtieri-I; Fontane-F; Bonomini-V: Total hip arthroplasty in patients dialyzed or with renal transplant. Chir-Organi-Mov 80-2 (1995) 139-145

- [65] Hackenbroch-MH; Fischer-E; Matzen-K: Ärtiologische Beurteilung aseptischer Hüftkopfnekrosen aufgrund blutserologischer Stoffwechselfparameter. Münch-Med-Wschr 120 (1978) 795-798
- [66] Harrington-KD; Murray-WR; Kountz-SL; Belzer-FO: Avascular necrosis of bone after renal transplantation. J-Bone-Jt-Surg 53A (1971) 203-215
- [67] Harris-WH: Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: Treatment by mold arthroplasty. A study using a new method of result evaluation. J-Bone-Jt-Surg 51A (1969) 737-755
- [68] Henßge-EJ; Etspüler-R; Thomas-W: 113 Re-Operationen wegen Endoprothesenschafflockerungen – eigene Erfahrungen und Konsequenzen. Z-Orthop 120 (1982) 244-249
- [69] Heuck-A; Reiser-M; Schmucker-F; Lehner-K: Selective digital subtraction arteriography in necrosis of the femoral head. Skeletal-Radiol 16 (1987) 270-274
- [70] Heuck-FH; Treugut-H: Die "Hüftkopfnekrose" bei metabolischen und hormonellen Osteopathien - eine radiologisch-morphologische Analyse. Radiologe 24 (1984) 319-337
- [71] Higer-HP; Grimm-J; Pedrosa-P; Apel-R; Bandilla-K: Transitorische Osteoporose oder Femurkopfnekrose? Frühdiagnose mit der MRT. Rö-Fo 150 (1988) 407-412
- [72] Hipp-E: Das röntgenologische und angiographische Bild bei der spontanen Hüftkopfnekrose des Erwachsenen. Verh-Dtsch-Orthop-Ges 54 (1968) 236-44
- [73] Hipp-E: Angiographie und Klinik. in: Die Gefäße des Hüftkopfes. Hrsg.: Hipp-E, Enke-Verlag, Stuttgart 1972
- [74] Hipp-E: Zur idiopathischen Hüftkopfnekrose. Z-Orthop 101 (1966) 457-72
- [75] Hofmann-S; Kramer.J; Leder-K; Plenk-Hjr; Engel-A: Die nichttraumatische Hüftkopfnekrose des Erwachsenen. Radiologe 34 (1994) 1-20
- [76] Hori-Y: Revitalisierung des osteonekrotischen Hüftkopfes durch Gefäßbündel Transplantation. Orthopäde 9 (1980) 245-254
- [77] Horn-V; Spohrova-D; Stepán-J; Vokroulická-O: Die renale Osteopathie und ihre Bedeutung für den orthopädischen Chirurgen. Z-Orthop 121 (1983) 283-287
- [78] Hungerford-D: Knochenmarksdruck, Venographie und zentrale Knochenmarksentlastung bei der ischämischen Nekrose des Hüftkopfes. Orthopäde 9 (1980) 245-54
- [79] Hungerford-DS: Early diagnosis and treatment of ischemic necrosis of the femoral head. Progr-Orthop-Surg 5 (1981) 29-47
- [80] Ibels-LS; Alfrey-AC; Huffer-WE; Weil-R: Aseptic necrosis of bone following renal transplantation: Experience in 194 transplant recipients and review of the literature. Medicine 57-1 (1978) 25-45

- [81] Jacobs-B: Epidemiology of traumatic and nontraumatic osteonecrosis. Clin-Orthop 130 (1978) 51-67
- [82] Jaster-D; Nitz-E: Ergebnisse operativer Behandlung der idiopathischen Hüftkopfnekrose. Beitr-Orthop-Traumatol 34 (1987) 397-402
- [83] Jones-J: Intravascular coagulation and osteonecrosis. Clin-Orthop 277 (1992) 41-53
- [84] Judet-H; Judet-J; Gilbert-A: Vascular microsurgery in orthopedics. Int-Orthop 5 (1981) 61-68
- [85] Judet-R: Zementfreie Verankerung von Hüftendoprothesen. Z-Orthop 117 (1979) 476-77
- [86] Kahl-N; Böhm-E; Arcq-M: Die idiopathische Hüftkopfnekrose des Erwachsenen - Verknüpfung klinischer und pathologisch-anatomischer Befunde. Z-Orthop 126 (1988) 487-491
- [87] Kiss-D; Brunner-FP: Management der renalen Osteopathie bei Patienten mit chronischer Dialyse. Schweiz-Med-Wschr 126 (1996) 1792-1798
- [88] Klippel-JH; Gerber-LH; Pollak-I; Decker-JL: Avascular necrosis in systemic lupus erythematoses. Silent symmetric osteonecrosis. Amer-J-Med 67 (1979) 83-87
- [89] Korn-U; Dahmen-G: Ätiologie der Hüftkopfnekrose und Koxarthrose. Z-Orthop 118 (1980) 241-45
- [90] Kotz-R; Ramach-W: Zur Bestimmung der Nekrosegröße durch ein Winkelmaß bei der idiopathischen Hüftkopfnekrose. Röntgenpraxis 31 (1978) 1-7
- [91] Lai-KA; Shen-WJ; Yang-CY; Shao-CJ; Hsu-JT; Lin-RM: The use of alendronate to prevent early collapse of the femoral head in patients with nontraumatic osteonecrosis. A randomized clinical study. J-Bone-Jt-Surg 87A (2005) 2155-2159
- [92] Landmann-J; Renner-N; Gächter-A; Thiel-G; Harder-F: Cyclosporin A and osteonecrosis of the femoral head. J-Bone-Jt-Surg 69A (1987) 1226-1228
- [93] Lemperg-RK; Arnoldi-CC: The significance of intraosseus pressure in normal and diseased states with special reference to the engorgement-pain syndrome. Clin-Orthop 136 (1978) 143-56
- [94] Lidwell-O-M; Elson-R-A; Lowbury-E-J-L; et al.: Ultraclean air and antibiotics for prevention of postoperative infection. A multicenter study of 8052 joint replacement operations. Acta-Orthop-Scand 58 (1987) 4-13
- [95] Lieberman-JR; Conduah-A; Urist-MR: Treatment of osteonecrosis of the femoral head with core decompression and human bone morphogenetic protein. Clin-Orthop 429 (2004) 139-145
- [96] Lieberman-JR; Fuchs-MD; Haas-SB; et al.: Hip arthroplasty in patients with chronic renal failure. J-Arthroplasty 10-2 (1995) 191-195

- [97] Mankin-HJ; Brower-TD: Bilateral idiopathic aseptic necrosis of the femur in adults: Handler's Disease. *J-Hosp-Jt-Dis* 23 (1962) 42-57
- [98] Marcus-ND; Enneking-WF; Massam-RA: The silent hip in idiopathic aseptic necrosis. *J-Bone-Jt-Surg* 55A (1973) 1351-55
- [99] Merle d'Aubigné-R; Postel-M: Functional Results of arthroplasty with acrylic prothesis. *J-Bone-Jt-Surg* 36A (1954) 451-475
- [100] Merle d'Aubigné-R; Postel-R; Mazabraud-M; Massias-R: Idiopathic necrosis of the femoral head in adults. *J-Bone-Jt-Surg* 47B (1965) 612-33
- [101] Merrill-JP; Murray-JE; Harrison-JH: Successful homotransplantation of the human kidney between identical twins. *J-Amer-Med-Ass* 160 (1951) 277-82
- [102] Mitchell-DG; Rao-VM; Dalinka-KM; et al.: Femoral head avascular necrosis: Correlation of MR imaging, radiographic staging, radionuclide imaging and clinical findings. *Radiology* 162 (1987) 709-712
- [103] Mittelmeyer-H: Hüftgelenkersatz bei jungen Menschen. *Z-Orthop* 122 (1984) 20-26
- [104] Morscher-M: Die Hüftkopfnekrose. *Orthopäde* 19 (1990) 173
- [105] Müller-KH; Müller-EM: Lokale Komplikationen nach totalem Hüftgelenkersatz. *Unfallheilkunde* 84 (1981) 444-457
- [106] Murray-WR: Hip problems associated with organ transplants. *Clin-Orthop* 90 (1973) 57-69
- [107] Murzic-WJ; McCollum-DE: Hip arthroplasty for osteonecrosis after renal transplantation. *Clin-Orthop* 299 (1994) 212-219
- [108] Nachbur-B; Meyer-RP; Baumgartner-J: Vaskuläre Komplikationen in der Hüftgelenkchirurgie. *Orthopäde* 18 (1989) 552-558
- [109] Nagoya-S; Nagao-M; Takada-J; Kuwabara-H; Kaya-M; Yamashita-T: Efficacy of cementless total hip arthroplasty in patients on long-term hemodialysis. *J-Arthroplasty* 20 (2005) 66-71
- [110] Naito-M; Ogata-K; Nakamoto-M; Goya-T: Hip arthroplasty in haemodialysis patients. *J-Bone-Jt-Surg Br* 76-3 (1994) 428-431
- [111] Naumann-G: Grundlagen der Therapie und Prophylaxe mit Antibiotika. *Akt-Probl-Intensivmed* 6 (1998) 29-39
- [112] Nielsen-HE; Melsen-F; Christensen-MS: Aseptic necrosis of bone following renal transplantation. *Acta-Med-Scand* 202 (1977) 27-32
- [113] Nitz-E; Jaster-D: Beitrag zur Röntgendiagnose der Hüftkopfnekrose. *Beitr-Orthop-Traumatol* 35 (1988) 601-614
- [114] O'Meara-PM; Kaufman-EE: Prophylaxis for venous thromboembolism in total hip arthroplasty: A review. *Orthopedics* 13 (1990) 173-178

- [115] Pabst-W; Reinheimer-Grünenberg-Ch: Ein viertel Jahrhundert Organtransplantation in Deutschland: Fast 24 Jahre lebt Gudrun Neumann mit einer Niere ihrer Mutter. J-Nephrol-Team 1 (1988) 30-34
- [116] Palazzi-C; Xicoy-J: The pediculate bone graft as treatment for the aseptic necrosis of the femoral head. Arch-Orthop-Trauma-Surg 83 (1973) 93-100
- [117] Petje-G; Radler-C; Aigner-N; Kriegs-Au-G; Ganger-R; Grill-F: Aseptische Knochennekrosen im Kindesalter. Orthopäde 10 (2002) 1027-1038
- [118] Pritchett-JW: Femoral bone loss following hip replacement. Clin-Orthop 314 (1995) 156-161
- [119] Puhl-W: Die Beziehung zwischen Stoffwechselerkrankungen und Osteonekrosen. Z-Orthop 115 (1977) 464
- [120] Puhl-W; Niethard-FU: Probleme der konservativen und operativen Therapie bei idiopathischen Hüftkopfnekrosen. Z-Orthop 115 (1977) 464
- [121] Puhl-W; Niethard-FU; Hamacher-P; Augustin-J; Greten-H: Metabolische Störungen bei der idiopathischen Hüftkopfnekrose Erwachsener. Z-Orthop 116 (1978) 81-92
- [122] Radford-FPJ; Doran-A; Greatorex-RA; Rushton-N: Total hip replacement in renal transplant recipient. J-Bone-Jt-Surg-Br 71(3) (1989) 456-459
- [123] Radl-R; Hungerford-M; Materna-W; Rehak-P; Windhager-R: Higher failure rate and stem migration of an uncemented femoral component in patients with femoral head osteonecrosis than in patients with osteoarthritis. Acta-Orthop 76 (2005) 49-55
- [124] Reichelt-A: Die idiopathische Hüftkopfnekrose. Z-Orthop 106 (1969) 273-295
- [125] Reichelt-A; Riedel-K: Differentialindikation zur operativen Behandlung der idiopathischen Hüftkopfnekrose. Z-Orthop 115 (1977) 482-85
- [126] Remagen-W: Pathologische Anatomie der Femurkopfnekrose. Orthopädie 19 (1990) 174-181
- [127] Roberts-CS; Fetto-JF: Functional outcome of hip fusion in the young patient. J-Arthroplasty 5 (1990) 89-96
- [128] Rombouts-JJ; Pirson-Y; Squifflet-JP; et al.: Aseptic necrosis of the femoral head following renal transplantation: assessment of a 25-year experience. Acta-Orthop-Belg 58 (1992) 373-87
- [129] Romero-J; Schreiber-A; Binswanger-U: Late complications after total hip replacement in renal allograft recipients. Int-Orthop 18 (1994) 6: 368-71
- [130] Rösel-J :Hüftgelenkersatz bei chronisch-niereninsuffizienten Patienten. Dissertation, Freie Universität Berlin, 1990
- [131] Rössig-S; Kohn-D; Daentzer-D: Intertrochantäre Flexionsosteotomie und Alloarthroplastik bei Femurkopfnekrose. Z-Orthop 135 (1997) 24-30

- [132] Rummler-I: Retrospektivstudie zur Multimorbidität , operativem Risiko und postoperativen Komplikationen unter besonderer Berücksichtigung der thromboembolischen Erkrankungen bei 3000 Patienten mit Hüftgelenks-Totalendoprothesen-Operation aus den Jahren 1979-1992. Dissertation, Humboldt-Universität Berlin, 1995
- [133] Sagar-S; Nairn-D; Stamatakis-J-D; et al.: Efficacy of low-dose heparin in prevention of extensive deep-vein thrombosis in patients undergoing total hip replacement. *Lancet* 7970 (1976) 1151-1154
- [134] Salis-Soglio-G; Ruff-C: Die idiopathische Hüftkopfnekrose des Erwachsenen - Ergebnisse der operativen Therapie. *Z-Orthop* 126 (1988) 492-499
- [135] Schaffer-B: A critical review of heterotopic ossification in total hip replacement. *Bull-Hosp-Joint-Diseases-Inst* 49 (1989) 55-74
- [136] Schauer-A: Zur pathologischen Anatomie der spontanen Osteonekrosen. *Z-Orthop* 115 (1977) 432-44
- [137] Schmalzried-T-P; Amstutz-H-C; Dorey-F-J: Nerve palsy associated with total hip replacement. *J-Bone-Jt-Surg* 73A (1991) 1074-1080
- [138] Schneider-E; Ahrendt-J; Niethard-K; Bläsius-K: Gelenk erhalten? Gelenk ersetzen? Langzeitergebnisse und Gedanken zur Behandlung von Hüftkopfnekrosen. *Z-Orthop* 127 (1989) 163-168
- [139] Schneider-R: Radiologische Funktionsdiagnostik zur Planung der intertrochanteren Osteotomie. *Verh-Schweiz-Ges-Orthop* (1970) 131-36
- [140] Schober-HC: Die renale Osteopathie; Übersichtsreferat. *Z-Urol-Nephrol* 79 (1986) 595-602
- [141] Schreiber-A: Proceedings: Contribution to the discussion of pre-arthrosis of the hip joint. *Z-Orthop* 112-4 (1974) 585
- [142] Schreiber-A; Stark-T; Walker-N: Treatment of femur head necrosis using a total hip prosthesis following kidney transplantation. *Z-Orthop.* 120-6 (1982) 868-73
- [143] Schulz-W; Delling-G: Renale Osteopathie. in: *Nierenkrankheiten*; Hrsg.: Sarre-H; Gessler-U; Seybold-D; Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1988) 134
- [144] Schwarz-A: Indikation zur Parathyreoidektomie. *Berliner Ärzteblatt* 10 (1988) 101
- [145] Schwarz-A; Pommer-W; Kühn-Freitag-G; Keller-F; Molzahn-M; Offermann-G: Merkmale der terminalen Analgetika-Nephropathie. *Schweiz-Med-Wschr* 115 (1985) 790-795
- [146] Schwetlick-G; Weber-U; Hofmann-J; Klingmüller-V: Vorläufige Behandlungsergebnisse mit dem gefäßgestielten Beckenspan bei der Hüftkopfnekrose. *Z-Orthop* 130 (1992) 129-135
- [147] Serre-H; Simon-L: Aspects cliniques des nécroses parcellaires aseptiques primitives de la tête fémorale chez l'adulte. *Montpellier-Med* 56 (1959) 193-210

- [148] Serre-H; Simon-L: L'ostéonécrose primitive de la tête fémorale chez l'adulte. Acta-Rheum-Scand 7 (1961) 265-286
- [149] Seze-S; Welfling-J; Lequesne-M: L'osteonecrose primitive de la tête femorale chez l'adulte. Rev-Rhum 27 (1960) 117-27
- [150] Shrader-MW; Schall-D; Parvizi-J; McCarthy-JT; Lewallen-DG: Total hip arthroplasty in patients with renal failure: a comparison between transplant and dialysis patients. J-Arthroplasty 21 (2006) 324-329
- [151] Sodemann-B; Persson-P-E; Nilsson-O-S: Nonsteroid anti-inflammatory drugs prevent the recurrence of heterotopic ossification after excision. Arch-Orthop-Trauma-Surg 109 (1990) 53-56
- [152] Solomon-L: Klinische und therapeutische Konzepte der ischämischen Hüftkopfnekrose. Orthopäde 19 (1990) 200-207
- [153] Sparmann-M: Idiopathische Hüftkopfnekrose. in: Orthopädie. Hrsg.: Zilch-H; Weber-M Walter de Gruyter Verlag, Berlin, New York (1989) 144
- [154] Springfield-DN; Enneking-WJ: Surgery for aseptic necrosis of the femoral head. Clin-Orthop 130 (1978) 175-185
- [155] Stahl-C; Kang-CH; Puhlvers-E; Hasters-J; Thümmler-P: Die Femurkopfnekrose - Wert der sogenannten radiologischen Frühzeichen für Diagnose und Therapie. Beitr-Orthop-Tarumatol 32 (1985) 88-97
- [156] Starzl-TE; Marchiori-TL; Porter-KA; Moore-CA; Rifkind-D; Wadell-WR: Renal homotransplantation, late function and complication. Ann-Intern-Med 61 (1964) 470-97
- [157] Steinberg-ME: Core decompression of the femoral head for avascular necrosis: indications and results. Can-J-Surg Suppl 1 (1995) 18-24
- [158] Steinberg-ME; Hayken-GD; Steinberg-DR: The conservative management of avascular necrosis of the femoral head. in: Bone circulation. Hrsg.: Arlet-J; Ficat-RP; Hungerford-DS, Williams und Wilkins- Verlag, Baltimore (1984) 338-342
- [159] Streda-A; Kralova-M: Zu den Unterschieden zwischen der idiopathischen Nekrose und einer Nekrose bei der primär chronischen Arthritis im Hüftgelenk. Z-Rheumaforsch 24 (1965) 259-71
- [160] Stromboni-M, Menguy-F, Hardy-P: Total hip arthroplasty and femoral head osteonecrosis in renal transplant recipients. Rev-Chir-Orthop 88 (2002) 467-474
- [161] Sugioka-K: Transtrochanteric anterior rotational osteotomy of the femoral head in the treatment of osteonecrosis affecting the hip. Clin-Orthop 130 (1978) 191-197
- [162] Sugioka-Y; Hotokebuchi-H: Transtrochanteric anterior rotational osteotomy for idiopathic and steroid-induced necrosis of the femoral head - indications and long-term results. Clin-Orthop 277 (1992) 111-120

- [163] Thomas-W; Teloo-A: Über die periartikulären Ossifikationen bei Hüftendoprothesenoperationen. Z-Orthop 120 (1982) 490
- [164] Tingart-M; Bathis-H; Perlick-L; Lerch-K; Luring-C; Grafika-J: Therapy of femoral head osteonecrosis: results of a national survey. Z-Orthop 142 (2004) 553-558
- [165] Toomey-HE, Toomey-SD: Hip arthroplasty in chronic dialysis patients. J-Arthroplasty 13 (1998) 647-652
- [166] Toussaint-C; De-Pauw-L; Vienne-A; et al.: Radiological and histological improvement of oxalate osteopathy after combined liver- kidney transplantation in primary hyperoxaluria type 1. Am-J-Kidney-Dis 1 (1993) 54-63
- [167] Uehlinger-E: Aseptische Knochennekrosen (Infarkte) nach Prednisolonbehandlung. Schweiz-Med-Wschr 94 (1964) 1527-1532
- [168] Uhlig-U; Zippel-H: Beitrag zur Pathologie avaskulärer Hüftkopfnkrosen des Erwachsenen. Beitr-Orthop-Traumatol 35 (1988) 593-601
- [169] Wagner-H: Treatment of idiopathic necrosis of the femoral head. in: Idiopathic ischemic necrosis of the femoral head in adults. Hrsg.: Zinn-WM, Thieme-Verlag, Stuttgart 1971
- [170] Wagner-H; Baur-W; Wagner-M: Gelenkerhaltende Osteotomien bei der segmentalen Hüftkopfnkrose. Orthopäde 19 (1990) 208-218
- [171] Wagner-H; Zeiler-G: Idiopathic necrosis of the femoral head. Results of intertrochanteric osteotomy and joint resurfacing. Progr-Orthop-Surg 5 (1981) 87-116
- [172] Wagner-H; Zeiler-G: Idiopathische Hüftkopfnkrose. Ergebnisse der intertrochanteren Osteotomie und der Schalenprothese. Orthopäde 9 (1980) 290-310
- [173] Wenda-K; Ritter-G; Ahlers-J; von Issenhof-WD: Nachweis und Effekte von Knochenmarkseinschwemmungen bei Operationen im Bereich der Femurmarkhöhle. Unfallchirurg 93 (1990) 56-61
- [174] Willert-HG: Pathogenese und Klinik der Spontanen Osteonekrosen. Z-Orthop 115 (1977) 444-62
- [175] Willert-HG; Buchhorn-G; Zichner-L: Results of flexion osteotomy on segmental femoral head necrosis in adults. Progr-Orthop-Surg 5 (1981) 63-80
- [176] Willert-HG; Safert-D: Die operative Behandlung der segmentalen Hüftkopfnkrose. Z-Orthop 112 (1974) 694-695
- [177] Wirtz-DC; Niethard-FU: Hüftendoprothesenlockerung - Übersicht. Z-Orthop 135 (1997) 270-280
- [178] Zesernaviczky-J; Höppner-W; Farid-F: Neue Erkenntnisse über die Rolle der Fettstoffwechselstörungen und blutchemischer Parameter in der Ätiologie der aseptischen Hüftkopfnkrose. Orthop-Prax 10 (1982) 759

- [179] Zimmerman-CE; Yett-HS: Renal transplant infarction during total hip arthroplasty. Clin-Orthop 165 (1982) 195-196
- [180] Zippel-H: Multimorbidität und perioperatives Risiko der Hüftgelenktotalendoprothetik. Beitr-Orthop-Traumatol 37 (1990) 193-203

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

Eidesstattliche Erklärung

„Ich, Markus Hühn, geb. den 07.02.1971, erkläre an Eides statt, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Hüftgelenkersatz bei nierentransplantierten und chronisch–niereninsuffizienten Patienten mit einer Femurkopfnekrose“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die unzulässige Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, 16.11.2007

Markus Hühn

Danksagung

Für die Überlassung des Themas dieser Arbeit möchte ich Prof. Dr. med. Zippel und in der Nachfolge Prof. Dr. med. C. Perka danken. Ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. C. Perka für die hervorragende Betreuung. Seine Anregungen und Diskussionsbeiträge hatten wesentlichen Anteil an der Fertigstellung der Arbeit. Darüber hinaus bedanke ich mich bei den Mitarbeitern der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Charité, welche an der Umsetzung der Thematik beteiligt waren.

Meinen Eltern
gewidmet