

Universität Ulm

Zentrum für Chirurgie

Klinik für Unfall-, Hand-, Plastische- und Wiederherstellungschirurgie

Ärztlicher Direktor: Prof Dr. med. F. Gebhard

Klassifikation

periprothetischer Femurfrakturen

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Humanmedizin

der Medizinischen Fakultät

der Universität Ulm

Eva-Maria Barth

Schwäbisch Gmünd

2006

Amtierender Dekan: Prof. Dr. med. K.-M. Debatin

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. F. Gebhard

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. K. Huch

Tag der Promotion: 18.01.2008

Meiner Mutter
in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
1.1 Ziel der Arbeit	3
2 Material und Methoden	4
2.1 Patientenkollektiv	4
2.2 Datenerhebung	4
2.3 Klassifikationssysteme	7
3 Ergebnisse	14
3.1 Ergebnisse der Patientendatenerhebung	14
3.2 Ergebnisse der Röntgenauswertung	17
3.3 Kasuistiken	23
4 Diskussion	26
4.1 Daten	26
4.2 Kriterien zur Klassifikation periprothetischer Femurfrakturen	28
4.3 Qualität der verwandten Klassifikationssysteme	35
4.4 Probleme im Umgang mit Klassifikationssystemen	37
4.5 Das ideale System zur Klassifikation periprothetischer Frakturen	38
5 Zusammenfassung	44

Inhaltsverzeichnis

6	Literaturverzeichnis	46
7	Anhang	51
7.1	Danksagung	51
7.2	Lebenslauf	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgemeinschaft
A _G	Fraktur des Trochanter major (Typ A gemäß der Vancouverklassifikation, G = greater trochanter)
A _L	Fraktur des Trochanter minor (Typ A gemäß der Vancouverklassifikation, L= lesser trochanter)
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AO-Klassifikation	Frakturklassifikation der langen Röhrenknochen der AO
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

1 Einleitung

Periprothetische Frakturen stellen im unfallchirurgischen Alltag eine ernstzunehmende Herausforderung dar, eine noch relativ unbekannte Problematik, die zukünftig mehr und mehr an Bedeutung gewinnen wird und deren Behandlung gewöhnlich schwierig, meist komplex und immer teuer ist [9, 47]. Heute blicken wir auf circa 45 Jahre Hüftgelenksendoprothetik zurück, wenn wir als Meilenstein und Durchbruch in der Hüftendoprothetik die Einführung des Polyethylen sowie des Knochenzementes durch Charnley Anfang der 60iger sehen [31]. Mit steigender Lebenserwartung und der zu erwartenden Alterung der Gesellschaft treten vermehrt Verletzungen des Bewegungsapparates auf. Gleichzeitig nimmt die Zahl jährlich implantierter Endoprothesen an der unteren Extremität stetig zu. In Deutschland werden pro Jahr mittlerweile zwischen 135.000 und 180.000 Hüftendoprothesen implantiert, weltweit circa 1 Million [8, 20, 28, 34]. Außerdem sind Vitalität, Mobilität, berufliche und sportliche Leistungsfähigkeit heute auch weit über das siebte Lebensjahrzehnt hinaus die Regel, so dass bei diesem gesteigerten Bewegungs- und Aktivitätsniveau im Alter mit einer kontinuierlichen Zunahme dieses Frakturtyps zu rechnen ist.

Erstmals beschrieben wurde die periprothetische Fraktur 1954 durch Horwitz und Lenobel [22]. Periprothetische Frakturen nach Hüftgelenksarthroplastie machen mit Abstand den größten Teil aller periprothetischer Frakturen aus. Ihre Häufigkeit wird postoperativ mit 0,1-2,5% bzw. mit 1-4% angegeben [3, 20, 26, 29, 33, 43, 45], wobei die Quote sowohl bei intra- als auch postoperativen Frakturen nach Revisionseingriffen um mehr als das Dreifache ansteigt [22]. Postoperativ ereignen sie sich zumeist nach Sturz oder vorangegangenem Prothesenwechsel, als auch im Rahmen eines Bagatelltraumas in Kombination mit einem gelockertem Implantat oder schlechter Knochenqualität bei Osteoporose. Der Lockerungsprozess der Prothese wird sowohl von individuellen Faktoren wie Gewicht und Bewegungsausmaß als auch vom Prothesenmaterial und -design, der Verankerungs- und Operationstechnik beeinflusst [38]. Intraoperative peri-prothetische Frakturen bei Hüftprothesen treten in 0,1-1% [15, 20] der Fälle auf, meist auf

Einleitung

dem Boden schwerster Osteoporose, Osteomalazie, eines Morbus Paget, einer Osteogenesis imperfecta oder rheumatoiden Arthritis als auch durch kortikale Defekte nach grobem Aufbohren oder Perforieren. Seit Einführung der heutzutage immer häufiger durchgeführten zementfreien Verankerung („Press-fit-Technik“) ist eine deutliche Zunahme der Frakturrate zu verzeichnen, welche die Angaben mit 6% bei Revisionseingriffen oder Prothesenwechsel bei weitem übersteigt [20, 45]. Hier kann es schon intraoperativ zu einer nicht erkannten Schaftsprengung kommen.

In Anbetracht dieser komplexen Ausgangsbedingungen, zu denen erschwerend die Multimorbidität und das meist hohe Alter dieses Patientengutes hinzukommt [45] sowie der zunehmenden Konfrontation mit periprothetischen Frakturen ist es äußerst wichtig, ein tiefgehendes Verständnis für die Behandlungsgrundsätze dieser Frakturen zu entwickeln. Es muss eine klar definierte Handlungsstrategie vorliegen bevor man sich an eine operative Versorgung einer solchen Fraktur wagt. Notwendig dazu ist ein logisches Schema, in welches diese Frakturen eingeteilt werden können, und auf dessen Grundlage sich Algorithmen zur Therapie festlegen und optimieren lassen; mit dem Ziel, beste Frakturstabilität, höchste Funktionalität, wenig Komplikationen und damit eine verbesserte Lebensqualität des Patienten zu erreichen.

Klassifikationssysteme zur Einteilung von Frakturen sind im Alltag einer unfallchirurgischen und orthopädischen Abteilung weit verbreitet. Sie existieren schon seit Hippokrates, um den Umgang mit Frakturen zu erleichtern. Frakturen zu klassifizieren ist ein verkürzter Weg, sie zu beschreiben und auf der Basis von Ähnlichkeiten und Unterschieden systematisch einzuordnen. Klassifikationssysteme, wie sie in allen Bereichen der Medizin vorkommen, helfen, therapeutisches Vorgehen festzulegen, Prognosen abzuschätzen und Komplikationen vorauszusagen. Sie ermöglichen Kommunikation - eine rasche Beurteilung einer Fraktur und die Diskussion ihrer Behandlung, ohne entsprechende radiologische Aufnahmen vor Augen zu haben sowie die Darstellung und den Vergleich von Ergebnissen [32].

Whittacker und Mitarbeiter [50] waren die ersten, die 1974 bei liegender Hüftprothese auftretende Frakturen nach ihrer Lokalisation in drei Gruppen unter-

teilten. Danach folgten Johansson, Bethea, Jensen, Cooke, Mont und Beals. Alle diese Konzepte beruhen in erster Linie auf der Lokalisation der Frakturen, wobei Johansson die Dislokation der Prothese, Bethea und Cooke den Frakturtyp mit einbeziehen und Beals den Verlust der Kontaktfläche zwischen Prothese und Femurkortikalis hervorhebt [18, 19, 35, 45, 46]. Roffman [41] unterteilt 1989 die Frakturen in stabile und instabile. Erst Duncan und Masri stellen 1995 mit der Vancouver-Klassifikation ein System vor, das zusätzlich zur Frakturlokalisierung die Stabilität der Prothese und die Qualität des umgebenden Knochengewebes als eigene Kriterien berücksichtigt. Damit war ein entscheidender Schritt hin zur Verbesserung von Behandlungsformen und Prognoseaussagen getan [15, 33, 45].

1.1 Ziel der Arbeit

Die Arbeitsgemeinschaft (AG) für Alterstraumatologie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) hat in Anlehnung an die 1990 von Müller veröffentlichte Frakturklassifikation der langen Röhrenknochen - im weiteren kurz "AO-Klassifikation" (**A**rbeitsgemeinschaft für **O**steosynthesefragen) genannt - ein Klassifikationssystem für periprothetische Femurfrakturen entwickelt. Ziel der Arbeit ist es, die Anwendbarkeit dieses neuen Klassifikationssystems anhand der Einteilung von 22 periprothetischen Femurfrakturen zu prüfen und zu diskutieren. Zum Vergleich dient das allseits bekannte Klassifikationssystem nach Johansson sowie die mittlerweile vielerorts anerkannte, von Duncan und Masri entwickelte Vancouver-Klassifikation.

2 Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Retrospektiv wurden im Zeitraum vom 1.1.2002 bis 31.12.2004 in der unfallchirurgischen Abteilung dreier verschiedener Kliniken - dem Universitätsklinikum Ulm, dem Klinikum Memmingen sowie dem Krankenhaus Immenstadt - Patienten mit periprothetischer Fraktur bei liegender Hüftprothese erfasst. Es stellten sich insgesamt 22 Fälle als auswertbar dar. Diese verteilen sich auf die einzelnen Kliniken hinsichtlich der Erstdiagnostik wie folgt: 10 Patienten am Universitätsklinikum Ulm, 9 Patienten am Klinikum Memmingen und 3 Patienten am Krankenhaus Immenstadt, wovon allerdings 2 zur weiteren Versorgung nach Ulm überwiesen wurden. 5 der 22 Frakturen traten im Jahr 2002 auf, 8 im Jahr 2003 und 9 im Laufe des Jahres 2004.

2.2 Datenerhebung

2.2.1 Datenmaterial

Die Patienten wurden zunächst über klinikinterne Datenbanken gesucht. Gefordert wurde dabei ein sicherer Frakturachweis einer periprothetischen Fraktur bei liegender Hüftprothese, keine Überlappung der Patienten verschiedener Kliniken sowie das Vorhandensein ausreichend zu beurteilenden Bildmaterials. Daraufhin fanden sich 22 verwertbare Fälle, ein Drittel weniger als die anfangs anhand der Datenbanken recherchierte Zahl. Die Datenerfassung erfolgte auf der Grundlage der Röntgendiagnostik: präoperative Beckenübersichts- sowie Hüftaufnahmen in zwei Ebenen, postoperative Becken- und/ oder Hüftaufnahmen. War schmerz- bzw. unfallbedingt das Röntgen der Hüfte als Behelfsaufnahme in nur einer Ebene möglich, was öfters der Fall war, wurde dies akzeptiert, sofern die Fraktur ausreichend gut zu beurteilen war. Im Falle einer intraoperativen Fraktur war eine Bild-

dokumentation mittels Bildwandler vor der operativen Versorgung gefordert, welche in dem einen in Frage kommenden Fall nicht gemacht worden war. Die postoperativen Aufnahmen dienten in erster Linie der Verifizierung und Vervollständigung. In einem Fall war die postoperative Aufnahme unvollständig. Des Weiteren wurden zwei Patienten ohne vollständiges präoperatives Bildmaterial in der Auswertung berücksichtigt, da sie beispielhaft für je eine Klassifikationsgruppe stehen und Frakturverlauf sowie Frakturausdehnung eindeutig erkennbar waren. Zusätzlich standen in 19 Fällen Operationsberichte zur Verfügung.

2.2.2 Erhobene Parameter :

- Patientendaten (Alter, Geschlecht, Klinikum, Jahr, Frakturseite)
- Frakturtyp und -lokalisierung
- Vorhandensein einer zusätzlichen Prothese sowie osteosynthetischen Materials
- Vorhandensein von Zement
- Prothesenschaftlänge (Kurz- oder Langschaftprothese)
- Prothesenlockerung

Prothesenlockerung

Nach Einbau einer Hüftprothese kann es Jahre später zu einer Lockerung derselben kommen. Eine Rolle spielen dabei verschiedenste Faktoren: das Prothesenmaterial und -design, die Verankerungs- und Operationstechnik sowie die Oberflächenbeschaffenheit, die nicht zu vermeidende Korrosion des Metalls, Abriebpartikel, Gewebereaktionen sowie bei zementierten Prothesen die zwangsläufige Alterung des Knochenzementes [23, 38]. Hinzu kommen individuell unterschiedliche Faktoren hinsichtlich der Lebensweise und der Belastung des Hüftgelenks durch den jeweiligen Patienten wie zum Beispiel Adipositas und extreme sportliche Akti-

Material und Methoden

vität. Durch die Implantatlockerung kommt es zur Stresskonzentration auf wenige Kontaktstellen anstatt einer gewünschten gleichmäßigen Verteilung der Kräfte im Markraum. Betroffene Patienten verspüren Schmerzen sowie Unsicherheit beim Gehen, entwickeln Muskelverhärtungen und Kontrakturen. Klinisch finden sich bei Lockerung der Hüftprothese Schmerzen in der Leiste bzw. im Oberschenkel (außenseitig) sowie ein Rotationsschmerz und eine Verkürzung des betroffenen Beines. Die Nativröntgendiagnostik in zwei Ebenen ist neben der Anamnese, der Klinik und dem Laborbefund von essentieller Bedeutung. Bei den hier untersuchten Fällen wurde eine Prothesenlockerung nur vom röntgenologischen Standpunkt aus beurteilt.

Radiologische Lockerungszeichen [38]:

- Osteolysen
- Lysesaum > 2 mm
- Sinterung > 2 mm
- Knochenresorption / Knochenapposition
- Osteopenie
- Heterotope Ossifikationen
- Veränderung der Implantatposition
- Implantatschäden

Anhand dieser Daten wurde die Einteilung der Fraktur in das jeweilige Klassifikationssystem ermittelt.

2.2.3 Datenauswertung

Die Erfassung und Auswertung der röntgenologischen Daten und ihre Zuordnung erfolgte durch nur einen Untersucher. Da es sich bei der periprothetischen Fraktur um eine seltene Komplikation handelt, ist die Auswertung der 22 periprothetischen Frakturen exemplarisch zu werten. Auf eine statistische Erfassung wurde wegen fehlender Konsequenz bei zu niedriger Fallzahl verzichtet. Der Untersucher beschränkt sich auf eine beschreibende Darstellung.

2.3 Klassifikationssysteme

2.3.1 Klassifikation nach Johansson

Die von Johansson und Mitarbeitern [25] 1981 entwickelte Einteilung periprothetischer Frakturen des Femurs bei einliegender Totalendoprothese ist ein weltweit verbreitetes Klassifikationssystem. Peri- und postoperative Frakturen werden nach Lokalisation der Frakturlinie in Bezug zur Prothese unter Berücksichtigung des Verbleibens im bzw. der Dislokation der Prothese aus dem Markraum eingeteilt. Im Vergleich zu der von Whittacker und Mitarbeitern [49] 1974 vorgestellten Klassifikation periprothetischer Frakturen erweitert Johansson diese, indem er zwischen dem stabil im Markraum verbleibenden und dem dislozierten Prothesenschaft unterscheidet. Die Einteilung umfasst drei Gruppen (Abb. 1):

Johansson Typ 1:

Die Fraktur befindet sich im Bereich des Prothesenschaftes. Sie verläuft proximal der Prothesenspitze, wobei die Prothese stabil in ihrem Lager verbleibt.

Johansson Typ 2:

Material und Methoden

Die Frakturlinie erstreckt sich von proximal bis in den Bereich der Prothesenspitze, wobei die Prothese aus ihrem Lager disloziert.

Johansson Typ 3:

Die Fraktur liegt vollständig distal der Prothesenspitze.

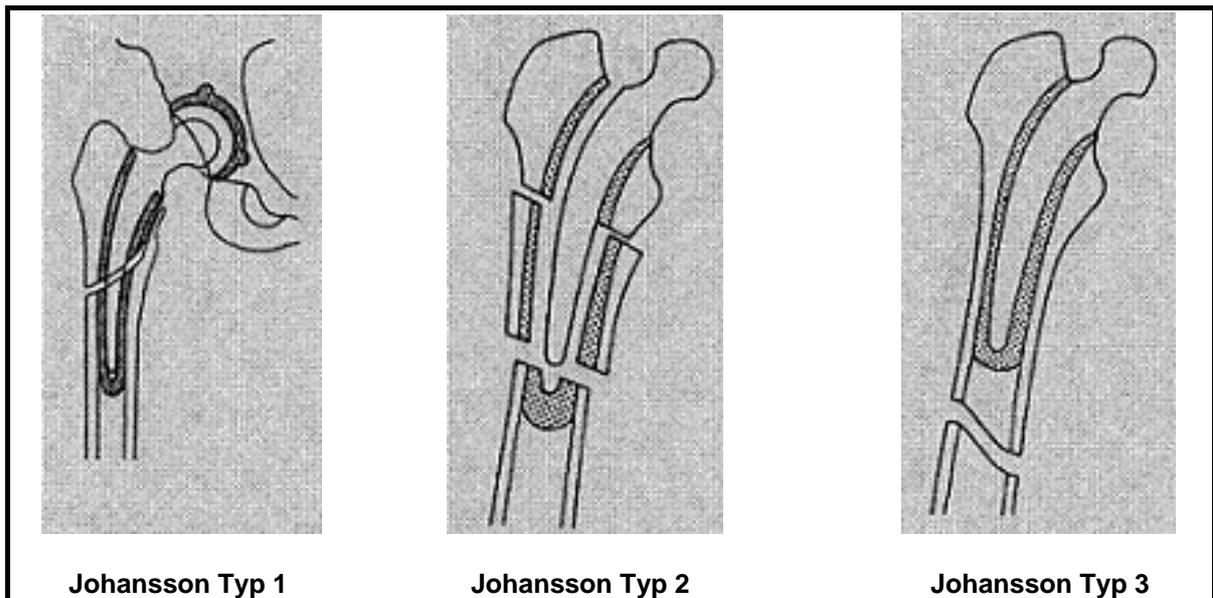


Abbildung 1: Klassifikation periprothetischer Frakturen nach Johansson [20]

2.3.2 Klassifikation nach Duncan (Vancouver-Klassifikation)

Dieses von Duncan und Masri [15] 1995 vorgestellte Klassifikationssystem gründet auf folgenden drei Faktoren:

- Lokalisation der Fraktur
- Stabilität des Implantates
- Qualität des umgebenden Knochengewebes

Sie umfasst drei nach Lokalisation unterschiedene Haupttypen, die in ihrer weiteren Unterteilung Aussagen über die Prothesenstabilität und Knochenqualität ma-

chen und damit wegweisende Informationen für die Wahl des Behandlungsverfahrens sowie zur Einschätzung des Schwierigkeitsgrades und der Komplikationsrate liefern (Abb. 2).

Typ A: Frakturen im Bereich der Trochanteren

A_G – Fraktur des Trochanter major- meist stabil (G – greater trochanter)

A_L – Fraktur des Trochanter minor- kann bei großem Fragment zur Instabilität der Prothese führen (L-lesser trochanter)

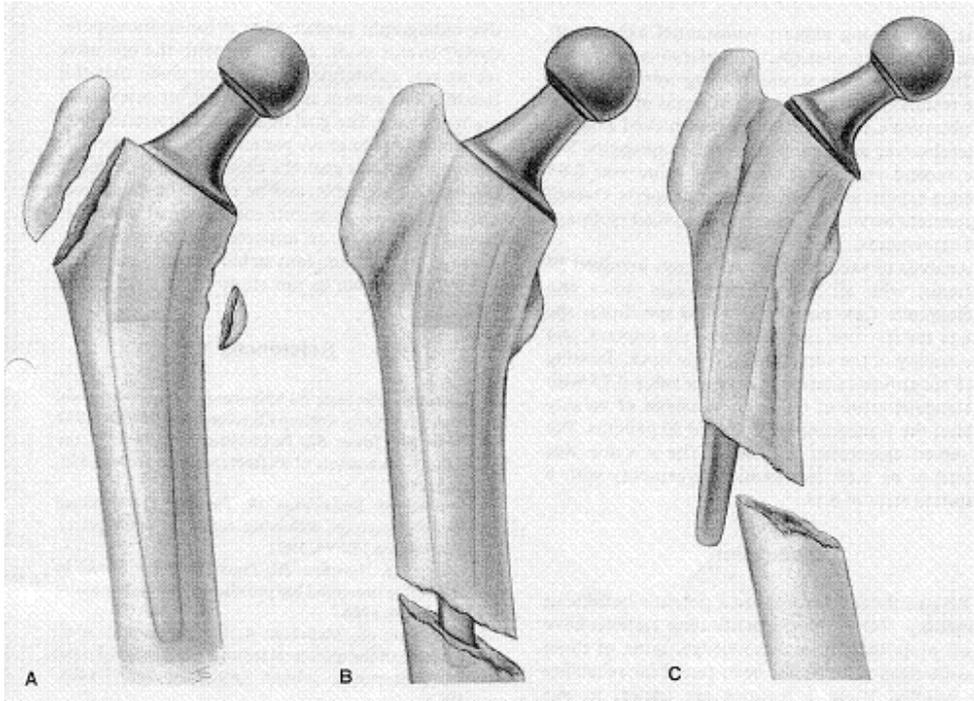
Typ B: Frakturen im Bereich des Prothesenschaftes bis direkt distal der Prothese

B1: stabiles Implantat

B2: lockeres Implantat bei guter Knochenqualität

B3: lockeres Implantat bei schlechter Knochenqualität

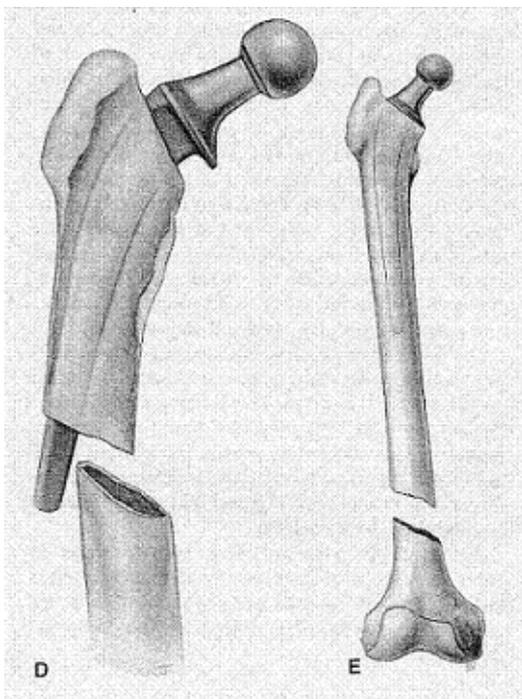
Typ C: Frakturen distal der Prothese ohne eigentlichen Bezug dazu



Typ A

Typ B1

Typ B2



Typ B3

Typ C

Abbildung 2: Die Vancouver-Klassifikation periprothetischer Frakturen [10]

2.3.3 Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie

Die AG für Alterstraumatologie der DGU hat angesichts der wachsenden Zahl an Prothesenimplantationen in unserer alternden Gesellschaft und der damit verbundenen Zunahme periprothetischer Frakturen im Jahre 2003 ein neues Schema zur Einteilung dieser Problemfrakturen vorgeschlagen, mit der Zielsetzung, über ein einheitliches Klassifikationssystem geltende Prinzipien zur Versorgung periprothetischer Frakturen zu entwickeln. Bisher existieren noch keine einheitlichen Empfehlungen der Fachgesellschaften hinsichtlich des Managements.

Die AO-Klassifikation - eine Klassifikation der Frakturen der langen Röhrenknochen, erstmals 1987 von Müller und Mitarbeitern [36] beschrieben, ist im europäischen Raum weit verbreitet. Ihr Prinzip ist die Einteilung aller Frakturen eines Knochensegmentes in drei Typen. Diese wiederum werden in drei Gruppen und Untergruppen unterteilt. Die Typen werden mit den Buchstaben A, B, C gekennzeichnet, die Gruppen mit den Ziffern 1, 2, 3.

In diesem in Anlehnung an die Frakturklassifikation der AO entwickelten Klassifikationssystem zur Einordnung periprothetischer Femurfrakturen bei einliegender Hüftprothese geben die **Typen** die Lokalisation der Fraktur in Bezug zur Prothese wieder:

A – Fraktur auf Höhe des Prothesenschaftes

B – Fraktur komplett distal der Prothese

C – Fraktur im Spitzenbereich der Prothese

Material und Methoden

Die einzelnen Gruppen beziehen sich auf die Merkmale bezüglich der Prothese - Erstimplantation, Prothesentyp sowie Lockerungszeichen.

Zu **Gruppe 1** gehören alle periprothetischen Frakturen bei Primärprothesen, zu **Gruppe 2** alle in Verbindung mit Langschaftprothesen auftretende Frakturen; **Gruppe 3** beinhaltet alle periprothetischen Frakturen bei Prothesenlockerung. (Abb. 3)

Entsprechend der AO-Klassifikation sind die Frakturen so ihrem Schweregrad nach angeordnet:

A1, eine Fraktur auf Schafthöhe einer liegenden Primärprothese bezeichnet folglich die einfachste dieser Frakturen,

C3, eine Fraktur im Spitzenbereich einer gelockerten Prothese, die komplizierteste, schwierigste Form .

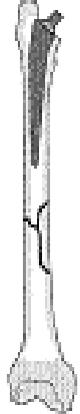
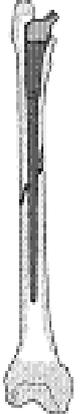
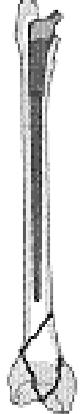
	A Frakturhöhe Prothesenschaft	B Fraktur distal der Prothese	C Fraktur i. Bereich d. Prothesenspitze
1 Primärprothese			
2 Langschaftprothese			
3 Gelockerte Prothese			

Abbildung 3: Klassifikationssystem periprothetischer Frakturen der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie [39]

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Patientendatenerhebung

Patientenanzahl: 22

Anzahl periprothetischer Frakturen: 22

Zeitraum: 1.1.2002 – 31.12.2004

Eingeschlossene Kliniken: Universitätsklinikum Ulm

Klinikum Memmingen

Krankenhaus Immenstadt

Altersverteilung:

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Frakturfeststellung betrug 74 Jahre. In der Gruppe der Frauen lag es bei 78 Jahren, bei den Männern mit 66 Jahren deutlich niedriger. Der Median lag bei 68 Jahren. Die jüngste Patientin - mit dysplastischer Hüfte - war bei Diagnosestellung 41 Jahre jung (Abb. 4).

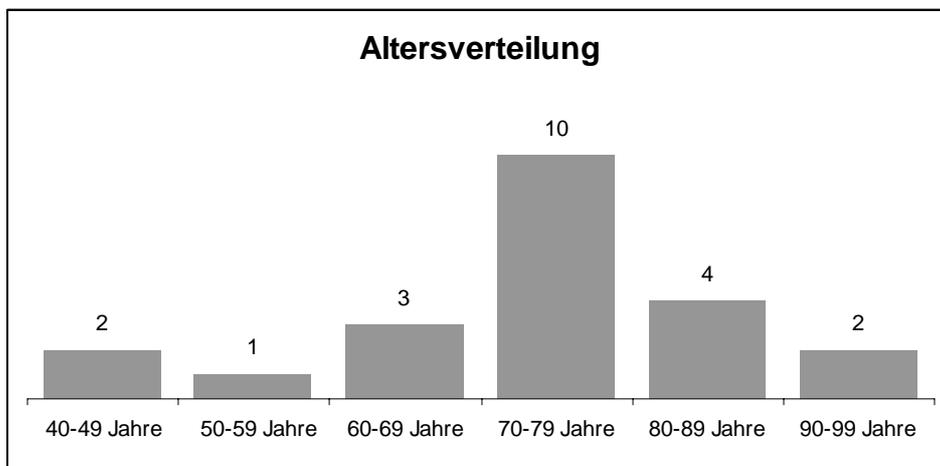


Abbildung 4: Altersverteilung des Patientenkollektivs

Geschlechtsverteilung:

Von den 22 Patienten unseres Kollektivs waren 16 weiblichen Geschlechts (72,7%) und 6 männlichen Geschlechts (27,3%). Damit waren Frauen fast dreimal so häufig betroffen wie Männer.

Prothesenschaftlänge:

Bei der Mehrzahl der Patienten (20) zeigte sich eine Kurzschaftprothese bei Erstimplantation einer Hüftendoprothese. 2 der 22 Patienten waren bei Zustand nach Schaftwechsel sowie vorangegangener periprothetischer Fraktur mit einer Langschaftprothese und in letzterem Falle zusätzlich plattenosteosynthetisch versorgt.

Mehrfachprothesenträger:

7 Patienten hatten außer der ausgewerteten Hüftendoprothese noch zusätzliche prothetische Implantate. Eine Hüftendoprothese auf der gegenüberliegenden Seite war in 6 Fällen vorhanden, in einem Fall war die Patientin mit einer Knieendoprothese ebenfalls auf der gegenüberliegenden Seite versorgt. Eine Patientin zeigte neben beidseitigen Hüftendoprothesen eine der betroffenen Seite gegenüberliegende Knieendoprothese als dritte Prothese.

Frakturseite:

Die periprothetische Fraktur ereignete sich in unserem Patientenkollektiv bei 9 Patienten auf der rechten, bei 13 Patienten auf der linken Seite.

Frakturformen:

Es traten Spiral-, Schräg- und Querfrakturen sowie kombiniert auch Abrissfrakturen der Trochanteren auf. Spiralfrakturen, mit teils langem Bruchlinienverlauf, waren in 10 Fällen zu finden und zeigten überwiegend eine Dislocatio ad longitudinem con contractione. Je einmal waren der Trochanter minor und major mit abgerissen. Zweimal trat diese Frakturform distal der Prothese auf. Von den 8 Schrägfrakturen befanden sich 3 distal, eine war ad latus disloziert. 3 von 4 Querfrakturen zeigten eine Dislocatio ad axim.

Prothesenschaftfixierung:

Der von der periprothetischen Fraktur betroffene Prothesenschaft zeigte in der Hälfte der Fälle (11) eine Fixierung durch umliegenden Knochenzement, die andere Hälfte war in der sogenannten „press-fit-Technik“ ohne Inanspruchnahme von Verbundmaterial implantiert worden.

Prothesenlockerung:

Eine möglich gelockerte Prothese wurde anhand der Röntgenaufnahmen und obengenannter Kriterien identifiziert, wobei vor allem dem Auftreten von osteolytischen und osteopenischen Herden, Lysezonen und heterotopen Ossifikationen Bedeutung beigemessen wurde. Veränderungen der Implantatposition waren aufgrund möglicher Prothesendislokation durch die Fraktur nicht verwertbar; Veränderungen der Schaftorientierung (meist in Richtung varus) sind nur über einen längeren Zeitraum anhand verschiedener Aufnahmen nachzuvollziehen.

In 4 Fällen (18,2%) waren radiologische Kriterien für eine Lockerung des Implantates vorhanden. In 17 der Fälle gab es dafür keinen Anhalt. In einem Fall ist eine Lockerung des Prothesenmaterials zwar wahrscheinlich, radiologisch aber nicht auszumachen. Hier war schon ein Wechsel der Hüftendoprothese unter gleichzeitiger Stabilisierung des Spitzenbereiches der Prothese mittels einer Platte erfolgt. Ob nun eine Lockerung der Platte alleine oder unter gleichzeitigem Stabilitätsverlust der Prothesenspitze zu einer Fraktur führte, lässt sich nur vermuten.

Knochenqualität:

6 der 22 Fälle zeigten eine Rarefizierung des Knochengewebes sowie ein durch osteolytische Herde geprägter Knochen. In der Hälfte der Fälle (3) lag gleichzeitig eine gelockerte Prothese mit Lysesaum vor.

Ätiologie:

Die in die Auswertung einbezogenen periprothetischen Frakturen waren alle postoperativ erworben. Keiner der 22 Patienten wurde wegen einer intraoperativ aufgetretenen periprothetischen Fraktur versorgt.

In der Hälfte der Fälle wurde im Operationsbericht eine Aussage über eine möglich auslösende Ursache der Fraktur gemacht: 2 der Patientinnen litten unter Adipositas per magna; 5 Patienten waren gestürzt; 3 Patienten wiesen auch klinisch bzw. intraoperativ eine Lockerung der Prothese auf, was als ursächlich für jene Frakturen angesehen wurde. 1 Patient hatte eine Ermüdungsfraktur.

Bildmaterial:

Dieser Punkt war eine große Hürde – präoperative Aufnahmen waren schwer zu orten und teils nicht zu bekommen. In 19 der 22 Fälle lagen zur Beurteilung präoperative Aufnahmen des Beckens und der Hüfte, wenn unfallbedingt möglich in 2 Ebenen, vor, sowie mehrere postoperative Aufnahmen. In einem Fall waren keine postoperativen Bilder zu bekommen; in 2 Fällen fehlten Aufnahmen vor der operativen Versorgung; diese wurden aber trotzdem in die Auswertung mit eingeschlossen, da anhand der postoperativen Aufnahmen eine eindeutige Beurteilung des Frakturverlaufes möglich war und diese beiden exemplarisch je eine Gruppe in dem Klassifikationssystem der Arbeitsgemeinschaft für Alters-traumatologie vertreten.

3.2 Ergebnisse der Röntgenauswertung

3.2.1 Klassifikation nach Johansson

Alle 22 periprothetischen Frakturen konnten nach ihrer Lokalisation bezüglich einliegender Prothese und unter Berücksichtigung ihrer Dislokation klassifiziert werden (Tabelle 1):

Ergebnisse

2 Patienten erlitten eine Fraktur auf Höhe des Prothesenschaftes bei gleichzeitig stabiler, nicht dislozierter Prothese (Typ 1).

15 Patienten zeigten einen Frakturverlauf vom Prothesenschaft bis hin zur Spitze mit unterschiedlich ausgeprägter Dislokation der Prothese (Typ 2).

5 Patienten hatten eine vollkommen distal der Prothesenspitze verlaufende Fraktur (Typ 3).

Tabelle 1: Einteilung der 22 Frakturen nach Johansson Typ 1-3

Johansson Typ 1	2 Frakturen (9,1%)
Johansson Typ 2	15 Frakturen (68,2%)
Johansson Typ 3	5 Frakturen (22,7%)

Problematisch gestaltete sich in mehreren Fällen die Zuordnung zu Typ 1 oder 2. Lag das Zentrum der Fraktur bei meist längerer Frakturlinie im Rahmen einer Schräg- oder Spiralfaktur im Bereich des Prothesenschaftes, wies die Prothese aber soweit ersichtlich - nicht immer lag unfallbedingt eine Aufnahme in zwei Ebenen vor - keine stabile Führung auf, so wurde diese Fraktur aufgrund der Dislokation und Ausdehnung als Typ 2 klassifiziert.

3.2.2 Klassifikation nach Duncan (Vancouver-Klassifikation)

Hier ließen sich ebenfalls alle 22 periprothetischen postoperativ erworbenen Femurfrakturen einordnen. Ausschlaggebende Kriterien zur Einteilung waren hier die Frakturlokalisierung, die Stabilität der Prothese sowie die Knochenqualität (Tabelle 2):

2 Frakturen verliefen überwiegend im Bereich der Trochanteren (Typ A), wobei einmal die Fraktur schräg durch den Trochanter major zog (Typ A_G), im anderen Falle der Trochanter minor komplett abgerissen war (Typ A_L).

15 Frakturen traten im Bereich des Prothesenschaftes bis hin zur Spitze auf (Typ B). Dabei wurde das Implantat in 2 Fällen als stabil (Typ B1), in 7 Fällen als locker bei guter Knochenqualität des umgebenden Gewebes (Typ B2) beurteilt. 6 Fälle wurden bei schlechtem osteopenisch verändertem Knochengewebe dem Typ B3 zugeordnet, wobei in 2 Fällen das Implantat nicht gelockert war. Diese Kombination der beiden Kriterien Knochenqualität und Protheseninstabilität in einem Punkt erschwerte hier die differenzierte Einteilung der Typ B-Frakturen.

5 Frakturen zeigten sich in ihrem Verlauf weit distal der Prothese (Typ C) und können somit in ihrer Behandlung weitgehend unabhängig vom Implantat betrachtet werden.

Tabelle 2: Einteilung der Frakturen nach der Vancouver-Klassifikation

Typ A	2 (9,1%)	A _G	1
		A _L	1
Typ B	15 (68,2%)	B 1	2
		B 2	7
		B 3	6
Typ C	5 (22,7%)		

Ergebnisse

3.2.3 Klassifikation nach der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie (in Anlehnung an das AO-Schema)

Es konnten nur 21 Frakturen in das System eingeteilt werden; für einen Fall existiert keine Gruppe (s. Kasuistik). Berücksichtigt wurde dabei die Höhe der Fraktur in Bezug zur Prothese, die Prothesenschaftlänge und radiologisch zu erkennende Lockerungszeichen (Tabelle 3).

Typ A, der Fraktur auf Höhe des Prothesenschaftes, wurden 6 Fälle zugeordnet. Typ B, eine Fraktur komplett distal der Prothese, fand sich in 5 Fällen. Typ C, eine Fraktur im Bereich der Prothesenspitze, lag in 10 Fällen und somit am häufigsten vor.

Eine Zuteilung zu Gruppe 1 als Kennzeichen für eine Primärprothese erfolgte in 15 der 21 Fälle. Eine periprothetische Fraktur bei Einliegen einer Langschaftprothese, Gruppe 2, trat in 2 Fällen auf. Die Gruppe 3 der gelockerten Prothesen umfasst 4 Fälle. Im Einzelnen ergibt sich folgende Klassifizierung:

Tabelle 3: Einteilung der 21 Frakturen in das System der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie

	Typ A	Typ B	Typ C
Gruppe 1	4	4	7
Gruppe 2	----	1	1
Gruppe 3	2	----	2

3.2.4 Beispiele für Frakturklassifikationen

Folgenden Abbildungen (Abb. 5-8) verdeutlichen beispielhaft die Klassifikation nach Johansson, die Vancouver-Klassifikation sowie die Klassifikation der AG für Altertraumatologie nach dem AO-Schema anhand 4 der 22 betrachteten periprothetischen Femurfrakturen.



Abbildung 5:

Nach Johansson Typ 2
Nach Vancouver Typ B2
Nach der Arbeitsgemeinschaft
für Altertraumatologie C1

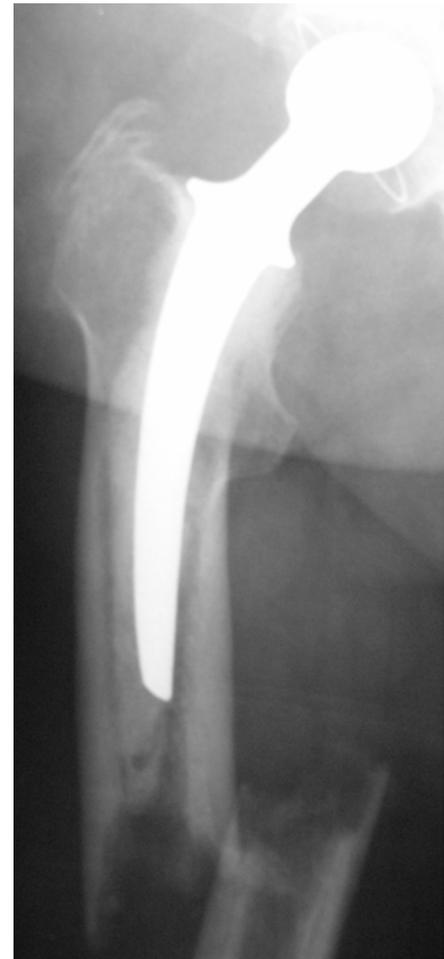


Abbildung 6:

Nach Johansson Typ 3
Nach Vancouver Typ C
Nach der Arbeitsgemeinschaft
für Altertraumatologie B1



Abbildung 7:

**Nach Johansson Typ 1
Nach Vancouver Typ B1
Nach der Arbeitsgemeinschaft für
Altertraumatologie A1**



Abbildung 8:

**Nach Johansson Typ 2
Nach Vancouver Typ A_G
Nach der Arbeitsgemeinschaft für
Altertraumatologie A1**

3.3 Kasuistiken

◆ *Fall 1:*

Ein 64-jähriger Patient stellt sich im September 2002 im Klinikum Memmingen vor. Zustand nach Totalendoprothesenwechsel der linken Hüfte mit Femurfensterung sowie Stabilisierung des Schaftes bis über die Prothesenspitze hinaus durch eine Platte und Cerclagen. Die jetzt einliegende Zweitprothese ist eine unzementierte Kurzschaftprothese. Es zeigt sich eine periprothetische Fraktur in dem Bereich der Prothesenspitze, in dem sich überlappend das proximale Ende der zur Stabilisation eingebrachten Platte befindet (Abb. 9). Ein Trauma lag nicht vor. Intraoperativ bestätigen sich der Verdacht der Plattenlockerung und die Diagnose einer Ermüdungsfraktur. Das alte Osteosynthesematerial wird entfernt und die Fraktur mittels einer 14-Loch-Platte stabilisiert.

Bei dieser Fraktur handelt es sich nach Johansson um eine Typ 2-Fraktur. Gemäß der Vancouver-Klassifikation liegt eine Typ B-Fraktur vor, bei schlechter Knochenqualität genaugenommen eine Typ B3-Fraktur. Allerdings scheint das Implantat radiologisch betrachtet fest zu sein, die Lockerung betrifft nur das osteosynthetische Material; es sind also nicht beide geforderten Kriterien der Kategorie B3 erfüllt. Würde man die Fraktur allerdings als B1-Fraktur klassifizieren, fände die für das weitere Prozedere und die Prognose wichtige Information „schlechte Knochenqualität“ keinerlei Berücksichtigung. Nach dem AO-System ist sie eindeutig eine Typ C-Fraktur. Eine Gruppeneinteilung allerdings ist nicht möglich: es ist eine Zweitprothese (Gruppe 1 scheidet aus), aber keine Langschaftprothese (Gruppe 2 scheidet aus) und die Lockerung bezieht sich wie schon erwähnt hier auf das zusätzliche Osteosynthesematerial, nicht auf die Prothese selbst (Gruppe 3 scheidet aus).



Abbildung 9: Periprothetische Fraktur bei unzementierter Kurzschaftprothese (Fall 1)



Abbildung 10: Periprothetische Fraktur bei zementierter gelockerter Hüftprothese (Fall 2)

◆ **Fall 2:**

Eine 79-jährige Patientin wurde im April 2004 im Universitätsklinikum Ulm mit einer periprothetischen Fraktur rechts aufgenommen. Es handelt sich um eine Spiralfaktur bei einliegender zementierter gelockerter Hüftprothese (Abb. 10). Der Verdacht einer Lockerung ergibt sich aus einem Lyseaum im Bereich der Prothesenschulter sowie rarefizierter Knochenstruktur und wurde intraoperativ bestätigt. Sie wurde operativ mit einer zementierten Langschaftprothese versorgt.

Die Einteilung nach AO ist einfach: eine Fraktur mit Zentrum in Höhe des Prothesenschaftes bei gelockerter Prothese (A3). Innerhalb der Vancouver-Klassifikation gehört sie eindeutig zu den Typ B-Frakturen und bei radiologisch erkennbarer Lockerung zum Typ B3. Nach Johansson wird die Zuteilung zu Typ 1 oder 2 schwieriger: die Fraktur verläuft bis in den Spitzenbereich hinein, definiert man diesen als unteres Drittel (Johansson Typ 2). Geht man vom Zentrum der Fraktur aus, so befindet es sich auf Schafthöhe (Johansson Typ 1). Bezieht man wiederum das Kriterium der Positionsänderung bzw. Stabilität der Prothese mit ein, ist die Prothese als gelockert zu betrachten und eine Dislokation aus dem Markraum kann anhand vorliegender Ebene nicht ausgeschlossen werden (Johansson Typ 2).

4 Diskussion

4.1 Daten

Trotz steigender Inzidenz periprothetischer Femurfrakturen insbesondere nach Hüftgelenksrevisionen im letzten Jahrzehnt handelt es sich dennoch im Vergleich zu anderen Oberschenkelfrakturen wie zum Beispiel der Schenkelhalsfraktur, die derzeit in Deutschland mit einer Inzidenz von 90/100.000 Einwohner [7] angegeben wird, um eine äußerst seltene Komplikation. Statistische Aussagen sind in den meisten Studien zu diesem Thema aufgrund geringer Fallzahlen nicht möglich. 22 Patienten über 3 Jahrgänge hinweg unter Einbezug 3 verschiedener Kliniken und unter Ausschluß unvollständig nicht zu verwertenden Materials ist im Literaturvergleich mit anderen Studien eine durchschnittlich gute Anzahl [4, 17, 21, 25, 29, 43, 48]. Es ist allerdings zu bedenken, dass die Fallzahlen durch Einbezug verschieden vieler chirurgischer Zentren, dem unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkt innerhalb der letzten 20 Jahre sowie der örtlich variierenden Population stark differieren. Alle Vergleiche sind als beschreibende Darstellung gedacht, wohl wissentlich, dass es sich um ein zufällig gemischtes, nicht repräsentatives Patientenkollektiv handelt. Anhand dieser 22 Fälle konnte auf radiologischer Basis die Lokalisation der periprothetischen zementierten und unzementierten Frakturen und ihre Lockerungszeichen retrospektiv beschrieben und damit beispielhaft die Anwendbarkeit, Zuverlässigkeit und Aussagekraft der einzelnen Klassifikationssysteme aufgezeigt werden. Unfallbedingt war in einigen Fällen eine Röntgenaufnahme des Oberschenkels in zwei Ebenen nicht möglich, was die Beurteilung der Stabilität bzw. Dislokation der Prothese erschwerte und das numerische Ergebnis gegebenenfalls auch verfälschen kann. Dass es sich bei den 22 untersuchten Frakturen zufälligerweise nur um postoperativ erworbene Frakturen handelt, ist für die Klassifikation ohne Bedeutung. In keinem der angewandten Systeme wird hinsichtlich des Frakturzeitpunktes unterschieden.

Der Anteil der Frauen ist mit 16 von insgesamt 22 Patienten sehr hoch. Als ursächlich für die erhöhte Betroffenheit des weiblichen Geschlechts könnte die Osteoporose als relevanter Risikofaktor für die Entstehung einer periprothetischen Fraktur verdächtigt werden. Bei Johansson [25] findet sich ebenfalls ein deutlich erhöhter Frauenanteil (21 von 35), bei Beals [2] ist das Geschlechterverhältnis ausgeglichen. Das Durchschnittsalter ist mit 74 Jahren vergleichbar hoch.

Die Hälfte der Frakturen (11) trat im am stärksten belasteten und dadurch gefährdeten Spitzenbereich auf. 2 Frakturen befanden sich proximal, 4 Frakturen traten mittig auf und dehnten sich nach distal zur Spitze hin aus. Entsprechend finden sich bei Johansson sowie bei der Vancouver-Klassifikation $11 + 4 = 15$ Frakturen im Übergangsbereich Prothesenschaft bis -spitze, inklusive Spitzenbereich (Johansson Typ 2/ Vancouver Typ B), also der Hauptanteil der 22 periprothetischen Frakturen. Dies stimmt mit der Beobachtung von Johansson, der 22 von insgesamt 37 Frakturen als Typ 2 klassifiziert und der Studie von Gumpfenberg, in welcher der Hauptanteil der Frakturen nach Johansson 2 und 3 klassifiziert wurde, überein [21, 25]. In der Vancouver-Klassifikation überwiegt in der Häufigkeit des Auftretens Typ B2, knapp gefolgt von Typ B3, was Lee und Bostrom [29] innerhalb ihres dreifach höheren Patientengutes ebenfalls finden. Nach der Klassifikation der AG für Alterstraumatologie hingegen, in der Schaft- und Spitzenbereich getrennt sind, also keine Übergangszone definiert ist, beträgt die Verteilung der Frakturen auf den Schaft- bzw. Spitzenbereich 6:10. Die Einteilung der subprothetischen Frakturen korreliert in allen Systemen.

In 7 Fällen handelt es sich um Mehrfachprothesenträger, jedoch findet sich keine positive Korrelation zwischen schlechter Knochenqualität und zusätzlicher Prothese, wie man vermuten könnte. Das weibliche Geschlecht überwiegt deutlich: in 6 von 7 Fällen ist eine Frau mit mindestens noch einer weiteren Prothese versorgt.

In der Literatur wurde als Klassifikationssystem in Studien und Analysen der letzten 10 Jahre zumeist die Vancouver-Klassifikation verwendet, in einzelnen Fällen auch die Einteilung nach Johansson, nach Beals und nach Bethea sowie modifizierte Systeme [17, 18, 19, 21, 29, 44, 46, 47, 48]. Das Klassifikations-

system der AG für Alterstraumatologie ist in Erprobung und wird von seinem Initiator Hockertz und Kollegen als gut geeignet zur präoperativen Therapieplanung angesehen [28].

4.2 Kriterien zur Klassifikation periprothetischer Femurfrakturen

Um als sinnvolle und hilfreiche Basis für das weitere Management zu dienen, muss ein System zur Klassifikation periprothetischer Femurfrakturen Antworten auf die Fragen geben können, die sich dem Operateur in der Diskussion der Versorgungsstrategien stellen: Lokalisation und Verlauf der Fraktur, Art der liegenden Prothese und periprothetische Verteilung des Knochenzementes sowie insbesondere die Knochenstruktur bzw. -atrophie und Prothesenlockerung sind maßgeblich bei der Entscheidung, ob eine osteosynthetische Versorgung oder ein Prothesenersatz zur Anwendung kommen [20]. Außerdem muss es Hinweise auf die zu erwartenden Schwierigkeiten im operativen Umgang mit der periprothetischen Fraktur geben wie ein gelockerter Schaft, der gegebenenfalls durch zusätzliche Implantate stabilisiert werden muss, ein atrophischer Knochen bei generalisierter Osteoporose, bei dem jegliche Osteosynthese eine erneute Fraktur provozieren kann sowie das Problem des weiteren Verlustes von Knochen-substanz und der dadurch erschwerten Fixation bei jedem Revisionseingriff.

Neben der Auswahl der Kriterien sind deren Definition, Verknüpfung und Abgrenzung von äußerster Wichtigkeit für die Anwendbarkeit und Qualität des Systems (s. unten). In den 3 verwendeten Systemen werden in Zahl und Inhalt unterschiedliche Aspekte inkludiert, die sich wiederum in ihrer Darstellung und Anwendbarkeit unterscheiden, was im Folgenden anhand der einzelnen Kriterien dargelegt wird.

4.2.1 Frakturlokalisierung

Die Einteilung der Frakturen hinsichtlich ihrer anatomischen Lokalisation bildet in allen drei Systemen die Basis und ist essentiell für das therapeutische Vorgehen. Hauptsächlich werden drei Frakturbereiche unterschieden: Prothesenschaft, Spitzenbereich und der Bereich distal der Prothese.

Letzterer ist in der Zuordnung unproblematisch. Der Prothesenschaftbereich wird bei der Vancouver-Klassifikation in die Trochanterregion und den darunter liegenden, eigentlichen Schaftbereich unterteilt. Bei Johansson und nach dem System der AG für Alterstraumatologie existiert hier keine Differenzierung. Der Übergang Schaft- zu Spitzenbereich ist fließend, besonders bei langem Bruchlinienverlauf. Die Abgrenzung in den Systemen erfolgt unterschiedlich klar und die Zuordnung ist somit mehr oder weniger einfach. Gerade regionenübergreifende Frakturen sind meist instabil und schwerer zu versorgen [27].

Nach Johansson wird dieser häufig auftretende längere Frakturverlauf bzw. die Frakturausdehnung bei Typ 2 berücksichtigt und entsprechend der überwiegend auftretenden Schräg- und Spiralfrakturen oft klassifiziert. Hier wird eine Fraktur gefordert, die sich bis in den Spitzenbereich erstreckt - unbeachtet der Länge des proximalen Verlaufes. Wie verhält es sich hier mit der allgemein üblichen Lokalisationsbeschreibung einer Fraktur bezogen auf ihr Zentrum? Wo genau beginnt der Spitzenbereich einer Prothese? Diese Abgrenzung bleibt unscharf! Gleichzeitig wird zumindest in der Originaldefinition von Johansson [25] bei Typ 2 zusätzlich eine Dislokation der Prothese aus dem Markraum gefordert und so die Zuordnung durch die Verknüpfung zweier Kriterien in einzelnen Fällen zunächst erschwert. So zum Beispiel bei Schrägfrakturen mit längerem Bruchlinienverlauf bis nahe der Prothesenspitze ohne Prothesendislokation (Johansson Typ1 oder Johansson Typ 2).

Duncan definiert die Ausdehnung genauer - alle Frakturen unterhalb der Trochanteren (Typ A) bis direkt distal der Prothese gehören zu den Typ B-Frakturen. Erst im nächsten Schritt wird nach weiteren Zusatzkriterien unterschieden. Die Einteilung der Lokalisation nach der Vancouver-Klassifikation war problemlos.

Diskussion

Definiert man bei der Einteilung der periprothetischen Frakturen nach der AG für Alterstraumatologie die Lokalisation der periprothetischen Fraktur in Anlehnung an Müller und seine Frakturklassifikation der langen Röhrenknochen nach Lage des Frakturzentrums, das sich nach Müller bei einer einfachen Fraktur mittig befindet [36], und versteht den Spitzenbereich gemäß der Dreiteilung der langen Röhrenknochen als distales Drittel der Prothese inklusive direkt distal der Spitze liegender Anteile, so gestaltet sich diese Einteilung klar.

Nach der Analyse von Beals führen unzementierte sowie gelockerte zementierte Prothesen häufig zu Frakturen im Schaft- und Spitzenbereich, wohingegen zementierte nicht gelockerte Prothesen subprothetische Frakturen provozieren [2, 20]. In vorliegender Untersuchung wurde beobachtet, dass von 11 Frakturen bei einliegenden unzementierten Prothesen 6 im Spitzenbereich, 4 auf Prothesenschafthöhe teils unter Einbezug der Trochanteren und nur eine subprothetisch auftraten. Bei zementiert gelockerten Prothesen zeigten sich Frakturen auf Schafthöhe und Spitzenbereich im Verhältnis 1:1, ungelockerte zementierte Prothesen provozierten in 4 von 7 Fällen subprothetische Frakturen.

Die subprothetische Fraktur erhält in jedem der drei Systeme eine eigene Kategorie. Ihre Zuordnung ist klar und einfach zu treffen. Dies zeigt auch die Übereinstimmung in der Klassifikation: 5 Johansson Typ 3-Frakturen, 5 Typ C-Frakturen nach Vancouver, 5 Typ B-Frakturen nach dem System der AG für Alterstraumatologie - hier eine bei liegender Langschaftprothese (B2). Dass eine subprothetische Fraktur bei vorhandener Langschaftprothese weniger operativen Spielraum lässt und durch ihre Gelenksnähe schwieriger zu handhaben ist als eine solche bei einliegender primärer Kurzschaftprothese, steht außer Diskussion. Gemäß der AO-Klassifikation drückt sich dieser höhere Schweregrad in der erhöhten Gruppennummer aus. Allerdings ist es fraglich, ob diese Unterteilung notwendig ist, da die Autoren mehrfach die Meinung vertreten, die Versorgung subprothetischer Frakturen sei nur bei gleichzeitiger Lockerung, was nach dem in Anlehnung an die AO-Klassifikation entstandenen System eine eigene Kategorie darstellen würde, abhängig von der Prothese und könnte ansonsten unabhängig von ihr erfolgen [20, 27, 45].

4.2.2 Stabilität des Implantates bzw. Festigkeit im Prothesenlager

Bei circa 3-10% der Patienten, die sich jährlich einer Hüftendoprothesenimplantation unterziehen, kommt es nach 10-15 Jahren zu einer Lockerung der Prothese [34]. Generell wird davon ausgegangen, dass jede Prothese einer Ausgrenzung unterliegt. Mechanische und biologische Einflussfaktoren sind vielfach beschrieben – Adaptationsvorgänge (sog. „stress shielding“), die durch unphysiologische Kraftverteilung zustande kommen, in Verbindung mit dem Verlust tragender Knochensubstanz gelten als ursächlich für eine Lockerung [31, 50]. Fehlpositionierungen stellen ebenfalls ein Risiko für frühes Auslockern dar [24]. Abriebpartikel führen in Folge zu einer aseptischen Entzündung, einem Fremdkörpergranulom als histologisches Korrelat zur Lockerung. Die Prothesenlockerung gilt als prädisponierender Faktor für die periprothetische Fraktur; Knochenum- und Abbauprozesse, eine erweiterte Markhöhle, Biegemomente zwischen Prothesenspitze und Schaft führen zu Ermüdungsbrüchen und Bagatelltraumen. Sie ist keine rein radiologische Diagnose - Anamnese und Klinik mit Bewegungsschmerz, Instabilitätsgefühl, Achsenfehlstellung und Funktionseinschränkung sind wegweisend [20]. Der Implantat-Knochenverbund allerdings wird zunächst radiologisch beurteilt. Als Reaktionen des Knochens periprothetisch beobachtet man Resorptionen, Hypertrophien, Verdichtungen und Lockerungssäume („Radiolucent lines“), die durch Relativbewegungen zwischen Implantat und Knochen entstehen. Ein kontinuierlicher Lysesaum von > 2 mm wird von vielen Autoren als ein radiologisches Kriterium angesehen [6, 28] und wurde auch in vorliegender Auswertung ebenso wie die meist vorhandene Calcarresorption als Lockerungskriterium gewertet.

In vorliegender Untersuchung war in nur 4 der Fälle nach radiologischen Gesichtspunkten eine Lockerung des Prothesenmaterials festzustellen. Dass sich dies von anderweitig beobachteten Häufigkeiten, die zwischen 40 und 75% liegen, unterscheidet, mag zum Teil an der geringen nicht repräsentativen Fallzahl liegen [4, 21, 37]. Außerdem wird der Verdacht einer Prothesenlockerung durch Klinik und Anamnese gestützt, radiologisch ausgedrückt und intraoperativ bestätigt. In den Vergleichsstudien wird zumeist nicht angegeben wie die Zahl zustande kommt.

Diskussion

Auffällig ist, dass alle 4 gelockerten Prothesen zementiert waren, obwohl vor allem in der zementfreien Endoprothetik die aseptische Lockerung als wichtige Komplikation angesehen wird [31]. Laut Kelley [27] tritt eine Prothesenlockerung am häufigsten in der mittleren Region auf, die er von unterhalb des Trochanter minors bis zur Prothesenspitze reichend definiert. Dies entspräche nach Johansson dem Typ 2 - tatsächlich konnten 3 der 4 festgestellten Frakturen bei gelockerter Prothese als Johansson Typ 2 klassifiziert werden.

Zusätzlich zu einer eventuell schon vorbestehenden Lockerung der Prothese, die mit zur Frakturentstehung beitragen kann, ist die frakturbedingte Dislokation der Prothese ausschlaggebend für die Stabilität des Implantates und damit wegweisend für die Therapie. Doch ab wann sprechen wir von einer Dislokation, einer Positions- bzw. Lageänderung? Ab welchem Ausmaß ist dies für den Beobachter erkennbar - und wann ist sie relevant? Wie verhält es sich mit der Antwort auf die Frage von Kelley [27, S. 171] „Can a prosthesis remain stable when the bone around it is fractured?“ Bezogen auf zementierte Prothesen herrscht darüber Uneinigkeit in der Literatur [13, 14].

Bei Johansson wird diese Positionsänderung durch den Verbleib im oder dem Austritt der Prothesenspitze aus dem Markraum näher definiert. Es finden sich hier aber folgende Probleme: In der Literatur wird die Johansson-Klassifikation uneinheitlich wiedergegeben. Im Originalartikel von Johansson und Mitarbeitern wird zusätzlich zu der Lokalisation der Fraktur eine Aussage über das Verhalten der Prothese gemacht. Hier heisst es: „Type-1-fractures are those in which the fracture occurred proximal of the tip of the prosthesis, with the stem of the prosthesis remaining in the medullary canal, resulting in some stabilization of the fracture fragment“ [25, S. 1435]. Und weiter bei Typ 2: „Type-2 fractures are those in which the fracture line extended from the proximal portion of the femoral shaft to beyond the distal tip of the prosthesis, with the prosthesis stem dislodged from the medullary canal of the distal fragment“ [25, S. 1435]. Diese Definition zeigt wie bewusst den Autoren die essentielle Bedeutung der Stabilität des Implantates im Rahmen dieses Geschehens war. Sie ist aussagekräftiger als die verkürzte Version, die sich rein auf die Lokalisation beschränkt: „Type 1 fractures occur proximal

to the stem tip“ [29, S. 112] bzw. “Type 2 fractures extend from proximal femoral shaft to beyond the stem“ [29, S. 112]. Allerdings ist es in der Anwendung problematisch diesen Zusatz korrekt mit einzubeziehen, da zwei Kriterien in einem Punkt miteinander verknüpft werden. Die vorliegende Einteilung orientiert sich an der Originaldefinition, d.h. die Dislokation der Prothese war ausschlaggebend für die Zuordnung von Frakturen im Schaft-Spitzenbereich zum Typ 2. Die verkürzte Version ist einfacher anzuwenden und hat sich daher wohl in der Literatur verbreitet [15, 28, 29, 45].

In der Vancouver-Klassifikation wird die Festigkeit des Implantates bei den Typ B-Frakturen unterschieden. Ist die Prothese locker, handelt es sich um eine Typ B2-Fraktur. Locker heißt in diesem Falle sowohl gelockert als auch disloziert und damit instabil; hier wird nicht unterschieden, ob die Instabilität durch die Fraktur zustande kommt oder die Prothese gelockert ist und so zur Frakturentstehung beigetragen hat. Dies vereinfacht die Zuordnung, erklärt aber auch die Abweichung zwischen den nach Vancouver als locker (11) und nach dem System der AG für Alterstraumatologie als gelockert (4) klassifizierten Prothesen.

In letztgenannter Einteilung ist die Gruppe 3 für gelockerte Prothesen reserviert. Nach Auffassung des Autors werden hier nur die Prothesen eingeteilt, die radiologische Zeichen im Sinne einer aseptischen Lockerung aufweisen, unabhängig ihrer Dislokation.

4.2.3 Knochenqualität

Die Qualität des Knochengewebes der betroffenen Region ist zusammen mit der Stabilität der Fraktur ausschlaggebend für das Zusammenwachsen der Fraktur. Sie kann eingeschränkt sein durch mehrfach vorangegangene operative Eingriffe, was zu einem Verlust an Knochensubstanz, zu örtlich begrenzt auftretenden Defekten, welche die Grundlage einer Fraktur bilden können, und zu einer Minderdurchblutung führen kann [27].

Diskussion

Die Knochenqualität als wegweisendes Kriterium für die Möglichkeiten der operativen Verankerung und Hinweis für schwierige Versorgungsbedingungen wird nur in der Klassifikation von Duncan berücksichtigt. Die lockere, instabile Prothese wird nun bei zusätzlich schlechter Knochenqualität zum Typ B3. Diese Verknüpfung - lockere Prothese und resorptiv veränderter Knochen - liegt nahe, treten sie doch oft vergesellschaftet auf. Welcher Kategorie aber ist die Fraktur bei stabilem Implantat und ungünstiger Qualität des umgebenden Knochengewebes zuzuordnen? Dieser Fall trat bei 2 der 22 betrachteten periprothetischen Frakturen ein. Da die Knochenqualität in diesem Falle ein Negativpunkt wäre, dem im weiteren Vorgehen Beachtung geschenkt werden sollte, wurde sie in vorliegender Einteilung berücksichtigt und beide Frakturen dem Typ B3 zugeordnet. Wünschenswert wäre eine eigene Untergruppe für dieses Kriterium - sowohl in der Vancouver-Klassifikation als auch in dem nach der AO-Klassifikation entwickelten System, in welchem die Knochenqualität nur indirekt über die Prothesenlockerung zum Ausdruck kommt.

4.2.4 Prothesenschaftlänge

Die Klassifikation der AG für Alterstraumatologie unterscheidet als einzigste der drei Systeme zwischen einer periprothetischen Fraktur bei einliegender Primär- und einliegender Langschaftprothese. Es handelt sich bei der Primärprothese in der Regel um eine Kurzschaftprothese. In der Literatur findet man nur bei der Frakturklassifikation nach Beals und Tower eine eigene Subgruppe für periprothetische Frakturen bei Langschaftprothesen [2, 19]. Die Einteilung der Frakturlokalisation ändert sich dadurch nicht, ihre Lage wird immer bezogen auf die Prothese angegeben. Anatomisch gesehen unterscheidet sich der Lokalisationsbereich natürlich; eine Fraktur im Bereich der Prothesenspitze (C) bei einer Langschaftprothese befindet sich weit distaler, gelenknäher als bei einer Kurzschaftprothese. Viel wichtiger allerdings sind die mit dem Vorliegen einer Langschaftprothese implizierten Aussagen: Der Patient hat fast immer schon einen Prothesenwechsel bzw. einen Revisionseingriff hinter sich. Damit steigt das Risiko einer Prothesenlockerung sowie einer intra- oder postoperativen Fraktur.

Bei schwindendem Knochenmaterial stellt sich die Verankerung und Stabilisierung immer problematischer dar. Dies wiederum gestaltet eine Revision bei womöglich eingeschränkter Qualität des Knochens und multimorbidem Patienten äußerst komplex - anspruchsvoll, risikoreich und komplikationsträchtig. So enthält diese Unterscheidung einen wichtigen Hinweis bezüglich Therapieoptionen, Operationsbedingungen und Prognose. Terminologisch wäre es allerdings klarer Kurz- und Langschaft- oder Primär- und Sekundärprothese zu unterscheiden, was die Aussage nach Meinung des Autors nicht wesentlich verändern würde. In diesem Falle könnte dann auch die in der vorliegenden Arbeit nicht zu klassifizierende Fraktur, eine periprothetische Fraktur bei sekundär implantierter Kurzschaft-prothese, eingeschlossen werden.

4.3 Qualität der verwandten Klassifikationssysteme

Frakturklassifikationen sind in der Unfallchirurgie und Orthopädie weit verbreitet. Sie sind eine Hilfe in der Behandlung, da sie optimalerweise jedem einzelnen Fall ein bestimmtes therapeutisches Konzept zuweisen und sich so ein gewisser Versorgungsstandard festlegen lässt. Wenn ein System nützlich und praxis-relevant sein soll, muss es zuverlässig (reliabel) und gültig (valide) sein. Die Zuverlässigkeit bezieht sich auf die Übereinstimmung des Klassifikationsergebnisses verschiedener Beurteiler (interobserver reliability) oder der Übereinstimmung einer Beurteilung durch ein und dieselbe Person zu verschiedenen Zeitpunkten (intraobserver reliability). Diese Übereinstimmung muss hoch sein, damit ein Klassifikationssystem seinen Zweck erfüllt. Die Gültigkeit steht für den Übereinstimmungsgrad der Beschreibung eines Merkmales und seinem tatsächlich vorhandenem Korrelat [9, 12].

Die Zuordnung der Frakturen zu den einzelnen Kategorien der Klassifikation wiederum hängt einerseits von der Definition und klaren Abgrenzung der Kriterien durch das System ab, andererseits werden subjektive, individuelle Faktoren des Beobachters wie Erfahrung in der Interpretation von Röntgenbildern, Kenntnis a-

Diskussion

anatomischer Gegebenheiten, dreidimensionale Vorstellungskraft als auch die Qualität der Röntgenaufnahme immer eine Rolle spielen. Wie hoch die Differenz in der Einteilung durch verschiedene Beobachter wäre, ist für die Qualität des Klassifikationssystems von Bedeutung. In vorliegender Arbeit wurde die Einteilung der radiologisch identifizierten periprothetischen Frakturen in die einzelnen Systeme von nur einer Person durchgeführt. Es können also hinsichtlich der Zuverlässigkeit bzw. des Gütekriteriums Reliabilität nur eingeschränkte, die „intra-observer reliability“ betreffende Aussagen gemacht werden.

Dahingehend war die von Duncan und Masri entwickelte Vancouver-Klassifikation bei der Einteilung der 22 Frakturen das System mit der bei weitem höchsten Übereinstimmung bezogen auf einen Anwender und verschiedene Zeitpunkte. Die beiden anderen Klassifikationen boten durch ihre unklarere Abgrenzung der Prothesenbereiche bei den Frakturen im Übergangsbereich Prothesenschaft/ Prothesenspitze zunächst eine Unsicherheit und damit eine schlechtere Übereinstimmung. Ob und inwieweit eine Klassifikation die Gütekriterien erfüllt kann anhand psychometrischer Tests ermittelt werden. Die Vancouver-Klassifikation ist die einzige psychometrisch getestete Klassifikation der hier verwendeten Systeme - und sie wurde für reproduzierbar, zuverlässig und valide erklärt. Dunwoody und Mitarbeiter [16] fanden in ihrer Beurteilung von 58 periprothetischen Frakturen durch 6 verschiedene Beobachter eine hohe Reliabilität und Validität, wobei die „interobserver reliability“ zwischen Erfahrenen und Unerfahrenen vernachlässigend gering war [9, 10]. Dass allerdings auch Reliabilitätsstudien von Frakturklassifikationen nicht unkritisch bewertet werden sollten, zeigt eine Arbeit von Audige [1], welcher deren Reliabilität untersuchte, wobei weniger als die Hälfte der 44 untersuchten Studien als repräsentativ hinsichtlich der Zahl der Untersucher und Frakturen galten. Dabei konnte er zeigen, dass zur Entwicklung und Prüfung eines Klassifikationssystems ein systematisches Vorgehen entwickelt werden sollte.

4.4 Probleme im Umgang mit Klassifikationssystemen

Martin und Marsh [32] fanden in ihrer Untersuchung gängiger Klassifikationssysteme sowohl bei differenzierten umfangreichen Systemen sowie bei nur auf zwei Kriterien beschränkten Klassifikationen eine geringe Übereinstimmung zwischen verschiedenen beurteilenden Personen, auch wenn die jeweilige Klassifikation von einigen Autoren als klinisch nützlich beschrieben wurde. Ein Ziel einer Klassifikation aber ist es, Kommunikation zu ermöglichen; der Gesprächspartner sollte vor seinem inneren Auge ein Bild entwickeln können, das dem eigentlichen annähernd genau entspricht, um dann zu diskutieren, zu beurteilen, Ergebnisse zu berichten und vergleichen zu können. Wieso also diese geringe „interobserver reliability“, wo sie doch so nötig wäre?

Eine schlechte Bildqualität der Röntgenbilder einerseits, unpassende Terminologie bzw. Verwendung von Definitionen andererseits sowie der unterschiedliche Erfahrungsgrad der Beurteiler werden von Neer und Kollegen dafür verantwortlich gemacht [5]. Rasmussen und Mitarbeiter [40] konnten nachweisen, dass eine Schulung in der Klassifikation von Gelenksfrakturen den Grad der Übereinstimmung erhöht. Auch Erfahrung scheint das Ergebnis zu verbessern, wenn teils auch nur in geringen Maße, wie die Testung der Vancouver-Klassifikation gezeigt hat [9, 10]. Trotzdem liegt die Übereinstimmung der Klassifikation durch Erfahrene weiterhin in einem nichtakzeptablen Bereich. Andere sehen eine Verbesserungschance in dreidimensionalen Bildern [5]. Doch diese mangelnde Übereinstimmung ist kein isoliertes Problem der Frakturklassifikation in der Orthopädie - es ist ein allseits bekanntes Problem und tritt ebenso bei der Interpretation von Elektrokardiogrammen oder der rektalen Untersuchung bei Prostatacarcinompatienten auf, um nur einige Beispiele zu nennen [32, 42]. Weiter erschweren zu differenzierte radiologische Unterteilungen die Anwendung und machen nur Sinn, wenn sich Unterschiede für die klinische Konsequenz ergeben. Dasselbe gilt auch für die hohe Anzahl von Subgruppen mancher Systeme. Lichtenhahn [30] konnte in seiner Analyse zur Anwenderfreundlichkeit der AO-Klassifikation für Frakturen der langen Röhrenknochen zeigen, dass die Übereinstimmung bezüglich des Segmentes und des Typus mit 95% bzw. 79% ordentlich war, die Gruppen- und

Diskussion

Subgruppeneinteilung mit 63% und 45% deutlich zu wünschen übrig ließ. Bei jeder weiteren Unterteilung verschlechterte sich das Agreement. Dass sich die Einteilungen in den Lehrbüchern oft in ihrer Beschreibung und im Umfang ihrer Darstellung unterscheiden, wie hier bei der Johanssonklassifikation unter 4.2.2. gezeigt, ist keine Ausnahme. Hierbei werden in erster Linie die Charakteristika vernachlässigt, die vieldeutig sind und unklar definiert bleiben. Bezüglich der periprothetischen Frakturen wären dies die Abgrenzung der Frakturregionen bzw. der Prothesenbereiche sowie der Begriff der Dislokation.

Des Weiteren muss eine Klassifikation, so gut sie sich auch zum gegenwärtigen Zeitpunkt präsentiert, immer wieder geprüft und aktualisiert werden. Einige klassische Systeme sind beispielsweise ihrer Form nach nur eingeschränkt zur computergesteuerten Datenerfassung geeignet. Aufgrund therapeutischer Trends, veränderter Operationstechniken und Behandlungsverfahren sowie neuen Erkenntnissen durch Langzeitergebnisse kann eine Anpassung der Klassifikation an veränderte Schwerpunkte nötig werden.

4.5 Das ideale System zur Klassifikation periprothetischer Frakturen

Eine ideale Frakturklassifikation muss logisch, zielgerichtet und überschaubar aufgebaut sein. Alle möglich auftretenden Frakturformen der betroffenen Region sollten einen Platz im System finden, wobei jede Fraktur nur in eine Kategorie passen darf. Um zuverlässig reproduzierbar zu sein und eine hohe Übereinstimmung in der Beurteilung und Klassifizierung desselben Bildes durch mehrere Anwender (interobserver reliability) bzw. durch einen Anwender zu unterschiedlichen Zeitpunkten (intraobserver reliability) zu erreichen, gilt: Die charakteristischen Merkmale der Fraktur, welche die jeweilige Basis der Klassifikation bilden, müssen klar definiert und einfach erkennbar sein. Je deutlicher und ausgeprägter die definierten Merkmale radiologisch zu

unterscheiden sind und je näher sie in Bezug auf Therapie und Prognose gefasst sind, desto nützlicher ist die Klassifikation im klinischen Alltag [32].

Die weithin bekannte Klassifikation nach Johansson ist überschaubar, in ihrer Unterteilung der 3 Typen von proximal nach distal auch logisch aufgebaut. Alle der 22 untersuchten Frakturen konnten erfasst werden. Sehr spezifisch ist diese Einteilung nicht. Betrachtet man den Typ 2, so kann diesem jede Fraktur ab Schafthöhe abwärts zugeordnet werden, ob langer oder kurzer Bruchlinienverlauf, gelockerte oder dislozierte Prothese, stabile Frakturen im Spitzenbereich oder instabile. Unter der Vorstellung mittels der Klassifikation ein annähernd passendes Bild der Fraktur vor dem inneren Auge entstehen zu lassen, erscheint dies nicht gerade präzise. Der Zusatz der Dislokation der Prothese aus dem Markraum und der daraus resultierenden Instabilität, der - wie erwähnt - von einigen Autoren in ihrer Wiedergabe des Systems nicht berücksichtigt wird, ist ungeschickt verknüpft und erschwert die Zuordnung. Demnach basiert diese Klassifikation hauptsächlich auf der Lokalisation, der Höhe der periprothetischen Fraktur ohne dabei eine vorbestehende Implantatlockerung oder ungünstige Qualität des Knochens zu berücksichtigen und beinhaltet damit zu wenig Aussagekraft für die Therapie und Prognose.

Maurice E. Müller fasst seinen Anspruch an ein sinnvolles Klassifikationssystem folgendermaßen zusammen: „A classification is useful only if it considers the severity of the bone lesion and serves as a basis for treatment and evaluation of the results.“ [36]

In Anlehnung an seine AO-Klassifikation der langen Röhrenknochen ist die Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie entstanden. Sie stellt, wie ihre vor allem im europäischen Sprachraum allseits verbreitete „Mutterklassifikation“, die Schwere der Verletzung anhand zunehmender Zahl und Buchstaben im Alphabet dar, so dass allein über den Code der Fraktur Informationen über den Schweregrad der Verletzung, das Komplikationsrisiko und der Prognoseeinschätzung vermittelt werden. Mit zunehmender Position der Buchstaben im Alphabet sowie mit steigender Zahl erhöht sich die Schwierigkeit

Diskussion

der Operation, steigt die Komplikationsrate und die Prognose verschlechtert sich [32, 36].

Der alphanumerische Code erleichtert die computerbasierte Erfassung, Auswertung und den Vergleich von Daten. Etwas Umdenken erfordert der Umgang mit der Typeneinteilung, da die anderen Systeme übereinstimmend die Typen A-C nach zunehmend distaler Lokalisation verwenden. Bezüglich ihrer Kategorien ist sie viel überschaubarer als ihre "Mutterklassifikation". Mehr als ein Typ, eine Gruppe und maximal eine Untergruppe sollten nicht vorhanden sein, um eine einigermaßen akzeptable Übereinstimmung zwischen verschiedenen Beurteilern zu erreichen - je differenzierter die Unterteilung in dem System wird, d.h. je mehr Untergruppen vorherrschen, desto weniger stimmt die volle Klassifikation überein [30]. Außerdem sollte man sich ein Klassifikationssystem zur Verwendung im klinischen Alltag durchaus noch einprägen können. Dieses Schema ist einfach und schnell verständlich und verhindert durch die gezeichnete Darstellung die Möglichkeit einer verkürzten Wiedergabe durch die Literatur und damit eine Verfälschung der Definition. Die Einteilungskriterien sind bezüglich der therapeutischen Entscheidungsfindung und präoperativen Einschätzung zu erwartender Schwierigkeiten und Komplikationen sinnvoll gewählt. Wünschenswert wäre allerdings eine genaue Definition der Frakturbereiche, also der Abgrenzung des Schaft- und Spitzenbereiches. Des Weiteren zeigte sich anhand der 22 Fälle, dass ein Fall nicht einzuschließen war. Hier sollte man sich auf die Unterteilung in Kurz- und Langschaft- bzw. Primär- und Sekundärprothese einigen. Im vorliegenden Fall, der sicher eine Ausnahme darstellt, handelt es sich um eine sekundäre Kurzschaftprothese - hier ginge also aus der Einteilung „Kurzschaft“ die Information „Zustand nach Revisionseingriff“ nicht hervor. Dies würde aber im Rahmen der Anamnese erfragt werden. Die Prothesenlänge hingegen als radiologisch erkennbares Kriterium und Indikator für erschwerte intraoperative Fixierungsmöglichkeiten sollte nach Meinung des Autors in der Klassifikation zum Ausdruck kommen. Auf die Problematik der Prothesenlockerung und der damit nur bedingten Aussage zur Stabilität des Gesamtgefüges wurde unter 4.2. eingegangen. Überlegenswert wäre der Zusatz „stabil/ instabil“ bzw. eine Beurteilung der Knochenqualität.

Nach Brady [9] muss der Orthopäde vier Fragen beantworten, um zu einem geeigneten Therapieverfahren zu kommen. Diese Antworten sollten in einem nützlichen System enthalten sein:

- 1) Lokalisation der Fraktur in Bezug zur Prothese – ist die Prothese involviert oder liegt die Fraktur weit genug distal bzw. proximal, so dass sie unabhängig von der Prothese versorgt werden kann?
- 2) Konservatives oder operatives Vorgehen - ist die Fraktur stabil?
- 3) Wenn operatives Vorgehen - Osteosynthese oder Prothesenwechsel? Ist das Implantat im Femur stabil? Oder ist die Prothese gelockert bzw. aus dem Markraum disloziert?
- 4) Wie ist die Qualität des Knochens - lässt er eine Revisionseingriff zu?

Heute würde man die Frage 2 und 3 wohl in eine zusammenfassen können, da sich mit der Entwicklung verbesserter Instrumente, des Knochenzementes und der erworbenen Erfahrung bezüglich Revisionseingriffen die Tendenz deutlich zur operativen Versorgung hin verschoben hat und die konservative Therapie Einzelfällen vorbehalten bleibt [47].

Die Antworten auf diese Fragen bilden die Basis der Vancouver-Klassifikation. Mit ihren Einteilungskriterien, Lage der Fraktur, Stabilität und Qualität des umgebenden Knochengewebes, verhilft sie dem Operateur zu einer umfassenden klaren und relevanten Einschätzung der Situation und ihren möglichen Folgen. Sie ist die heute laut Literatur wohl am meisten akzeptierte Klassifikation periprothetischer Frakturen, die auch in modifizierten Formen angewandt wird [10, 17, 18, 29, 44, 47]. Sie bot für alle 22 Frakturen eine Klassifikationsmöglichkeit und stellte sich viel spezifischer als die Klassifikation nach Johansson dar. Die eigene Übereinstimmung bei der Fraktуреinteilung an verschiedenen Tagen war hoch, was sich mit der getesteten Reliabilität des Systems deckt. Das System ist überschaubar und klar gegliedert, neben den Bereichen der Frakturhöhe, die gut abgrenzbar definiert sind und von proximal (A) nach distal (C) benannt werden, findet sich eine numerischen Unterteilung nur in dem besonders kritischen und gefährdeten Prothesenspitzenbereich. Hier wird nach klinischer Relevanz nur

Diskussion

zwischen stabil und instabil, nicht zwischen Lockerung und Dislokation unterschieden; dies erleichtert die Zuteilung und ist hinsichtlich der Therapieplanung zunächst ausreichend. Eine Prothesenlockerung und ihr Ausmaß stellen sich in jedem Fall intraoperativ dar, andererseits hingegen stimmt öfters der präoperative Verdacht nicht mit dem intraoperativen Ergebnis überein. Einzig die Verknüpfung der Knochenqualität mit der Instabilität bietet Anlass zur Kritik. Wünschenswert wäre die Knochenqualität als einzelne Untergruppe zu definieren. So ließe sich das Problem der Einteilung einer periprothetischen Fraktur mit stabilem Implantat aber osteolytisch rarefiziertem Knochengewebe vermeiden. Da sich innerhalb des Typ B der Schweregrad der Fraktur von 1-3 steigert, wurde bei schlechter Knochenqualität trotz Stabilität des Implantates die Fraktur als Typ B3 klassifiziert, um dem erhöhten Schwierigkeitsgrad der Versorgung gerecht zu werden.

Stimmt man der Ansicht von Ducan und Masri zu, dass die Entscheidung zur jeweiligen Versorgungsstrategie periprothetischer Frakturen von fünf Faktoren abhängt, - der Lokalisation, der Stabilität, der Knochenqualität, dem Alter und Zustand des Patienten sowie der Erfahrung des Chirurgen - , dann liefert diese Klassifikation mit den drei die Fraktur betreffenden Faktoren die notwendigen Informationen für den behandelnden Chirurgen [15, 33] und kann als Basis für die Entwicklung eines Versorgungsstandards periprothetischer Frakturen dienen. So fanden beispielsweise Spitaler und Mitarbeiter [44] anhand der Versorgung 32 periprothetischer Frakturen bei einliegender Hüftprothese, dass sich mit Hilfe der Vancouver-Klassifikation ein operatives Versorgungskonzept erstellen lässt und dieses in der Folge zur Ausheilung und Stabilität der Fraktur führt.

Zusammenfassend zeigt sich, dass keines der drei Systeme alle Aspekte einer optimalen Klassifikation erfüllt, die Vancouver-Klassifikation dem aber sehr nahe kommt. Die Einteilung nach Johansson ist nach Meinung des Autors nicht mehr „up to date“. Möchte man mit einem in Anlehnung an die in unserem Sprachraum bekannte AO-Klassifikation der Frakturen der langen Röhrenknochen entwickelten System zur Einteilung periprothetischer Frakturen arbeiten, bildet das hier vorgestellte Klassifikationssystem eine gute Ausgangsbasis, welches, eventuell etwas

modifiziert, eine sinnvolle Alternative darstellt. Betrachtet man allerdings die Tatsache, dass die Vancouver-Klassifikation mittlerweile weltweit bekannt und beinahe optimal in ihrer Qualität ist, sich schon bei vielen Autoren durchgesetzt und in einigen Studien bewährt hat [18, 29, 44, 46, 47, 48], stellt sich doch auch hinsichtlich der internationalen Anwendung und dem Datenvergleich die Frage, ob eine neue Klassifikation unbedingt nötig ist.

Trotz bester Klassifikation bleibt es dabei, dass jeder Fall individuell betrachtet werden und zwischen dem Risiko eines operativen Eingriffes und alternativen Behandlungsmöglichkeiten sowie den verschiedenen Fixierungsmöglichkeiten und einem Prothesenwechsel abgewogen werden muss. Hierbei ist ein gutes Klassifikationssystem von großem Wert, um zusammen mit der Erfahrung des Chirurgen, die unersetzlich ist, um bei intraoperativ veränderter Situation auf alternative, von den geplanten Behandlungsstrategien abweichende Optionen zurückgreifen zu können, die Ziele der Frakturbehandlung, größtmögliche Stabilität und frühe Funktionalität, zu erreichen.

5 Zusammenfassung

Bei immer häufiger auftretenden periprothetischen Femurfrakturen aufgrund zunehmender Anzahl von Prothesenimplantationen und zugleich hoher operativ-technischer Anforderung bei deren Versorgung ist zur Entwicklung von Behandlungsalgorithmen ein Klassifikationssystem erforderlich, das überschaubar, aussagekräftig und zuverlässig reproduzierbar ist; darüber hinaus eine Einschätzung des Schweregrades und der damit verbundenen Komplikationsrate ermöglicht, und hilft, Daten erfassen und austauschen zu können.

Ziel der Arbeit war es, das von der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie der Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie in Anlehnung an die Frakturklassifikation der langen Röhrenknochen der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen entwickelte System zu testen und mit der Klassifikation nach Johansson sowie der von Duncan entwickelten Vancouver-Klassifikation zu vergleichen. Retrospektiv wurden 22 Patienten der unfallchirurgischen Kliniken Ulm, Memmingen und Immenstadt mit periprothetischen Frakturen im Zeitraum vom 1.1.2002 - 31.12.2004 in die Untersuchung eingeschlossen. Anhand radiologischer Bildgebung wurde die Fraktur analysiert, Prothesentyp und Knochenqualität bestimmt sowie Lockerungszeichen der Prothese erfasst und nach oben genannten Systemen klassifiziert. Die Klassifikation nach Johansson unterteilt die periprothetischen Femurfrakturen nach ihrer Lokalisation in 3 Typen, wobei die Dislokation der Prothese als abhängiges Kriterium in der Originaldefinition mit berücksichtigt wird. Die Vancouver-Klassifikation bezieht neben der Lokalisation der Fraktur die Stabilität des Implantates mit umgebender Qualität des Knochengewebes mit ein. Das System der Arbeitsgemeinschaft für Alters-traumatologie wiederum macht die Gruppenzugehörigkeit der nach Lokalisation der Fraktur unterschiedenen Typen von den Kriterien Primärprothese, Langschaftprothese und Prothesenlockerung abhängig. Die Auswertung erlaubt bei geringer Fallzahl nur deskriptive Aussagen, die exemplarisch dargestellt werden. Nach Johansson und Duncan waren alle 22 Frakturen zu klassifizieren, wobei die Differenzierung zwischen Typ 1 und 2 bei Johansson durch unklare Abgrenzung der Kriterien erschwert war, die

Kombination der Merkmale „schlechte Knochenqualität“ und „Implantatlockerung“ bei Duncan in zwei der Fälle nicht zutraf. Nach der Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie hingegen konnten nur 21 Frakturen klassifiziert werden, da für eine Fraktur keine Gruppe existierte. Hier handelte es sich um eine periprothetische Femurfraktur einer Zweitprothese mit kurzem Schaft ohne Lockerungszeichen. Der Übereinstimmungsgrad der drei Systeme bei der Zuordnung der Frakturen war von den jeweilig verwendeten Einteilungskriterien und deren Definition abhängig. Die Klassifikation nach Johansson als älteste, bekannte, ist zu unspezifisch und als hauptsächlich anatomisch orientierte Klassifikation nicht aussagekräftig genug. Die Vancouver-Klassifikation hingegen berücksichtigt die Frakturlokalisation, die Implantatstabilität sowie die Knochenqualität und beinhaltet damit sämtliche frakturbezogenen, zur Therapieplanung notwendigen Informationen. Meist finden sich bei eingeschränkter Knochenqualität Zeichen einer Implantatlockerung, so dass die Kombination dieser Aspekte bei Klassifizierung zugunsten des höheren Risikos keine nachteilige Konsequenz hat. Das gute Ergebnis der psychometrischen Testung sowie die einfache Handhabung dürften außerdem die internationale Akzeptanz und Studienanwendung dieses Klassifikationssystems erklären. Demgegenüber steht das nach dem Prinzip der Frakturklassifikation der langen Röhrenknochen entstandene System, welches sich durch die bekannte Integration des Schweregrades der Fraktur in die Codierung und dem Merkmal der Prothesenlockerung auszeichnet. Nach geringer Modifizierung könnte es den Einschluss aller Frakturen ermöglichen.

Keines der drei Systeme erfüllt alle Aspekte einer idealen Klassifikation, die Vancouver-Klassifikation allerdings kommt dem recht nahe. Möchte man jedoch das vertraute deutschsprachige System zur Frakturklassifikation nicht verlassen, stellt die Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie eine Alternative dar. Das jeweils angewandte System sollte nach Erstellen von Versorgungskonzepten hinsichtlich seiner therapeutischen Aussagekraft reevaluiert werden und wie jedes gute Klassifikationssystem in der Weiterentwicklung und Anpassung an therapeutische Trends, operativen Techniken und Langzeitergebnisse bleiben.

6 Literaturverzeichnis

1. Audige, L., Bhandari, M., Kellam, J.: How reliable are reliability studies of fracture classifications? A systematic review of their methodologies. *Acta Orthop Scand* 75: 184-194 (2004)
2. Beals, R.K., Tower, S.S.: Periprosthetic fractures of the femur: Analysis of 93 fractures. *Clin Orthop* 327: 238-246 (1996)
3. Berry, D.J.: Epidemiology of periprosthetic fractures after major joint replacement: Hip and knee. *Orthop Clin North Am* 30: 183-190 (1999)
4. Bethea, J.S., DeAntrade, J.R., Fleming, L.L., Lindenbaum, S.D., Welch, R.B.: Proximal Femoral Fractures Following Total Hip Arthroplasty. *Clin Orthop* 170: 95-106 (1982)
5. Bigliani, L.U., Bernstein, J., Burstein, A.H.: Correspondance. *J Bone Joint Surg* 76A: 789-793 (1994)
6. Bohndorf, K., Imhof, H.: Hüftendoprothesen. In: Bohndorf, K., Imhof, H. (Hrsg.): *Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke*. Thieme, Stuttgart New York S. 102-105 (1998)
7. Bonnaire, F., Lein, T., Hohaus, T., Weber, A.: Prothetische Versorgung der proximalen Femurfrakturen. *Unfallchirurg* 5: 387-399 (2005)
8. Boy, O., Reinstorf, R., Dabisch, I.: Totalendoprothese bei Koxarthrose. Qualitätsreport. Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung (2003) [www.bqs-qualitätsreport.de /2003/ergebnisse/leistungsbereiche/tep_kox](http://www.bqs-qualitätsreport.de/2003/ergebnisse/leistungsbereiche/tep_kox)
9. Brady, O.H., Garbuz, D.S., Masri, B.A., Duncan, C.P.: Classification of the hip. *Orthop Clin North Am* 30: 215-220 (1999)
10. Brady, O.H., Garbuz, D.S., Masri, B.A., Duncan, C.P.: Reliability and Validity of the Vancouver Classification of Femoral Fractures After Hip Replacement. *J Arthroplasty* 15: 59-62 (2000)

11. Breusch, S.J., Aldinger, P.R., Thomson, M., Ewerbeck, V., Lukoschek, M.: Verankerungsprinzipien in der Hüftendoprothetik. *Unfallchirurg* 103: 918-931 (2000)
12. Burstein, A.H.: Fracture Classification Systems: Do they work and are they useful? *J Bone Joint Surg Am* 75: 12 [Editorial] (1993)
13. Charnely, J.: The healing of human fractures in contact with self-curing acrylic cement. *Clin Orthop* 47: 157-163 (1966)
14. Cooke, P.H., Newman, J.H.: Fractures of the femur in relation to cemented hip prostheses. *J Bone Joint Surg Br* 70: 386-389 (1988)
15. Duncan, C.P., Masri, B.A.: Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect* 25: 293-304 (1995)
16. Dunwoody, J.M., Duncan, C.P., Younger, A.S.E., Nasri, B.A.: A review of the reliability and validity of a new classification system of periprosthetic fractures of the femur in hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 80: 15 [Review] (1998)
17. Duwelius P.J., Schmidt, A.H., Kyle R.F., Talbott V., Ellis, T.J., Butler, J. B.: A prospective, modernized treatment protocol for periprosthetic femur fractures. *Ortop Clin North Am* 35: 485-492 (2004)
18. Fink, B., Fürst, M., Singer, J.: Periprosthetic fractures of the femur associated with hip arthroplasty. *Arch Orthop Traum Surg* 125: 433-442 (2005)
19. Grüniger, J.: Behandlungsergebnisse bei periprothetischen Frakturen. Eine retrospektive Studie. *Med Dissertation, Julius-Maximilian-Universität Würzburg* (2004)
20. Gruner, A., Hockertz T., Reilmann H.: Die periprothetische Fraktur – Klassifikation, Management, Therapie. *Unfallchirurg* 107: 35-49 (2004)

Literaturverzeichnis

21. Gumpfenberg von, S., Scherer, M., Ouchmaev, A.: Einfluß der Patienten-multimorbidität auf die differenzierte Therapie bei der Versorgung periprothetischer Femurfrakturen. german medical science [Meeting Abstract/ DGU] (2003) www.egms.de/en/meetings/dgu2003/03dgu0119.shtml
22. Hessler, H., Oestern, H.J.: Periprothetische Frakturen. OP-Journal 21: 120-127 (2005)
23. Heubner, G.L.: Zementfreie Implantation der Biocontact-Hüftendoprothese – Ergebnisse einer prospektiven Studie über 5 Jahre. Med Dissertation, Universität Tübingen (1994)
24. Huiskes, R.: The current state and future of cemented and noncemented total hip replacement. Post graduate Lectures, 1. European Cong. of Orthopaedics Masson (1993) 52-64
25. Johansson, J.E., McBroom, R., Barrington, T.W., Hunter, G.A.: Fracture of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement. J Bone Joint Surg Am 63: 1435-1442 (1981)
26. Kavangh, B.F.: Femoral fractures associated with total hip arthroplasty. Orthop Clin North Am 23: 249-257 (1992)
27. Kelley, S.S.: Periprosthetic femoral fractures. J Am Acad Orthop Surg 2: 164-172 (1994)
28. Kobbe, P., Hockertz, T.J., Reilmann, H.: Periprothetische Frakturen. OP-Journal 22: 22-26 (2006)
29. Lee, S.R., Bostrom, M. P.: Periprosthetic fractures of the femur after total hip arthroplasty. Instr Course Lect 53: 111-8 (2004)
30. Lichtenhahn, P., Fernandez, D.L., Schatzker, J: Analyse zur „Anwenderfreundlichkeit“ der AO-Klassifikation für Frakturen. Helv Chir Acta 58: 919-24 (1992)

31. Lukowsky, A.: Die Bedeutung von Schaftdesign und Prothesenposition für den periprothetischen Knochenumbau – eine radiologisch und densitometrische Studie. Med Dissertation, Universität Halle-Wittenberg (2003) www.sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/03/04
32. Martin, J.S., Mash, J.L.: Current classification of fractures. Rationale and utility. Radiol Clin North Am 35: 491-506 (1997)
33. Masri, B.A., Meek, R.M., Duncan, C. P.: Periprosthetic fractures evaluation and treatment. Clin Orthop 420: 80-95 (2004)
34. Mistler, Bombel: Das künstliche Hüftgelenk. Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie Heilbronn, Prof. Dr. E. G. Suren. [Patienteninfo] (2005) www.unfallchirurgie-heilbronn.de/Patienten/left_arthrose-huefte.html
35. Mont, M.A., Maar, D.C.: Fractures of the ipsilateral femur after hip arthroplasty. A statistical analysis of outcome based on 487 patients. J Arthroplasty 9: 511-9 (1994)
36. Müller, M.E., Nazarian, S., Koch, P., Schatzker, J.: Principles of the Classification of Fractures. In: Müller, M.E., Nazarian, S., Koch, P., Schatzker, J. (Hrsg.): The Comprehensive Classification of Fractures of the Long Bones. Springer, Berlin Heidelberg New York S. 4 (1990)
37. Mutschler, W., Haas, N.: Periprothetische Frakturen des proximalen Femurs. In: Mutschler, W., Haas, N. (Hrsg.): Praxis der Unfallchirurgie Thieme, Stuttgart New York S. 420-423 (1999)
38. Pfeil, J., Spitz, J.: Diagnostik der Prothesenlockerung. Orthopädische Klinik Wiesbaden. Vortrag auf der Tagung des Berufsverbandes dt. Nuklearmediziner (2003)
39. Raschke, M.J., Stöckle, U.: Klassifikationssystem der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie, DGU [PDF-Datei] www.dgu-online.de (2003)

Literaturverzeichnis

40. Rassmusen, S., Madsen, P.V., Bennicke, K.: Observer variation in the Lauge-Hansen classification of ankle fractures: Precision improved by instruction. *Acta Orthop Scand* 64: 693-694 (1993)
41. Roffman, M., Mendes, D.G.: Fracture of the femur after total hip arthroplasty. *Orthopedics* 12: 1067-1070 (1989)
42. Snoey, E.R., Housset, B., Guyon P.: Analysis of emergency department interpretation of electrocardiograms. *J Accid Emerg Med* 11: 148-153 (1994)
43. Spitaler, R., Janousek, A., Hertz, H.: Die periprothetische Fraktur bei ipsilateraler Hüft- oder Knieendoprothese. *Eur J Trauma* 1: 187-193 (2001)
44. Spitaler, R., Reichetseder, G., Rappold, G., Leixnering, M., Hertz, H.: Periprothetische Femurfraktur bei ipsilateraler Hüft- bzw. Knieendoprothese: Das Akutversorgungskonzept - ein operativer Algorithmus. *Akt Traumatol* 33: 272-280 (2003)
45. Szyszkowitz, R., Boldin, Ch.: Die periprothetische Fraktur – eine Herausforderung für die Unfallchirurgie. *Eur J Trauma* 1: 139-143 (2001)
46. Tauber, G., Winter, E., Weise, K.: Periprothetische Femurfrakturen bei einliegender Hüfttotalendoprothese. *Trauma und Berufskrankheit* 4: 255-259 (2002)
47. Tsidiris, E., Haddard, F.S., Gie, G.A.: The management of periprosthetic femoral fractures around hip replacements. *Injury* 34: 95-105 (2003)
48. Wang, J-W., Wang, C-J.: Periprosthetic fracture of the femur after hip arthroplasty: The clinical outcome using cortical strut allografts. *J Orthop Surg* 8: 27-31 (2000)
49. Whittacker, R.P., Sotos, L.N., Ralson, E.L.: Fractures of the femur about femoral endoprostheses. *J Trauma* 14: 675 (1974)
50. Wirtz, D.C., Niethard, F.U.: Hüftendoprothesenlockerung – eine Standortbestimmung. *Z Orthop* 135: 270-280 (1997)

7 Anhang

7.1 Danksagung

Herrn Prof. Dr. F. Gebhard danke ich für die Überlassung des Themas sowie die hilfreiche Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Ein besonderer Dank gilt meinem ehemaligen Chef Herrn Dr. H. Forster.

Weiterhin danke ich den Mitarbeiter der radiologischen Abteilung Safranberg des Universitätsklinikums Ulm sowie des Klinikums Memmingen und des Krankenhauses Immenstadt für ihre Hilfe.

Und ein spezielles Dankeschön geht an Herrn Dr. A. Röhm!