

Diplomarbeit

Komplikationen nach Versorgung trochantärer Frakturen mit dem PFNA unter besonderer Berücksichtigung des „cutting out“

eingereicht von

Siegfried KORNBERGER

Matr.Nr. 0212658

Zur Erlangung des akademischen Grades

„Doktor der gesamten Heilkunde“

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Unfallchirurgie

am Landeskrankenhaus-Universitätsklinikum Graz

unter der Anleitung von

ao.Univ.-Prof. Mag. phil. Dr. med. univ. Franz Josef SEIBERT

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit eigenständig verfasst und die mit ihr unmittelbar verbundenen Arbeiten selbst durchgeführt habe. Die in der Schrift verwendete Literatur sowie das Ausmaß der mir im gesamten Arbeitsvorgang gewährten Unterstützung sind ausnahmslos angegeben.

Graz, im Juli 2008

Siegfried Kornberger

Gleichheitsgrundsatz

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit darauf verzichtet, geschlechtsspezifische Formulierungen zu verwenden. Jedoch möchte der Verfasser ausdrücklich festhalten, dass die bei Personen verwendete maskuline Form für beide Geschlechter zu verstehen ist.

Meinen Eltern und meinen beiden Brüdern

Inhaltsverzeichnis

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>i</i>
<i>Zusammenfassung</i>	<i>1</i>
<i>Abstract</i>	<i>3</i>
<i>A Einleitung</i>	<i>5</i>
A.1 Epidemiologie und Bedeutung proximaler Hüftfrakturen	5
A.2 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit	7
<i>B Material und Methoden</i>	<i>9</i>
B.1 Klassifikation und biomechanische Besonderheiten trochantärer Femurfrakturen	9
B.1.1 Die AO-Klassifikation trochantärer Femurfrakturen	9
B.1.2 Biomechanische Besonderheiten trochantärer Frakturen... ..	10
B.2 Patientengut	11
B.3 Das Implantatdesign des PFNA	12
B.4 Operatives und Postoperatives Vorgehen	15
B.5 Messmethodik	17
B.5.1 Bestimmen der Klängenposition	17
B.5.2 Bestimmen der Tip Apex Distance (TAD).....	18
<i>C Ergebnisse</i>	<i>21</i>
<i>D Diskussion</i>	<i>29</i>
<i>E Kasuistiken</i>	<i>36</i>
E.1 Kasuistik 1	36
E.2 Kasuistik 2	37
E.3 Kasuistik 3	38
<i>F Quellen und Verzeichnisse</i>	<i>39</i>
F.1 Abkürzungen und Begriffe	39

F.2	Abbildungsverzeichnis	40
F.3	Diagrammverzeichnis.....	42
F.4	Tabellenverzeichnis.....	43
F.5	Literaturverzeichnis.....	44
G	Anhang	49
G.1	Interessenskonflikt.....	49
G.2	Danksagungen	50
G.3	Curriculum vitae	51

Zusammenfassung

Hintergrund. Mit dem Anteil alter Menschen in der westlichen Bevölkerung steigt auch die Inzidenz proximaler Femurfrakturen. Trotz der ständigen Weiterentwicklung von intramedullären Osteosynthesystemen zur Versorgung von instabilen 31-A2 und 31-A3 Frakturen (nach AO) des proximalen Femurs sind die Komplikationsrate und die Rate von belastenden Reoperationen weiterhin hoch. Ein Hauptgrund für das Osteosyntheseversagen ist das sogenannte „cutting out“, ein Durchschneiden des Schenkelhals-Femurkopf-Kraftträgers durch die Spongiosa und die Schädeldalotte des Femurkopfes.

Material und Methoden. Über einen Zeitraum von fast vier Jahren wurden 421 Patienten mit einem proximalen Femurnagel Antirotation (PFNA) nach einer proximalen Femurfraktur versorgt. Nur 383 Patienten konnten aufgrund der mangelnden Datenlage in die Studie eingeschlossen werden.

Dokumentierte Fehlschläge wurden anhand des archivierten Bildmaterials retrospektiv aufgearbeitet. Dabei wurde sowohl die Lage des Kraftträgers im Femurkopf als auch der Abstand der Klingenspitze zur Gelenkfläche (Tip Apex Distance - TAD) auf axialen und anterior/posterior Aufnahmen ausgemessen und bestimmt. Der TAD wurde dann anhand einer neuen Methode (TAD Index) und nach der Methode nach Baumgaertner berechnet. Die erreichte Reposition der Fraktur wurde ebenso beurteilt.

Resultate. Die Komplikationsrate betrug 9,9% (38 von 383 Patienten), die postoperative stationäre Letalität lag bei 1,57% (6 von 383) und trat im Median nach 7,5 Tagen auf (2 bis 21). Alle postoperativen Todesfälle waren jedoch nicht auf implantatspezifische Komplikationen, sondern auf die Polymorbidität der Patienten zurückzuführen. Das „cutting out“ stellte mit 2,4% (9 von 383) die häufigste Ursache für ein Versagen der Osteosynthese dar. Die Reoperationsrate betrug 10,2% (39 von 383) und führte im Durchschnitt zu einem 12,7 Tage dauernden nochmaligen Krankenhausaufenthalt.

Die durchschnittliche TAD gemessen nach der Methode nach Baumgaertner betrug 23,91 mm und korrelierte stark mit dem ebenfalls in dieser Arbeit verwendeten TAD-Index (Korrelationskoeffizient=0,785; p=0,012).

Die Klinge war in 8 von 9 aufgetretenen „cutting outs“ in der axialen Ansicht zu weit ventral und nur einmal zentral platziert. In der a/p Ansicht war die Klinge in 4 Fällen kranial und in den restlichen 5 Fällen kaudal platziert.

Schlussfolgerungen. Der PFNA ist ein annehmbares und komplikationsarmes intramedulläres System zur Stabilisierung pertrochantärer Frakturen. Neben einer zu großen Tip-Apex Distance und Klingenfehlplatzierungen sind noch weitere Faktoren wie zum Beispiel die Osteoporose zu nennen, die ein „cutting out“ des Kraftträgers durch die Schädelkalotte des Femurkopfes begünstigen. Um jedoch genauere Aussagen machen zu können, wird es weiterer Untersuchungen bedürfen.

Abstract

Background. With the amount of elderly people in western civilization the incidence of hip fracture is increasing. Despite the constant advancement of intramedullary devices for the treatment of unstable trochanteric fractures the risk of complications and the rate of incriminating reoperations are still high. A main reason for implant failure is the so-called cutting out of the lag screw from the femoral head.

Patients and Methods. Over a period of nearly four years 421 patients with a proximal femur fracture were treated with a Proximal Femoral Nail Antirotation (PFNA). 383 of them could be enclosed in this study.

Documented failures were retrospectively worked off on the basis of archived footage. Therefore the position of the blade in the femoral head has been assessed as well as the distance from the tip of the blade to the articular surface (Tip Apex Distance – TAD) as measured on an anteroposterior and a lateral radiograph. Then the TAD was calculated on the basis of a new method (TAD index) and according to the method introduced by Baumgaertner. The quality of achieved reduction of the fracture has also been assessed as seen on the postoperative radiographs.

Results. The complication rate amounted to 9,9% (38 of 383 patients), the postoperative mortality was 1,57% (6 of 383) and occurred in the median after 7,5 days (2 to 21). However all postoperative deaths were not due to implant specific complications but rather to the polymorbidity of the patients. In this study the cutting out of the blade was 2,4% (9 of 383) and therewith the most frequent reason leading to osteosynthesis failure. The rate of reoperations was 10,2% (39 of 383) and resulted on average to 12,7 days of further hospitalization.

The average TAD measured according to the method introduced by Baumgaertner was 23,91 mm and correlated appreciably to the newly introduced TAD index (coefficient of correlation=0,785; p=0,012).

The placement of the blade was in 8 by 9 occurred cutting outs on the lateral view too far anterior and only once central. On the anteroposterior view the blade was placed in 4 patients superior and in the remaining 5 patients inferior.

Conclusion. The PFNA is an appropriate intramedullary device for stabilizing unstable trochanteric fractures and is poor in complications. Besides a too large TAD and wrong positioning of the blade, even further factors such as for example osteoporosis are to be named, that lead to the cutting out of the blade. In order to make more exact statements, additional investigations are required.

A Einleitung

A.1 Epidemiologie und Bedeutung proximaler Hüftfrakturen

Die Bevölkerung der westlichen Industrienationen befindet sich in einem demographischen Wandel. Schon heute sind rund 22,6% der österreichischen Bevölkerung 60 Jahre und älter. Aus der Bevölkerungsprognose 2007 der Statistik Austria geht hervor, dass bis zum Jahre 2050 der Anteil der alten Menschen (≥ 60 Jahre) um rund 11,6% steigen wird [1]. Im Jahr 2001 betrug der so genannte Altenquotient „25,1“, d.h. auf 100 Personen im Haupterwerbsalter zwischen 20 und 64 Jahre kamen rund 75 Personen im Alter von 65 und mehr Jahren [2]. Die Tatsache, dass die österreichische Bevölkerung altert, ist zum einen auf die steigende Lebenserwartung beider Geschlechter und zum anderen auf die sinkende Geburtenrate zurückzuführen.

Proximale Femurfrakturen (Schenkelhalsfrakturen und Frakturen der Trochanterregion) sind typische Verletzungen des alten Menschen und gewinnen angesichts der oben angesprochenen Bevölkerungsentwicklung zunehmend an Bedeutung. Sie entstehen meist als sogenanntes low-energy-trauma aus einem einfachen Sturz auf die Hüfte aus stehender Höhe und stellen aufgrund der sofortigen Immobilisation eine vitale Gefährdung der alten Patienten dar.

Kardiovaskuläre Erkrankungen, mangelndes Koordinationsverhalten, muskuläre Schwächen, Einschränkungen der Sensorik und Gleichgewichtsstörungen sind als Ursachen für die Zunahme von solchen Sturzergebnissen auszumachen [3].

Frakturen des coxalen Femurs sind häufig mit einer Abnahme der Knochendichte assoziiert. Insbesondere für Frauen ist das Risiko doppelt so hoch wie für Männer einmal im Leben eine osteoporotische Fraktur zu er-

leiden. Es wird geschätzt, dass 54% der 50jährigen Frauen im Verlauf ihres restlichen Lebens eine osteoporotische Fraktur erleiden werden.

Vor allem der Verlust der Unabhängigkeit ist eine der schwerwiegenden Konsequenzen von Frakturen des coxalen Femur bei älteren Menschen. In weiterer Folge verlieren 10% der Betroffenen ihre funktionelle Selbständigkeit. Für etwa 19% der Fälle wird anschließend ein Aufenthalt in einem Pflegeheim notwendig [4].

Koeck et al. [5] stellten fest, dass im Jahr 1995 in Österreich 11.379 Spitalsaufenthalte aufgrund osteoporosebedingter Hüftfrakturen verzeichnet wurden, 82% davon waren Frauen. Die höchste Inzidenz eine Hüftfraktur zu erleiden, hatten Frauen ≥ 95 Jahre mit einer Rate von 3.000/100.000. Bei den Männern lag die höchste Inzidenzrate (1.743/100.000) in der Altersgruppe zwischen 90-94 Jahren. Die durchschnittliche vom Alter des Patienten abhängige Krankenhausaufenthaltsdauer lag für Frauen zwischen 8,5 und 27 Tagen und für Männer zwischen 16 und 23 Tagen. Damit beliefen sich die Kosten osteoporoseassoziierter Hüftfrakturen im Jahr 1995 in Österreich auf ATS 1.043,379.000,- (EUR 75,825.309,-) gesamt und durchschnittlich auf rund ATS 91.700,- (EUR 6.664,-) pro Patient.

Weltweit wurde die Zahl von Hüftfrakturen beider Geschlechter im Jahr 1990 auf rund 1,26 Millionen geschätzt. Bis zum Jahr 2025 wird sich diese Zahl auf 2,6 Millionen nahezu verdoppeln und im Jahr 2050 auf rund 4,5 Millionen Hüftfrakturen pro Jahr klettern [6].

Die wachsende Inzidenz, sowie die kostenintensive Hospitalisierungsrate proximaler Femurfrakturen unterstreichen einmal mehr die volkswirtschaftliche Bedeutung dieses Frakturtyps.

Als grundlegendes Behandlungskonzept von trochantären Frakturen ist eine möglichst belastungsstabile Osteosynthese anzustreben. Das rasche Erreichen der präoperativen Mobilität unter Vollbelastung der betroffenen Extremität ist dabei als oberstes Therapieziel anzusehen und bewahrt den älteren Patienten vor weiteren Komplikationen [3].

Die Möglichkeit einer primären Prothesenimplantation ist dazu im Gegensatz schwieriger durchzuführen und führt deshalb zu einem schlechteren Outcome [7].

Mit dem stetigen Ansteigen der Inzidenzraten für Frakturen des proximalen Femurs und dem Einführen belastungstabiler intramedullärer Implantate entstanden aber auch neue Probleme die zu einem Versagen der Osteosynthese und oftmals zu aufwendigen und den Patienten sehr belastenden Revisionsoperationen führten [8].

Die Problematik der Behandlung derartiger Frakturen entsteht durch das Zusammentreffen von instabilen biomechanischen Frakturkonstellationen und ungünstigen prädisponierenden Patientenfaktoren, die zusammen zu einer erhöhten Morbidität und Mortalität führen.

Wie bereits erwähnt wurde in den letzten Jahren die intramedulläre Osteosynthese dieser Frakturen immer mehr zum Standardverfahren.

Als problematisch erwiesen sich aber immer wieder die hochgradig instabilen Mehrfragmentfrakturen sowie Frakturen bei verminderter Knochendichte. Mit Einführung des PFN konnte man auch endlich der Rotationsinstabilität des Kopf-Hals-Fragments dieser Frakturen entgegenwirken. Dafür sah man sich jedoch neuen Problemen wie zum Beispiel dem „Z-Phänomen“ und dem „cutting out“ ausgesetzt [9].

A.2 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit

Die vorliegende Arbeit greift vor allem die intramedulläre Versorgung von Frakturen der Trochanterregion (Typ 31-A nach AO-Klassifikation) mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation (PFNA) (Synthes Inc., PA, USA) heraus. Dabei sollen vor allem die postoperativen Komplikationen dargelegt werden. Ein besonderes Augenmerk wird auf das sogenannte „cutting out“, dem Durchschneiden des Kopf-Hals-Kraftträgers durch die Spongiosa des Femurkopfes und der Kopfkalotte, gelegt. Das „cutting out“ stellt mit 9-15% die häufigste Ursache eines Implantatversagens dar [10, 11, 12, 13, 14].

Die Nachkontrollen solcher Patienten gestalten sich als äußerst schwierig. Geht es dem Patienten gut, beziehungsweise ist der Patient bettlägerig, werden die gewünschten Kontrolluntersuchungen kaum eingehalten. Tre-

ten jedoch Komplikationen auf, die die Wiedereingliederung der Patienten in ihren gewohnten Alltag verhindern, werden sie trotzdem vorstellig. Bei all diesen immanenten Problemen wurde ein Follow-up von 3 Monaten gewählt. Definierte Endpunkte waren dabei eine Konsolidierung der Fraktur, eine aufgetretene Komplikation oder ein Implantatversagen mit folgender Reoperation innerhalb des Studienzeitraumes. Dokumentierte Fehlschläge wurden dann anhand des archivierten Bildmaterials retrospektiv aufgearbeitet und mit den gegenwärtigen Literaturangaben zur Positionierung des Kraftträgers verglichen.

B Material und Methoden

B.1 Klassifikation und biomechanische Besonderheiten trochantärer Femurfrakturen

B.1.1 Die AO-Klassifikation trochantärer Femurfrakturen

Die Müller AO-Klassifikation [15] der **Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen**, die sich in den letzten Jahren vermehrt durchgesetzt hat, teilt die Frakturen der Trochanterregion (AO 31-A) grundsätzlich in drei Typen ein:

- 31-A1: pertrochantär, einfach
- 31-A2: pertrochantär, Mehrfragment
- 31-A3: intertrochantär (distal des Trochanter major und proximal des Trochanter minor) [16]

Die Trochanterregion wird nach proximal und medial von der Linea intertrochanterica und nach distal durch eine gedachte Horizontale am proximalen Rand des Trochanter minor begrenzt.

Drei weitere Untergruppen definieren den Frakturtyp näher. Insgesamt kann man somit 9 verschiedene Frakturtypen der Trochanterregion unterscheiden. (vgl. Abb. 1)

Bei der A1.1-Fraktur verläuft die Frakturlinie von proximal lateral nach medial distal entlang der Linea intertrochanterica. Beim Frakturtyp A.1.2 hingegen verläuft die Frakturlinie durch den Trochanter major. Bei A1.3-Frakturen erreicht die Bruchlinie die mediale Kortikalis distal des Trochanter minor.

Bei A2-Frakturen ist der Trochanter minor mit betroffen und oft mehr oder weniger disloziert. Je nach Anzahl der Fragmente unterscheidet man zwischen A2.1- (ein dazwischen liegendes Fragment), A2.2- (zwei dazwischen liegende Fragmente) und A2.3-Frakturen (mehr als zwei dazwischen liegende Fragmente). Die gesamte mediale Abstützung fehlt. Diese Frakturtypen sind somit hochgradig instabil.

Bei den A3-Frakturen ist zusätzlich auch noch die laterale Kortikalis frakturiert. Die Frakturlinie kann einfach schräg (A3.1) oder quer (A3.2) verlaufen. Ist zusätzlich der Trochanter minor abgesprengt, spricht man von einer A3.3-Fraktur [16].

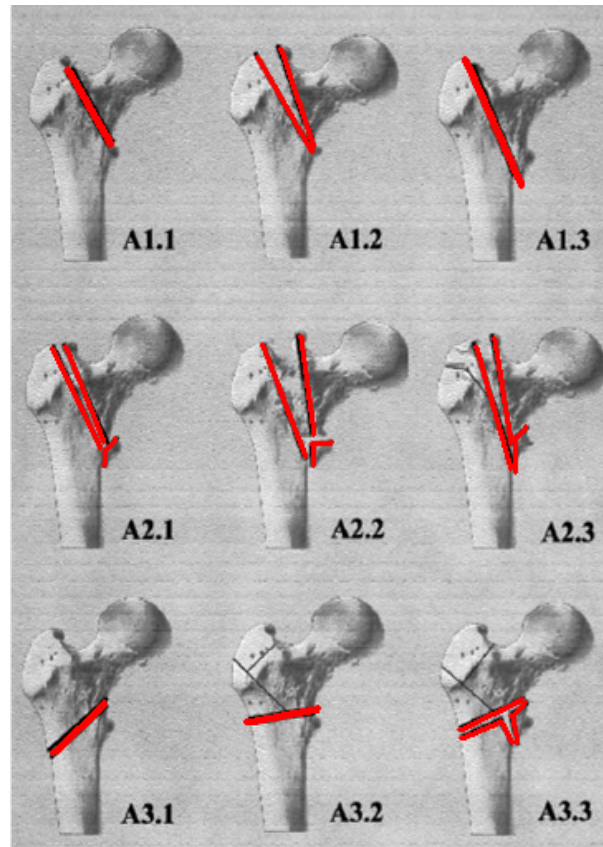


Abb. 1 zeigt die AO-Klassifikation trochantärer Frakturen (Mod. n. [16])

B.1.2 Biomechanische Besonderheiten trochantärer Frakturen

Aus biologischer und mechanischer Sicht sind alle trochantären Frakturen meist außerordentlich instabil und deshalb auch nicht belastungsfähig. Daher müssen nach David et al. alle trochantären Frakturen, unabhängig vom jeweiligen Frakturtyp und dem Ausmaß der Instabilität, einer operativen Therapie zugeführt werden [16].

Die biomechanische Tragachse des Körpers verläuft medial der Trochanterregion. Als Zeichen der medial bestehenden Druckbelastung ist die Kortikalis hier dicker ausgeprägt als die der Lateralseite. An der lateralen Kortikalis überwiegen die Zugbelastungen durch die Zuggurtung der Weichteile

le, wie der glutealen Muskulatur und des Tractus ileotibialis [3]. Fehlt die dorsomediale Abstützung, wie zum Beispiel bei Frakturen vom Typ 31-A2 und 31-A3, so sind diese als besonders instabil anzusehen. Das Schenkelhals - Femurkopf - Fragment dieser Frakturtypen neigt einerseits vermehrt in eine Varusfehlstellung abzukippen („Varuskollaps“) und andererseits nach hinten zu rotieren (Retroversion). Schlussendlich führen diese dislozierenden Kräfte durch den Muskelzug und die biomechanischen Mechanismen dann zum „cutting out“ des Kraftträgers.

B.2 Patientengut

Von Ende April 2004 bis Ende Februar 2008 wurden an der Universitätsklinik für Unfallchirurgie Graz 421 Patienten mit einem durchschnittlichen Alter von 79,4 Jahren (Spannweite 19 bis 101) mit einem PFNA versorgt. Davon waren 320 Patienten weiblich und 101 Patienten männlich. Das weibliche Durchschnittsalter betrug 82,8 Jahre, das der männlichen Patienten 68,5 Jahre. (Vgl. Diagramm 1)

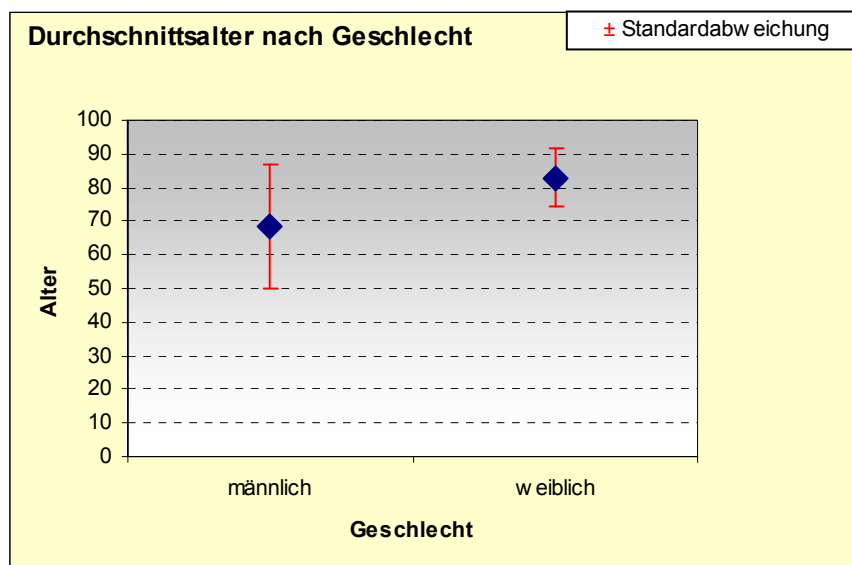


Diagramm 1 zeigt das Durchschnittsalter nach Geschlecht

In 210 Fällen war die linke Seite betroffen (48 männlich/162 weiblich), in den restlichen 211 Fällen die rechte Seite (53 männlich/158 weiblich). (Vgl. Diagramm 2)

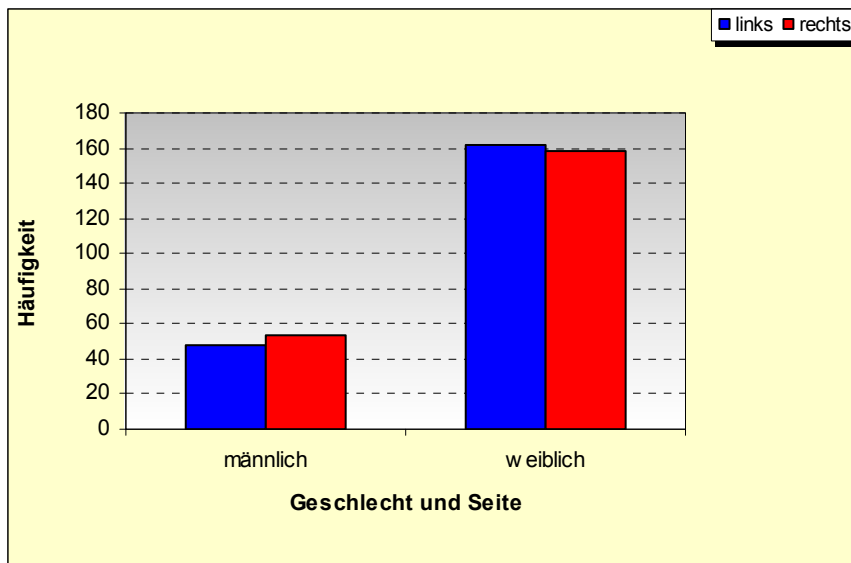


Diagramm 2 zeigt das Seitenverhältnis aufgeteilt nach Geschlecht

B.3 Das Implantatdesign des PFNA

Der PFNA ist eine Weiterentwicklung des PFN-Systems (Synthes Inc., Paoli, PA, USA). Es handelt sich dabei um ein unaufgebohrt einzubringendes intramedulläres Implantat, das im wesentlichen aus zwei Komponenten besteht, dem Nagel und der Klinge. Das Nageldesign des PFN wurde dabei beibehalten. (Siehe Abb. 2)

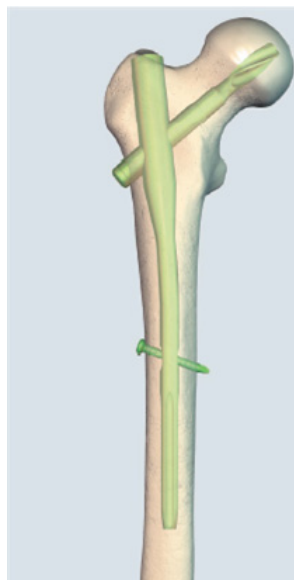


Abb. 2 zeigt den PFNA (aus PFNA – Operationstechnik, Informationsbroschüre des Herstellers, Synthes Inc., Paoli, PA, USA)

Die Nagelkomponente des PFNA-Systems besitzt ein anatomisch vorgeformtes Design mit einem medio-lateralen Winkel von 6°. Dies soll das Einbringen des Nagels über die Spitze des Trochanter major erleichtern. Die Spitze des Implantates ist flexibel, erleichtert die Insertion und verhindert Spannungen an der Spitze die zu einer periprothetischen Fraktur führen können.

Das Sortiment des PFNA umfasst 4 Varianten mit verschiedenen Durchmessern (von 9 bis 12mm) und unterschiedlichen CCD-Winkeln (125°/130°/135°):

- **PFNA**, Länge 240mm
- **PFNA klein**, Länge 200mm
- **PFNA xs**, Länge 170mm
- **PFNA lang**, Länge 340mm, 380mm und 420mm mit Antekurvatur von 1500mm

Beim PFNA lang werden aufgrund der Anpassung an den Femurschaft durch die Antekurvatur zusätzlich noch Implantate für den linken und den rechten Femur unterschieden.

Die Klinge stellt die eigentliche Neuerung dieses Systems dar. Das helikale Design soll beim Einschlagen die Spongiosa verdichten und somit für zusätzlichen Halt sorgen. (Siehe Abb. 3) Neuartig ist auch die rotationsstabile Verriegelung der Klinge. Ein Gleiten des Kraftträgers ist jedoch trotzdem möglich. Probleme wie zum Beispiel die Rotationsinstabilität oder das Risiko des Abkippens des Kopf-Hals-Fragmentes in eine Varusfehlstellung sollen mit diesen Neuerungen minimiert werden.

Das PFNA-System ermöglicht dem Operateur eine statische oder dynamische distale Verriegelung. Beim PFNA lang besteht zusätzlich die Möglichkeit einer sekundären Dynamisierung durch Entfernung des statischen Verriegelungsbolzens.

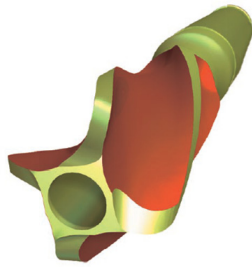


Abb. 3 zeigt das helikale Design der PFNA-Klinge (aus PFNA – Operationstechnik, Informationsbroschüre des Herstellers, Synthes Inc., Paoli, PA, USA)

Bei welchen Frakturlokalisationen die Anwendung des PFNA bzw. des PFNA lang indiziert ist, ist in Abb. 4 bildlich dargestellt und in Tabelle 1 nochmals übersichtlich zusammengefasst.

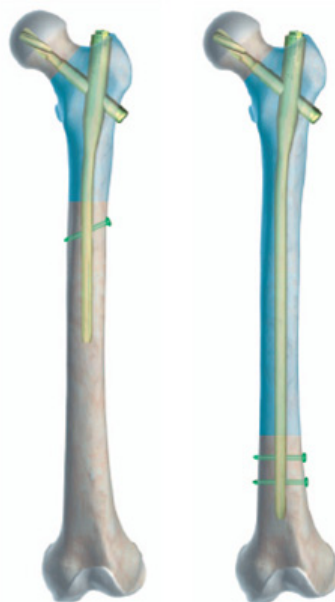


Abb. 4 zeigt den PFNA und den PFNA lang und die möglichen Versorgungsindikationen in blau unterlegt (aus PFNA – Operationstechnik, Informationsbroschüre des Herstellers, Synthes Inc., Paoli, PA, USA)

<i>PFNA lang</i>	<i>PFNA</i>
Nach distal ausgedehnte subtrochantäre Frakturen	Petrochantäre Frakturen (A1 und A2)
ipsilaterale trochantäre Frakturen	Intertrochantäre Frakturen (A3)
Kombinationsfrakturen im Bereich des proximalen Femur/Femurschaft	Hohe subtrochantäre Frakturen
Pathologische Frakturen	

Tabelle 1 zeigt die verschiedenen Indikation des jeweiligen PFNA Implantates

B.4 Operatives und Postoperatives Vorgehen

Der Operationszeitpunkt wurde in der vorliegenden Studie möglichst früh gewählt. Studien dahingehend haben gezeigt, dass die postoperativen Komplikationsraten der Patienten höher sind, die ≥ 48 Stunden nach dem traumatischen Ereignis operativ versorgt wurden [17]. War eine längere präoperative Vorbereitung notwendig, wurde eine ausreichende i.v.-Analgesie eingeleitet und zusätzlich primär eine gewichtsadaptierte Tibiakopfe xtension (10 bis maximal 15% des Körpergewichtes) mit einem Steinmannnagel angelegt. Dies sollte der Verkürzung der Fraktur durch den Muskelzug entgegenwirken und erleichterte die spätere Reposition der Frakturfragmente. Nach internistischer und anästhesiologischer Vorbereitung wurde die Fraktur dann sekundär mit einem PFNA versorgt.

Alle Patienten erhielten perioperativ eine einmalige prophylaktische Antibiotikagabe als sogenannte „single shot therapy“ verabreicht.

Die Operation wurde in Rückenlage auf einem Extensionstisch durchgeführt. Das betroffene Bein wurde in 10-15° Adduktion gelagert um einen optimalen Zugang zum Markraum zu erhalten.

Eine geschlossene anatomische Reposition unter Bildwandler-Kontrolle wurde primär angestrebt. War keine akzeptable geschlossene Reposition möglich, wurde offen reponiert.

Als Zugang wurde ein transglutealer Zugang durch den Musculus gluteus medius gewählt. Der „point of entry“ für die Insertion des PFNA Nagels

sollte auf oder leicht lateral der Spitze des Trochanter major in einem um 6° Grad nach lateral abweichenden Winkel zur gedachten Achse des Femurschaftes liegen. (Siehe dazu Abb. 5(A) und (B))

Die PFNA Klinge wurde entsprechend den Empfehlungen des Herstellers unter Bildwandlerkontrolle so platziert, dass der Kraftträger in der anterior/posterior Ansicht in der unteren Hälfte und in der axialen Ansicht zentral im Schenkelhals zu liegen kommt. Die korrekte Position der PFNA Klinge ist dabei subchondral, aber immer mindestens 5mm von der Gelenksfläche entfernt, zu wählen. Korrekterweise soll sich ein Abstand von der Spitze der Klinge zum Gelenksniveau von ungefähr 5 bis 10mm ergeben.

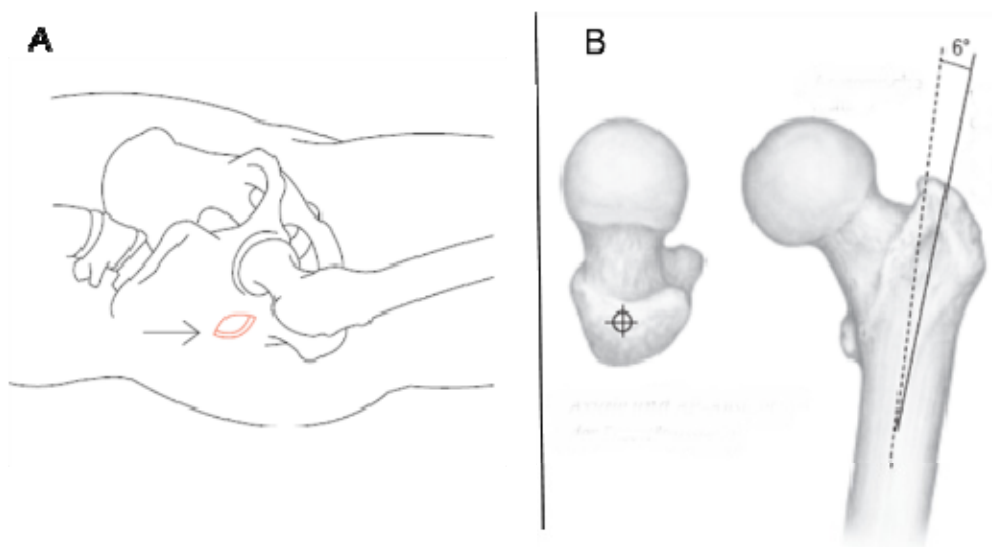


Abb. 5(A) zeigt den transglutealen Zugang. (B) Zeigt den „point of entry“ von kranial und die Implantationsachse, im Vergleich dazu die gedachte Achse des Markraums strichliert (Mod. aus TFN System, Informationsbroschüre des Herstellers, Synthes Inc., Paoli, PA, USA)

Um die hohe Inzidenz (bis zu 91%) einer DVT (Deep venous thrombosis) zu minimieren, wurde den Patienten für die Dauer der Immobilisation ein niedermolekulares Heparin als Thromboseprophylaxe verabreicht [18].

Die Mobilisation des Patienten begann am ersten postoperativen Tag mit Querbettsitzen. Am zweiten Tag nach der Operation wurde, wenn vom Operateur nicht gegensätzlich angeordnet, mit einer schmerzabhängigen

Vollbelastung der verletzten Extremität durch den physiotherapeutischen Dienst begonnen.

Bis zum 6. postoperativen Monat wurden die Patienten monatlich zur klinischen und radiologischen Kontrolle bestellt. Die letzte Kontrolle fand üblicherweise ein Jahr nach der Operation statt.

B.5 Messmethodik

B.5.1 Bestimmen der Klappenposition

Zum Bestimmen der Klappenposition wurde sowohl in der anterior/posterior als auch der axialen unmittelbar postoperativen Röntgenaufnahme oder den eine Gerade durch die Mitte der Klinge gezogen. Dann wurden parallel dazu entweder in Höhe des Schenkelhalses oder des Femurkopfes kranial bzw. anterior und kaudal bzw. posterior zwei weitere Geraden gezogen. Eine normal auf diese drei Geraden gelegte weitere Gerade unterteilte in weiterer Folge das Kopf-Hals-Fragment in zwei Abschnitte die mit „x“ und „y“ bezeichnet wurden. (Vgl. Abb. 6)

Diese beiden Längen wurden abgemessen. Die gesamte Länge wurde als „z“ bezeichnet. Ihr wurde der Wert 1 zugeordnet und „x“ und „y“ dementsprechend angepasst. Nun wurde aus „x“ und „y“ ein Verhältnis gebildet um damit die Lage des Kraftträgers festzustellen.

Somit konnten für das Verhältnis „x“ zu „y“ sowohl in der a/p Aufnahme als auch der axialen Aufnahme drei mögliche Ergebnisse errechnet werden, welche eine Lagebestimmung des Kraftträgers zuließen. (siehe Tabelle 2)

<i>Ergebnis</i>	<i>Lage a/p</i>	<i>Lage axial</i>
x:y=1	zentral	zentral
x:y<1	kranial	posterior
x:y>1	kaudal	anterior

Tabelle 2 zeigt die möglichen Ergebnisse der Lagebestimmungen

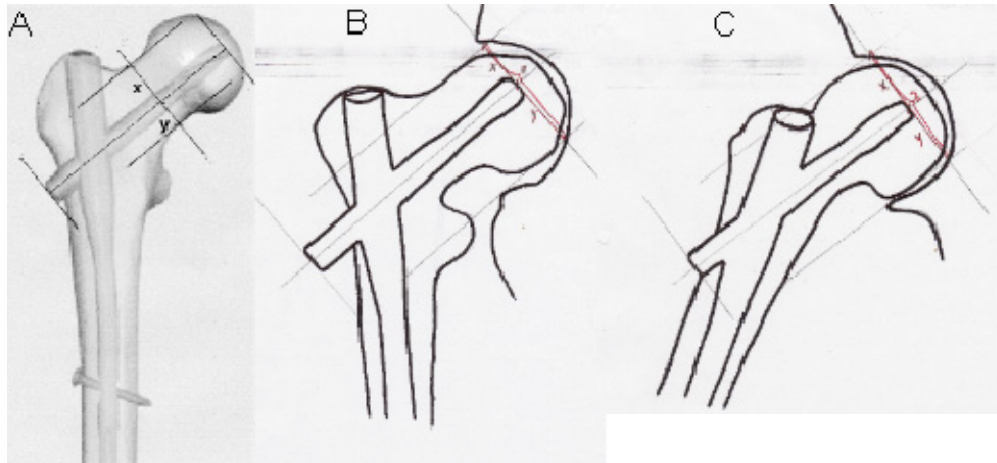


Abb. 6 (A) zeigt schematisch die Methodik der Lagebestimmung des Kraftträgers auf einer a/p Aufnahme (B) und (C) zeigt die Methodik in der Praxis auf einer a/p und einer axialen Aufnahme

B.5.2 Bestimmen der Tip Apex Distance (TAD)

Zur Bestimmung der TAD wurden einerseits die Methode nach Baumgaertner [19] und andererseits eine neue Methode zur Bestimmung des TAD-Index gewählt.

Zur Bestimmung des TAD-Index wurden der TAD und die Länge des Kraftträgers jeweils in der a/p und in der axialen Röntgenaufnahme abgemessen. Dabei wurde eine Gerade durch die Mitte der Klinge gelegt und der Abstand zwischen Klingenspitze und Gelenkoberfläche des Femurkopfes abgemessen. (Vgl. Abb. 7) Die Fehlerkorrektur erfolgte durch Rückrechnung zu der aus den Operationsberichten bekannten Länge des Kraftträgers. Schlussendlich wurde dann der TAD-Index aus der Summe der Ergebnisse der a/p und der axialen Aufnahme berechnet.

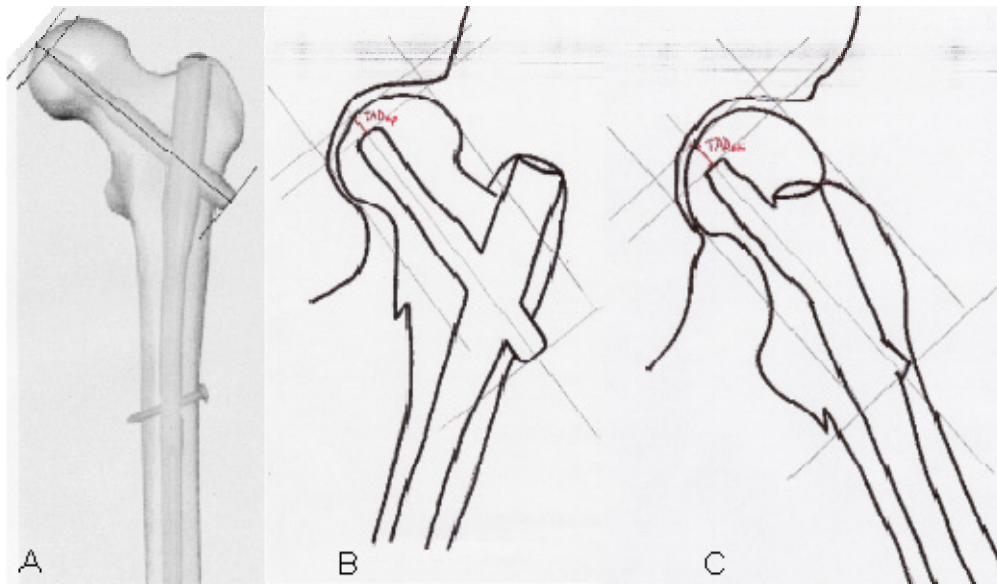


Abb. 7 (A) zeigt schematisch die Methode zur Bestimmung des TAD-Index (B) und (C) zeigen die Methodik in der Praxis auf einer a/p und einer axialen Aufnahme

Die Methode zur Bestimmung des TAD nach Baumgaertner definiert die Tip-Apex Distance als die Summe des Abstands der Klingenspitze zum Apex des Femurkopfes in Millimeter, gemessen auf einem anterior/posterior und einem axialen Röntgenbild. Als Fehlerkorrektur wird hier der Klingendurchmesser herangezogen [19].

Die Formel zur Berechnung lautet:

$$\text{TAD} = \left(X_{\text{ap}} \times \frac{D_{\text{true}}}{D_{\text{ap}}} \right) + \left(X_{\text{lat}} \times \frac{D_{\text{true}}}{D_{\text{lat}}} \right)$$

Abb. 8 zeigt die Formel zur Berechnung der TAD nach Baumgaertner (Mod.n. [19])

Dabei steht „X“ für den gemessenen Abstand im anterior/posterior (ap) und axialen (lat) Röntgenbild. Beide Werte werden als Fehlerkorrektur mit dem Quotienten aus dem wahren Durchmesser der Klinge („D_{true}“) und dem jeweiligen im axialen und anterior/posterior Röntgenbild gemessenen Durchmesser („D_{lat}“ bzw. „D_{ap}“) multipliziert.

In Abb. 9 ist die Methode zur Bestimmung der TAD nach Baumgaertner nochmals schematisch dargestellt.

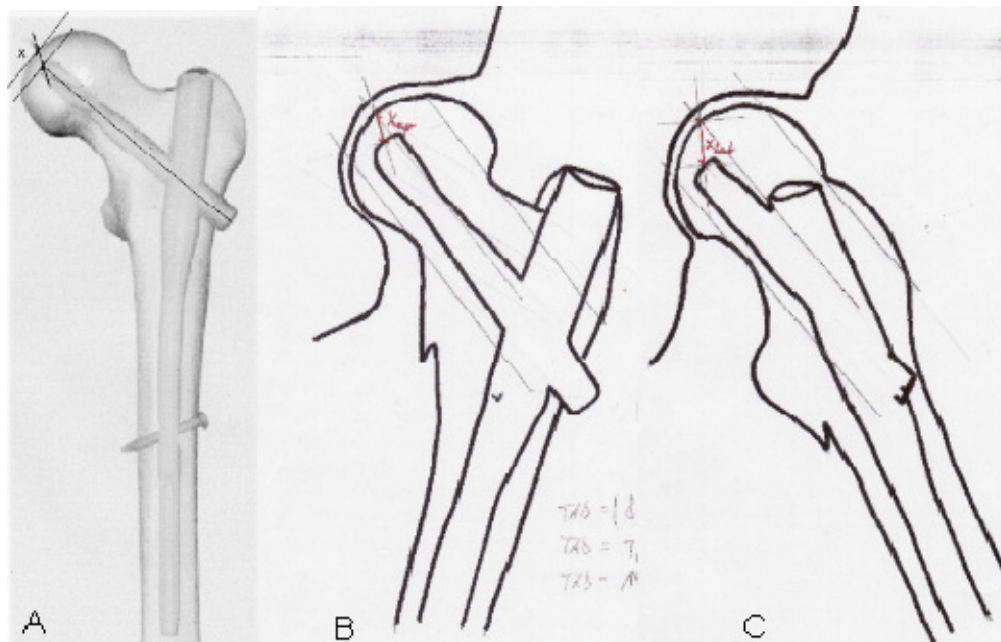


Abb. 9 (A) zeigt die schematische Methode nach Baumgaertner zur Bestimmung der TAD (B) und (C) zeigen die Methode in Praxis auf einer a/p und einer axialen Aufnahme

C Ergebnisse

Insgesamt konnten 383 Patienten (davon 295 weiblich und 88 männlich) in die Studie eingeschlossen werden. Bei den weiblichen Patienten lag das durchschnittliche Alter bei 83 Jahren (24 bis 101). Männliche Patienten waren im Durchschnitt 68 Jahre alt (19 bis 98).

Die Komplikationsrate lag bei 9,9% (38 von 383 Patienten). Die postoperative Letalitätsrate betrug 1,57% (6 von 383 Patienten), die aber auf die Polymorbidität der betroffenen Patienten zurückzuführen war und keineswegs mit implantatspezifischen Komplikationen vergesellschaftet war. Die Reoperationsrate war mit 10,2% (37 plus 2 Metallentfernungen von 383) sehr hoch. Im Durchschnitt führte sie zu einem 12,7 (2 bis 42) Tage dauernden erneuten Krankenhausaufenthalt.

Ein Sturzgeschehen (häuslich, im Krankenhaus, im Heim oder im öffentlichen Bereich) war mit insgesamt 94,8 % die häufigste Ursache für das Trauma. (Vgl. Tabelle 3)

<i>Ursache</i>	<i>Gesamt</i>	<i>Weiblich</i>	<i>Männlich</i>
Sturzgeschehen	363 (94,8%)	288 (97,6%)	75 (85,2%)
Freizeitunfall	10 (2,6%)	3 (1,0%)	7 (8,0%)
Verkehrsunfall	6 (1,6%)	1 (0,3%)	5 (5,7%)
Pathologische Fraktur	2 (0,5%)	2 (0,7%)	-
Suizidversuch	2 (0,5%)	1 (0,3%)	1 (1,1%)
n=	383 (100%)	295 (100%)	88 (100%)

Tabelle 3 zeigt die absolute Zahl der verschiedenen Ursachen des Traumas aufgeteilt nach Geschlecht bzw. den relativen Anteil in Klammer

Hinsichtlich des Seitenvergleiches hielten sich die linke und die rechte Seite die Waage. In 194 Fällen war die linke Seite betroffen, in den restlichen 195 Fällen die rechte. (Vgl. Diagramm 3)

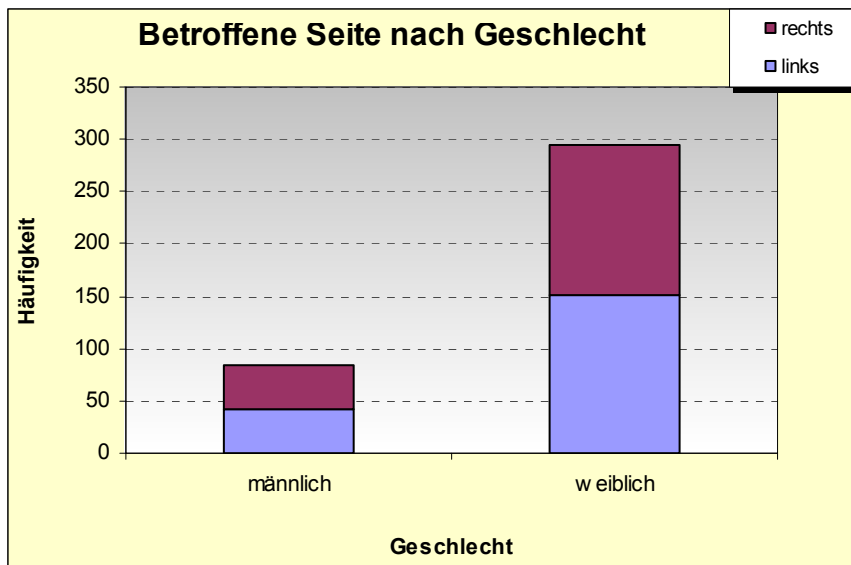


Diagramm 3 zeigt die betroffene Seite aufgeteilt auf die beiden Geschlechter

Die durchschnittliche Dauer bis zur operativen Stabilisierung lag bei 2 Tagen (Spannweite 1 bis 15; Modalwert 1). Die mittlere Krankenhausaufenthaltsdauer betrug für Frauen 12 (3 bis 34) Tage und für Männer 11 (1 bis 50) Tage.

345 von 383 Patienten durften im Anschluss an die operative Stabilisierung die betroffene Extremität voll belasten (275 weiblich, 70 männlich). Eine Teilbelastung der operierten Extremität bekamen hingegen nur 38 von den 383 operierten Patienten verordnet (20 weiblich, 18 männlich).

Der 200 mm lange PFNA- Nagel wurde am häufigsten verwendet (214/55,9%), gefolgt vom 240mm Nagel (103/26,9%). Der PFNA lang wurde insgesamt in nur 7,1% (27) der Fälle verwendet. Der PFNA xs mit einer Länge von 170mm wurde in 10,2% (39) der Fälle implantiert. (Vgl. Diagramm 4)

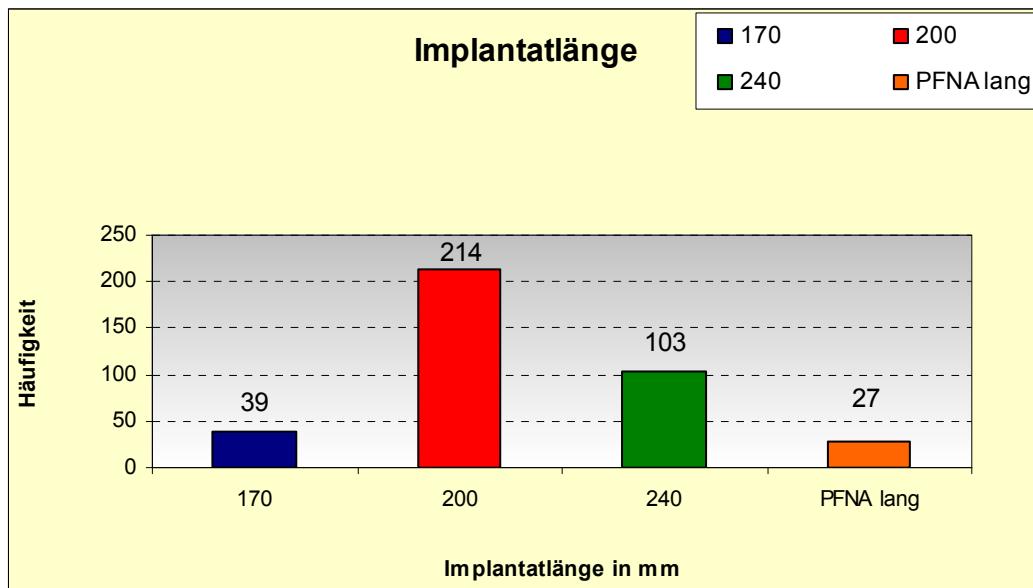


Diagramm 4 gibt einen Überblick über die Häufigkeit der Verwendung einzelner Implantatlängen

Es traten in 9,9% (38 von 383) der Fälle Komplikationen auf. Der Zeitpunkt der Diagnosestellung einer Komplikation lag im Durchschnitt bei 123 Tagen (2 bis 814). Das weibliche Geschlecht war in 84,2% (32 von 38) betroffen. Das durchschnittliche Alter der betroffenen weiblichen Patienten lag bei 81,0 Jahren (Spannweite von 58 bis 93). Der Altersmedian der 6 betroffenen männlichen Patienten lag bei 70,5 Jahren.

Im Durchschnitt hatte jeder der Patienten 2,6 Nebenerkrankungen. Am häufigsten waren die Patienten von kardiovaskulären bzw. kardiopulmonalen Begleiterkrankungen betroffen (24 von 38). An einer Osteoporose litten laut der Krankengeschichte 27 von 38 Patienten. Innerhalb dieser 27 Patienten waren 25 von einer Osteoporose betroffenen Patienten weiblich.

In 76,3% lag eine Fraktur vom Typ 31-A2 vor, in weiteren 21,1% eine 31-A3 Fraktur, und in nur 2,6% eine Fraktur vom Typ 31-A1 nach AO-Klassifikation.

In Tabelle 4 werden die aufgetretenen Komplikationen nach Geschlecht und deren absolute und relative Häufigkeit bezogen auf die gesamte relative Komplikationsrate dargestellt.

Komplikation	weiblich	männlich	Gesamt (abs.)	Gesamt (rel.)
Cutting out	9	-	9	2,4%
Periprothetische Fraktur	4	3	7	1,8%
Wundheilungsstörung	6	-	6	1,6%
Teleskopring	4	2	6	1,6%
Pseudarthrose	3	1	4	1,0%
Wundinfekt	3	-	3	0,8%
Klingenbruch	1	-	1	0,3%
Nachblutung	1	-	1	0,3%
Thrombose	1	-	1	0,3%
n=	32	6	38	9,9%

Tabelle 4 listet die Komplikationen und deren Vorkommen auf

Ein „cutting out“ des Kraftträgers war mit 2,4% die häufigste Komplikation und trat ausschließlich bei weiblichen Patienten auf. Eine periprothetische Fraktur trat in 7 (1,8%) Fällen in Folge eines weiteren Sturzgeschehens auf und war in keiner Weise auf implantatspezifische Ursachen zurückzuführen. Eine Wundheilungsstörung war bei 6 (1,6%) weiblichen Patienten Ursache einer Komplikation. Ein den Patienten beeinträchtigendes Teleskopring durch die herausgesinterte Klinge trat in 1,6% (6 von 38) der Fälle auf. Wundinfekte waren selten und traten insgesamt bei 3 weiblichen Patienten auf (0,8%). Ein Klingenbruch nach einem erneuten Sturzgeschehen, eine Nachblutung und eine Thrombose bei hereditärer Prädisposition waren seltene Ursachen einer Komplikation und traten jeweils einmal auf (jeweils 0,3%).

Die Reoperationsrate lag bei 10,2% (39 von 383). Zwei männliche Patienten unterzogen sich aufgrund einer Irritation des Tractus iliotibialis durch die herausgesinterte Klinge einer Metallentfernung (Tag 531 und Tag 662 nach primärer Implantation).

Tabelle 5 gibt einen Überblick über das weitere Vorgehen nach dem Auftreten einer Komplikation.

Komplikation	Procedere
<i>Cutting out</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Klängenwechsel (zementiertes Klängenlager) • 4 Verfahrenswechsel (3 bipolare Köpfendoprothesen; 1 Totalendoprothese) • 1 PFNA Neuimplantation mit Spongiosaplastik
<i>Periprothetische Fraktur</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 4 PFNA lang und Teilbelastung für 6 Wochen • 2 LISS (less invasive stabilization system) • 1 Konservativ mit Teilbelastung für 6 Wochen
<i>Wundheilungsstörung</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Revisionen
<i>Teleskopoping</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 5 Klängenwechsel (kürzer) • 1 Verfahrenswechsel (Gamma-Nagel)
<i>Pseudarthrose</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 4 ESWT und Dynamisierung
<i>Wundinfekt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 3 Revisionen
<i>Klängenbruch</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 1 PFNA Neuimplantation mit Spongiosaplastik
<i>Nachblutung</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Revision
<i>Thrombose</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Einleitung einer oralen Antikoagulation

Tabelle 5 zeigt die aufgetretene Komplikation und das weitere Vorgehen

Das „cutting out“ stellte wie bereits erwähnt mit 2,4% (9 von 383) die häufigste Ursache einer Komplikation dar. Von einem Durchschneiden des Kraftträgers waren ausschließlich weibliche Patienten betroffen. Das mediane Lebensalter der Patienten betrug 81 Jahre (77 bis 86). In 5 Fällen war die rechte Seite betroffen, in den restlichen 4 Fällen die linke Seite. Bei allen 9 betroffenen Patienten war ein Sturz im häuslichen Umfeld Ursache der Verletzung. Im Durchschnitt waren bei den Patienten drei Nebendiagnosen zu erheben, wobei alle laut ihrer Krankengeschichte an Osteoporose erkrankt waren.

Alle 9 von einem „cutting out“ betroffenen Patienten hatten eine instabile Fraktur. Bei fünf Patienten lag eine Fraktur vom Typ 31-A2.1 vor, bei drei eine 31-A3.3 Fraktur und bei einem Patienten eine 31-A2.2 Fraktur.

Die Operation erfolgte meist noch am selben Tag (Median 1, Spannweite von 1 bis 7 Tage) im Sinne einer primären PFNA – Implantation. In zwei Fällen musste aufgrund einer laufenden oralen Antikoagulationstherapie primär eine Tibiakopfextension angelegt werden. Die PFNA – Implantation erfolgte dann nach Normalisierung der Gerinnungswerte sekundär. In allen 9 Fällen konnte geschlossen reponiert werden. Bei vier von neun Patienten konnte damit eine anatomische Reposition in der a/p Ansicht erreicht werden. In den restlichen fünf Fällen war nach der Reposition eine Varusfehlstellung von $\geq 5^\circ$ verglichen mit der Gegenseite erhebbbar. Innerhalb dieser fünf Patienten war in zwei Fällen eine Varusfehlstellung von $\geq 10^\circ$ nach Reposition zu beobachten.

Die mediane Aufenthaltsdauer der 9 Patienten betrug 13 Tage. In 4 Fällen wurde die Operation von einem in Ausbildung stehenden Arzt durchgeführt, in den restlichen 5 Fällen von einem Facharzt (Oberarzt, Universitätsprofessor, Universitätsdozent).

Im Durchschnitt trat das „cutting out“ nach 91 Tagen (26 bis 814) auf und führte zu einer durchschnittlichen stationären Wiederaufnahme von 12 Tagen. Die Ergebnisse der Lagebestimmung der Klinge im Femurkopf sind in Tabelle 6 sichtbar.

<i>Patient</i>	<i>Alter</i>	<i>Frakturtyp</i>	<i>Reposition</i>	<i>Lage</i>		<i>TAD</i>	
				<i>ap</i>	<i>ax</i>	<i>Ind.</i>	<i>n. B.</i>
1	81	A2.1	varisch $>10^\circ$	Kranial	Ventral	20,47	20,29
2	86	A2.1	anatomisch	Kaudal	Ventral	15,82	19,87
3	84	A2.1	varisch $>5^\circ$	Kaudal	Ventral	19,29	28,33
4	77	A3.3	Anatomisch	Kaudal	Ventral	13,79	30,32
5	79	A3.3	varisch $>5^\circ$	Kranial	Ventral	17,95	22,40
6	83	A2.1	Anatomisch	Kranial	Zentral	11,34	23,91
7	81	A2.1	Anatomisch	Kaudal	Ventral	9,75	25,10
8	84	A2.2	varisch $>5^\circ$	Kaudal	Ventral	13,38	40,20
9	80	A3.3	varisch $>10^\circ$	Kranial	Ventral	5,08	12,29

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der Lagebestimmung des Kraftträgers im Femurkopf und Messung der TAD nach unserer Technik (Ind.) und der Methode nach Baumgaertner (n.B.)

Dabei war in 5 von 9 Fällen in der a/p Ansicht die Klinge in der kaudalen Hälfte des Femurkopfes platziert. In den restlichen 4 Fällen wurde die Klinge im kranialen Anteil implantiert. In der axialen Ansicht war in 8 von 9 Fällen die Klinge im ventralen Anteil des Schenkelhals – Femurkopfes platziert. In nur einem Fall kam der Kraftträger zentral im proximalen Fragment zu liegen.

Die Ergebnisse unserer Methode der TAD-Bestimmung (TAD-Index) und die Ergebnisse der Methode zur Bestimmung der TAD nach Baumgaertner sind aus Tabelle 7 ersichtlich.

Patient	TAD a/p	TAD axial	TAD-Index	TAD n. B. a/p	TAD n.B. axial	TAD n.B.
1	15,51	4,96	20,47	14,29	6,00	20,29
2	6,92	8,90	15,82	7,04	12,83	19,87
3	9,60	9,69	19,29	15,83	12,50	28,33
4	4,00	9,79	13,79	16,15	14,17	30,32
5	12,50	5,45	17,95	14,40	8,00	22,40
6	11,34	9,76	21,10	14,18	9,73	23,91
7	9,75	7,18	16,93	12,27	12,83	25,10
8	13,38	18,78	32,16	15,20	25,00	40,20
9	5,08	3,45	8,53	4,71	7,58	12,29
Median	9,75	8,90	17,95	14,29	12,50	23,91
Min	4,00	3,45	8,53	4,71	6,00	12,29
Max	15,51	18,78	32,16	16,15	25,00	40,20

Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse der Messungen des TAD-Index und der TAD nach Baumgaertner

Im Median wurde dabei ein TAD-Index von 17,95 mm gemessen (8,53 bis 32,16 mm).

In Diagramm 5 werden die Ergebnisse des TAD-Index und der TAD- nach Baumgaertner verglichen. Die Ergebnisse beider Bestimmungen stehen in

einer stark positiven Korrelation (Korrelationskoeffizient 0,785, $p= 0,012$). Daraus geht hervor, dass die in dieser Arbeit verwendete Methode zur Bestimmung des TAD-Index ebenfalls eine gültige Methode darstellt.

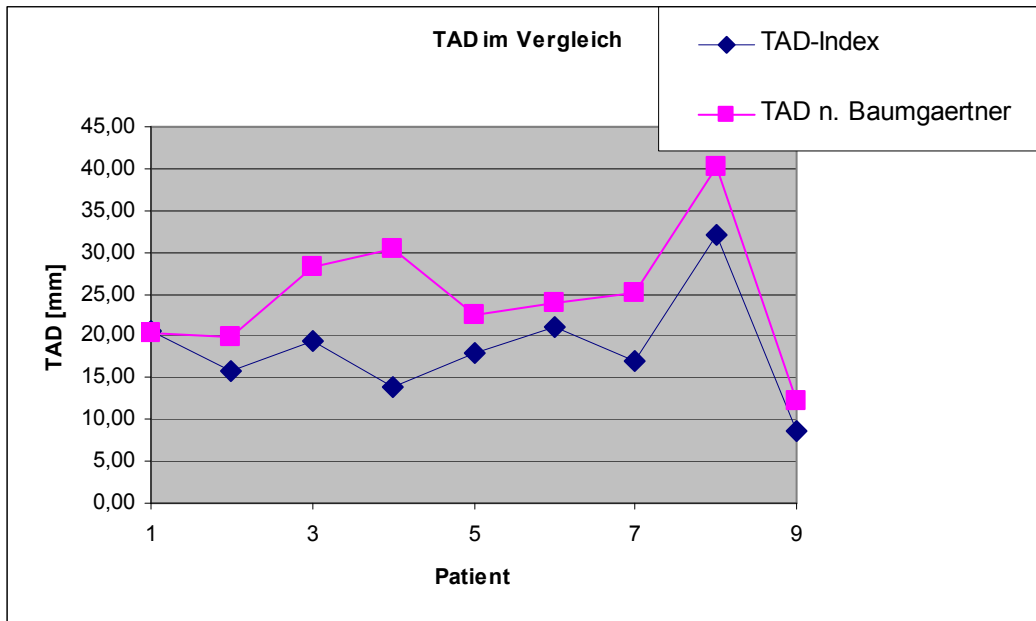


Diagramm 5 stellt die beiden Methoden zur Bestimmung der TAD dar

D Diskussion

Mit zunehmendem Alter steigt die Inzidenz einer hüftgelenksnahe Fraktur zu erleiden. Das Ziel einer operativen Behandlung von Hüftfrakturen sollte dabei eine baldige Belastung der betroffenen Extremität sein. Um dies zu garantieren, sind Methoden und prädiktive Werte einer Komplikationsprophylaxe wünschenswert. Die ohnehin meist polymorbiden Patienten könnten dadurch vor belastenden Reoperationen geschützt werden, die nicht nur für den Patienten selbst eine erhöhte Mortalität bedeuten, sondern auch von volkswirtschaftlicher Bedeutung sind.

Das in dieser Arbeit beschriebene intramedulläre PFNA-System ist nicht nur vielfältig einsetzbar, sondern auch in der Handhabung einfach und für den Patienten als sogenannte minimal-invasive Methode wenig belastend. Nach Stürmer et al. [20] sind an ein ideales Implantat zur Anwendung bei trochantären Frakturen folgende Anforderungen zu stellen:

- Frühe und sichere Belastungsstabilität
- Sichere Verankerung bei Osteoporose
- Möglichkeit des dynamischen Zusammensinterns der Fraktur („Teleskopring“)
- Vermeidung einer Kraftträgerperforation durch, in und aus dem Femurkopf
- Schonung der Vaskularisation zum Vermeiden einer posttraumatischen Femurkopfnekrose
- Einfache Implantationstechnik

Kaufer et al. stellten fest, dass der stabile Einbau eines Implantates auf 5 voneinander unabhängigen Variablen beruht: (1) Knochenqualität, (2) Frakturtyp, (3) Reposition, (4) Implantatdesign und (5) Implantatplatzierung. Dabei sind die Knochenqualität und der Frakturtyp nicht vom Operateur beeinflussbar. Die Qualität der Reposition hängt vom Frakturtyp ab. Der Einbau des jeweiligen Implantates wird durch den Frakturtyp und der Implantatwahl beeinflusst. Demnach ist nach Kaufer et al. die Wahl des Implantates für die Behandlung eines vorgegebenen Frakturtyps die einzige unabhängige Variable [21].

In der vorliegenden Arbeit war bei allen 9 Patienten, bei denen ein Implantatversagen in Form eines „cutting out“ auftrat, eine Verminderung der Knochendichte im Sinne einer Osteoporose aus der Krankengeschichte ersichtlich.

Bei einer von Davis et al. durchgeführten Untersuchung wurde zur Bestimmung der Knochendichte der Singh-Index [22] als einfache Methode herangezogen. Dabei konnte kein Zusammenhang zwischen geringer Knochendichte und vermehrten „cutting out“ festgestellt werden. Stabile Frakturen schnitten nie durch, die Qualität der Reposition beeinflusste jedoch die „cutting out“ Rate. Ebenfalls wurde in dieser Untersuchung festgehalten, dass der Erfolg einer Osteosynthese vielmehr von der Expertise des Operateurs als von der Knochenqualität des Patienten abhängt. Davis et al. kamen zu dem Ergebnis, dass die Positionierung des Kraftträgers ein hochsignifikanter Faktor für die Wahrscheinlichkeit eines „cutting out“ ist [23].

Dem ist zu entgegnen, dass laut Koot et al. der Singh-Index einerseits zwar eine sehr verbreitete Methode zum Abschätzen des Osteoporosegrades ist, jedoch in keiner Weise mit etablierten Verfahren wie der Dualen Röntgenabsorptiometrie (DEXA) korreliert und deshalb auch keinen klinischen Wert für die Beurteilung der Osteoporose besitzt. Koot et al. empfehlen deshalb, eine DEXA zur Beurteilung des Osteoporosegrades präoperativ durchzuführen [24], was jedoch aufgrund der Schmerzen der Patienten häufig nicht möglich ist.

Dieser Meinung schließen sich Bonnaire et al. ebenfalls an. Ihren Untersuchungen zufolge wäre eine präoperative Messmethode zur Vermeidung vorhersagbarer Komplikationen wünschenswert. Als Methode der Wahl schlugen Bonnaire et al. eine DEXA am Oberschenkelkopf der Gegenseite vor, da sich hier laut ihren Untersuchungen die beste Korrelation für relevante BMD-Werte ergab. Diesen Untersuchungen zufolge wären bei Werten $\leq 0,6 \text{ g/cm}^3$ in der DEXA - Messung eine Augmentation der Implantatverankerung im Femurkopf mit tragfähigem Knochenzement, eine Kalziumphosphatkeramik oder eine primäre prothetische Versorgung eine Behandlungsalternative. In dieser Arbeit wurde ebenfalls die Rotation des Schenkelhalskopffragments als ein weiterer Faktor, der zu einem Implan-

tatversagen führen kann, näher betrachtet. Bonnaire et al. kamen dabei zum Schluss, dass die Rotation des Schenkelhalskopffragments unter Normalbedingungen bei ausreichender Knochendichte erst in der Endphase der Belastbarkeit kurz vor dem Versagen der Osteosynthese auftritt, und deshalb eher als ein Epiphänomen zu werten ist. Diesen Untersuchungen zufolge trat ein „cut out“ an den Präparaten mit der geringsten Knochendichte auf [8].

Baumgartner et al. hielten dazu in ihrer Studie fest, dass der TAD eine signifikante Variable ist, die ungeachtet dessen, in welchem Quadranten die Schraube platziert ist, zu einem „cutting out“ führen kann. Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass keine einzige Schraube mit einem TAD unter 25 mm durchschnitt. Bei allen in dieser Studie beobachteten „cutting outs“ wurde jedoch eine vergrößerte Tip-Apex Distance festgestellt [19].

Auch Pervez et al. kamen zu einem ähnlichen Ergebnis und empfahlen eine TAD von unter 20mm, betonten aber, dass die Bestimmung der korrigierten TAD und der Klingenposition in der klinischen Routine von geringerer Bedeutung sein mag. Sie empfehlen daher für den klinischen Alltag die unkorrigierte TAD abzuschätzen und zu verwenden [25].

Eine englische Studie von Kumar et al. zeigte jedoch, dass beim Abschätzen der TAD Vorsicht geboten ist. In dieser Untersuchung wurde festgestellt, dass die Rotation des Femurkopfes einen erheblichen Einfluss auf die TAD hat. Vor allem exzentrisch platzierte Kraftträger ergeben variable Messergebnisse bei Rotation, Abduktion und Adduktion des Hüftgelenkes [26].

Sommers et al. beschrieben wie wichtig es ist, dass ein Implantat dem „cutting out“ unter wechselnden Belastungen standhält. Vor allem wenn eine Kombination von instabiler Fraktur und schlechter Knochenqualität auftritt, ist eine stabile Osteosynthese schwer zu erreichen. Dabei wurde in vielen klinischen und labortechnischen Studien versucht, das Implantatdesign mit der geringsten Inzidenz für ein „cutting out“ herauszufiltern. Es wurden dabei aber keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Sommers machte dafür vor allem die große Variabilität der Knochenqualität, des Frakturtyps, der Qualität der Reposition und des Implantateinbaues verantwortlich [27].

Diesen Ergebnissen widerspricht die Arbeit von Friedl et al., der in einer Versuchsanordnung feststellte, dass durch ein Doppel-T-förmiges Profil des Schenkelhalskraftträgers eine höhere Belastbarkeit und geringere Komplikationsrate durch Ausbruch und Durchwanderung zu erreichen ist. Dabei spielt vor allem die Querschnittsfläche der Knochenverdrängung und somit die Knochensubstanzzerstörung eine gewichtige Rolle gegenüber den Schraubensystemen. Friedl konnte in diesen Untersuchungen auch eine deutliche biomechanische Überlegenheit der intramedullären Systeme gegenüber den extramedullären Systemen wie etwa der extramedullären Dynamischen Hüftschraube mit Abstützplatte nachweisen [28]. Eine im „Journal of Orthopaedic Trauma“ veröffentlichte Arbeit widerspricht jedoch teilweise den Ergebnissen von Friedl. Saudan et al. stellten in dieser Untersuchung fest, dass ein intramedulläres System bei pertrochantären Frakturen vom Typ AO 31-A1 und 31-A2 keinerlei Vorteile gegenüber einer Dynamischen Hüftschraube vorweist [29].

Bei instabilen Frakturen im per- und subtrochantären Bereich des proximalen Femur jedoch, ist eine intramedulläre Stabilisierung von Vorteil, wie Weise et al. herausfanden. Die Garantie einer vergleichsweise hohen Stabilität, die minimal invasive Implantationstechnik und die in der postoperativen Phase bessere Gehfähigkeit und knöcherne Ausheilung verschaffen den intramedullären Verfahren einen Vorteil gegenüber den extramedullären Systemen. Die Autoren betonen aber, dass die Dynamische Hüftschraube mit Zusatzimplantat unverändert ein häufig verwendetes und etabliertes Verfahren darstellt [30].

Boldin et al. untersuchten den PFN und kamen zu dem Schluss, dass der PFN ein gutes und geeignetes intramedulläres Implantat ist um instabile pertrochantäre Frakturen minimal invasiv zu stabilisieren. Dabei wurde festgehalten, dass durch eine Modifikation des PFN und der Operationstechnik die Komplikationsrate weiter zu minimieren sei. Wird jedoch eine offene Reposition aufgrund einer Mehrfragmentfraktur, insbesondere des Trochanter major, notwendig, führt die Verwendung einer Dynamische Hüftschraube mit einer Trochanterabstützplatte zu besseren Ergebnissen [9].

In der vorliegenden Arbeit war eine „cutting out“ Rate von 2,4% zu beobachten. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Lenich et al. [31], die in ihrer Studie über den TFN, ein dem PFNA sehr ähnliches Implantat, eine „cutting out“ Rate von 2,3% zu verbuchen hatten. In dieser Untersuchung wurde ebenfalls auf die Positionierung der Klinge im Femurkopf Rücksicht genommen und anhand der Cleveland Zonen [32] bestimmt. Dabei wurden die meisten Klingen in der Cleveland Zone 5, die in der axialen Ansicht einer zentralen Lage entspricht, implantiert. In dieser Zone treten keine Rotationskräfte auf. Der mittlere TAD in dieser Untersuchung betrug 12,5 mm und wurde ebenfalls anhand der Formel nach Baumgaertner berechnet.

In einer von Hohendorff et al. durchgeführten Untersuchung, kam man zu dem Ergebnis, dass eine zu varische Reposition zu Verlaufskomplikationen führen kann. In dieser Studie wurden vor allem zu kurz gewählte Schenkelhalsschrauben (große TAD) und ungünstige Positionierungen derselben als mögliche Gründe für ein „cutting out“ genannt. Als begünstigende Faktoren wurden die verminderte Knochenqualität im Alter und instabile Frakturen angeführt. Hohendorff et al. stellten fest, dass besonders bei Frakturen, bei denen die Trochanter minor Region zerstört wurde, hohe Belastungen der Osteosynthese bei Frühmobilisation zu dem Risiko eines Implantatversagens führen [13].

Ein weiterer Vorteil des PFNA mag sein spezielles helikales Klingendesign sein. Strauss et al. fanden heraus, dass durch dieses spezielle Design der Knochen um die Klinge zusätzlich kompaktiert wird und somit einen größeren Widerstand gegen ein Durchschneiden aufweist als herkömmliche Schraubensysteme. Die größere Oberfläche der Klinge verbessert zusätzlich die Stabilität. Dieser biomechanische Vorteil soll zu einer verminderten Komplikationsrate führen. Ebenso wurden der helikalen Klinge Vorteile bei Patienten mit geringerer Knochendichte zugestanden [33].

Kawaguchi et al. kamen in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass weniger der Osteoporosegrad, der Frakturtyp oder die Qualität der Reposition einen Einfluss auf das Funktionieren eines Implantats haben. Die Autoren sahen in der Positionierung des Kraftträgers den entscheidenden Faktor ein „cutting out“ zu erleiden [34].

In einer von Gundle et al. durchgeführten Studie wird ebenfalls darauf hingewiesen, dass die Platzierung des Kraftträgers am meisten Einfluss auf das gute Funktionieren einer Osteosynthese hat. Wird zum Beispiel der Kraftträger nicht im zentralen oder kaudalen Drittel sondern im kranialen Drittel implantiert, so erhöht sich das relative Risiko ein Implantatversagen zu erleiden um das 5,9-fache. Leidet ein Patient an starker Osteoporose erhöht sich das relative Risiko eines Implantatversagens immerhin um das 2,6-fache. Gundle et al. schließen daraus, dass sowohl das kaudale als auch das hintere Drittel des Femurkopfes bei der Implantation des Kraftträgers zu vermeiden ist [35].

In einer von Parker durchgeführten Untersuchung über die Positionierung des Kraftträgers bei der Dynamischen Hüftschraube wird ebenfalls darauf hingewiesen, dass ein „cutting out“ vermehrt dann auftrat, wenn der Kraftträger im kranialen oder im hinteren Drittel des Femurkopfes platziert wurde. Parker empfiehlt deshalb den Kraftträger in der a/p Ansicht kaudal oder zentral und in der axialen Ansicht zentral zu positionieren [36].

Experimentelle Methoden wie zum Beispiel die navigierte Osteosynthese durch computerassistierte Verfahren sind bereits in Entwicklung. Bisher erfolgte die chirurgische Positionierung von Implantaten unter Bildwandlertkontrolle und war von der Erfahrung des Operateurs und von dessen räumlichen Vorstellungsvermögen abhängig [37]. Deutliche Unterschiede sind bei diesen Verfahren in der Röntgenzeit zu verzeichnen. Mit Navigation konnte in einer von Hufner et al. durchgeführten Untersuchung die Strahlungszeit um circa 90% reduziert werden. Dies kommt nicht nur dem Patienten zu Gute, sondern auch dem Chirurgen. Ein wesentlicher Kritikpunkt der navigierten Osteosynthese ist der zusätzliche Zeitaufwand, der größtenteils durch den Aufbau und den unveränderten Arbeitsablauf erklärt werden kann. Weitere Verbesserungen der Software sind jedoch notwendig, um die sehr präzise computerassistierte Bohrung in Zukunft zu einer klinisch etablierten Methode zu entwickeln [38].

In der vorliegenden Studie wurden zum einen die TADs der dokumentierten „cutting outs“ bestimmt. Dabei wurde ein durchschnittlicher Abstand von der Klingenspitze zur Gelenksoberfläche von 23,91 mm nach der Me-

thode von Baumgaertner festgestellt, der eine TAD von unter 25 mm empfiehlt [19].

Zum anderen wurde auf die Platzierung der Klinge ebenfalls geachtet. Dabei war in den 9 von einem „cutting out“ betroffenen Patienten, in der a/p Ansicht in 4 Fällen die Klinge im nicht empfohlenen kranialen Drittel platziert. In der axialen Ansicht war in 8 von 9 Fällen die Klinge ventral und nicht wie empfohlen, zentral platziert. Diese Ergebnisse unterstreichen die Angaben verschiedener Autoren, die in der a/p Ansicht eine kaudale und in der axialen Ansicht eine zentrale Positionierung des Kraftträgers fordern [31, 34, 36].

Zusammenfassend ist deshalb zu sagen, dass nicht nur zu große TAD und eine Fehlplatzierung der Klinge zu einem Implantatversagen in Form eines „cutting out“ führen. Aus der vorliegenden Untersuchung geht hervor, dass das Zusammentreffen von weiteren ungünstigen Faktoren wie zum Beispiel Osteoporose, schlechte Reposition und instabiler Frakturtyp, die Ergebnisse nach einer intramedullären Osteosynthese beeinflussen.

Um jedoch definitive Aussagen und Empfehlungen treffen zu können, ist die Fallzahl in der hier vorliegenden Arbeit zu gering. Weitere Untersuchungen werden deshalb notwendig werden.

E Kasuistiken

E.1 Kasuistik 1

I.H., 83 Jahre, weiblich

Der Patient erleidet bei einem häuslichen Sturz eine Fraktur vom Typ AO 31-A2.1 (siehe Abb. 10 (A) und Abb. 11 (A)). Die Fraktur wird primär nach geschlossener Reposition mit einem PFNA versorgt. Das unmittelbar postoperativ durchgeführte Kontrollröntgen zeigt eine etwas varische Reposition bei stabiler Implantatlage in beiden Ebenen (siehe Abb. 10 (B) und Abb. 11 (B)). Die Klinge scheint in axialer Ansicht ventral und in der a/p Ansicht kaudal im Kopffragment platziert zu sein. Bei einer Röntgenkontrolle am 51. postoperativen Tag zeigt sich ein Durchschneiden der Klinge sowohl in der a/p als auch der axialen Ansicht (siehe Abb. 10 (C) und Abb. 11 (C)). Nach dem Wechsel auf eine kürzere Klinge mit zusätzlicher Augmentation des Klingenslagers mit Knochenzement zeigt sich die Klinge nun kranial und zentral im Kopffragment platziert.

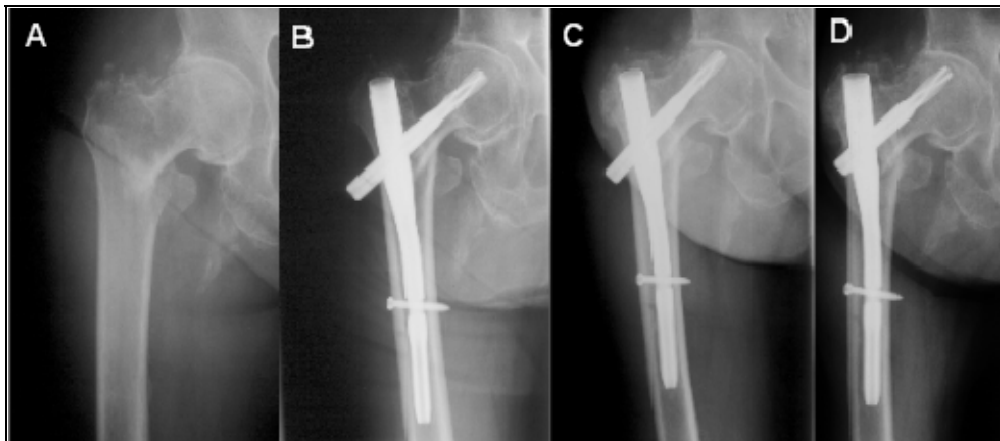


Abb. 10 zeigt a/p Bilder der Kasuistik 1 (A) Primärröntgen (B) 1.postoperatives Röntgen (C) Kontrollröntgen am 51.postoperativer Tag (D) 1.postoperatives Röntgen nach Revision

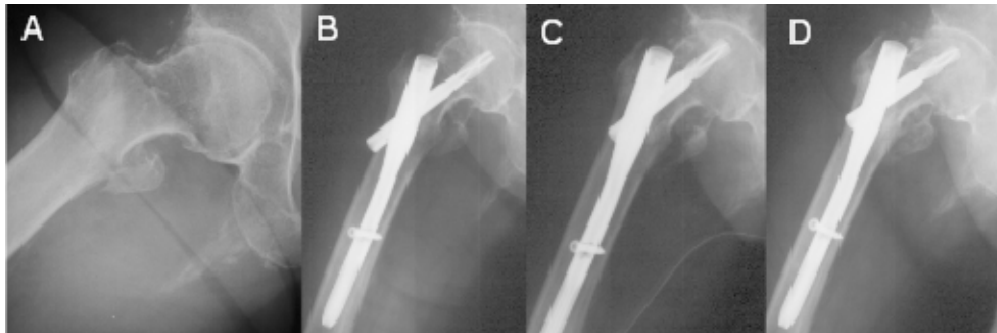


Abb. 11 zeigt axiale Bilder der Kasuistik 1 (A) Primärröntgen(B) 1.postoperatives Röntgen (C) „cutting out“ (D) axiales Röntgen nach Revision

E.2 Kasuistik 2

J.B., 87 Jahre, weiblich

Der Patient erleidet bei einem häuslichen Sturzgeschehen eine 31-A2.1 Fraktur. Diese wird primär mit einem PFNA versorgt (Vgl. Abb. 12 (A)). Bei der nach 3 Monaten durchgeführten Klinischen Kontrolle gibt der Patient neben Schmerzen noch eine wesentliche Einschränkung der Beweglichkeit an. Bei der Röntgenkontrolle bietet sich ein „cutting out“ des Kraftträgers durch die Schädelkalotte des Femurkopfes(Vgl. Abb. 12 (C)). Die Klinge ist nach lateral herausgesintert („Teleskopieren“). Das Kopfsegment ist in eine Varusfehlstellung kollabiert („Varuskollaps“). Der PFNA wird daraufhin explantiert und eine Hüfttotalendoprothese wird eingebaut (Vgl. Abb. 12 (D)).

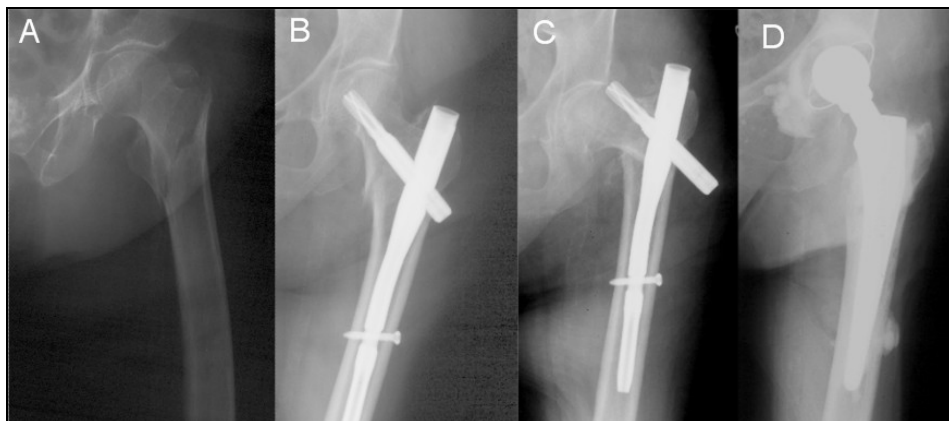


Abb. 12 zeigt a/p Bilder der Kasuistik 2 (A) Primärröntgen (B) Postoperatives Röntgen (C) „cutting out“ der Klinge (D) Verfahrenswechsel auf eine Hüfttotalendoprothese

E.3 Kasuistik 3

Z.M., 82 Jahre, weiblich

Der Patient kommt zu Hause zu Sturz und erleidet eine 31-A2.1 Fraktur (Vgl. Abb. 13 (A) und Abb. 14 (A)). Primär wird komplikationslos ein PFNA eingebaut. Das postoperative Röntgen zeigt die Klinge in der a/p Ansicht kaudal und in der axialen Ansicht ventral platziert (Vgl. Abb. 13 (B) und Abb. 14 (B)). Der Patient wird aufgrund einer rezidivierenden Schmerzsymptomatik und einer eingeschränkten Beweglichkeit des Hüftgelenks vorstellig. Die durchgeführte Röntgenkontrolle präsentiert eine durch die Schädelkalotte des Femurkopfes durchgeschnittene Klinge (Vgl. Abb. 13 (C) und Abb. 14 (C)). In weiterer Folge wird der PFNA explantiert und durch eine bipolare Kopfendoprothese ersetzt (Vgl. Abb. 13 (D) und Abb. 14 (D)).

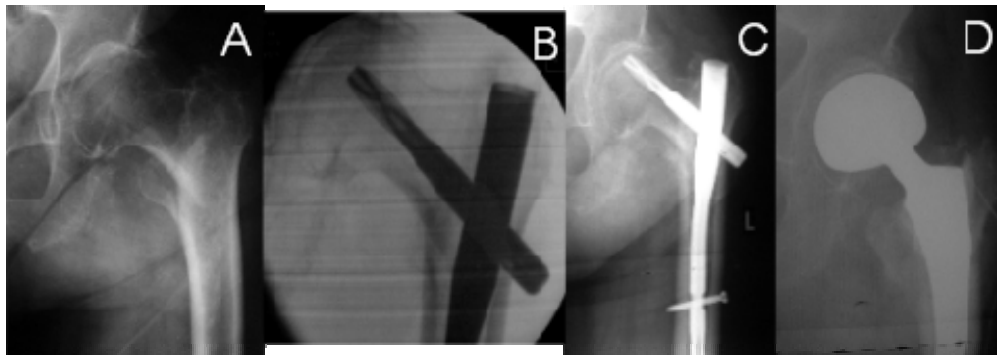


Abb. 13 zeigt Bilder der Kasuistik 3 in a/p Ansicht (A) Primärröntgen (B) 1.postoperatives Röntgen (C) „cutting out“ der Klinge (D) Verfahrenswechsel auf bipolare Kopfendoprothese



Abb. 14 zeigt Bilder der Kasuistik 3 im axialen Strahlengang (A) Primärröntgen (B) intraoperatives Bildwandlerbild (C) Durchschneiden der Klinge (D) Verfahrenswechsel

F Quellen und Verzeichnisse

F.1 Abkürzungen und Begriffe

a/p	anterior/posterior
Abb.	Abbildung
abs.	absolut
ax	axial
BMD	Bone Mineral Density
bzw.	beziehungsweise
CCD Winkel	Centrum Collum Diaphysen Winkel
d.h.	dass heißt
DEXA	Dual Energy X-Ray Absorptiometry
DVT	Deep venous Thrombosis
ESWT	Extrakorporale Stoßwellentherapie
et al.	et alii (und andere [Autoren])
g/cm³	Gramm pro Kubikzentimeter
i.v.	intravenös
Inc.	Incorporated
Max	Maximum
Min	Minimum
mm	Millimeter
Mod. n.	Modifiziert nach
PA	Pennsylvania
PFN	Proximal Femoral Nail
PFNA	Proximal Femoral Nail Antirotoation
rel.	relativ
Tab.	Tabelle
TAD Ind.	Tip Apex Distance Index
TAD n. B.	Tip Apex Distance nach Baumgaertner
TAD	Tip Apex Distance
TFN	Trochanteric Femoral Nail
USA	United States of America
Vgl.	Vergleiche

F.2 Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1 zeigt die AO-Klassifikation trochantärer Frakturen (Mod. n. [16]) .</i>	<i>10</i>
<i>Abb. 2 zeigt den PFNA (aus PFNA – Operationstechnik, Informationsbroschüre des Herstellers, Synthes Inc., Paoli, PA, USA)....</i>	<i>12</i>
<i>Abb. 3 zeigt das helikale Design der PFNA-Klinge (aus PFNA – Operationstechnik, Informationsbroschüre des Herstellers, Synthes Inc., Paoli, PA, USA).....</i>	<i>14</i>
<i>Abb. 4 zeigt den PFNA und den PFNA lang und die möglichen Versorgungsindikationen in blau unterlegt (aus PFNA – Operationstechnik, Informationsbroschüre des Herstellers, Synthes Inc., Paoli, PA, USA)....</i>	<i>14</i>
<i>Abb. 5(A) zeigt den transglutealen Zugang. (B) Zeigt den „point of entry“ von kranial und die Implantationsachse, im Vergleich dazu die gedachte Achse des Markraums strichliert (Mod. aus TFN System, Informationsbroschüre des Herstellers, Synthes Inc., Paoli, PA, USA)....</i>	<i>16</i>
<i>Abb. 6 (A) zeigt schematisch die Methodik der Lagebestimmung des Kraftträgers auf einer a/p Aufnahme (B) und (C) zeigt die Methodik in der Praxis auf einer a/p und einer axialen Aufnahme.....</i>	<i>18</i>
<i>Abb. 7 (A) zeigt schematisch die Methode zur Bestimmung des TAD-Index (B) und (C) zeigen die Methodik in der Praxis auf einer a/p und einer axialen Aufnahme</i>	<i>19</i>
<i>Abb. 8 zeigt die Formel zur Berechnung der TAD nach Baumgaertner (Mod.n. [19]).....</i>	<i>19</i>
<i>Abb. 9 (A) zeigt die schematische Methode nach Baumgaertner zur Bestimmung der TAD (B) und (C) zeigen die Methode in Praxis auf einer a/p und einer axialen Aufnahme</i>	<i>20</i>
<i>Abb. 10 zeigt a/p Bilder der Kasuistik 1 (A) Primärröntgen (B) 1.postoperatives Röntgen (C) Kontrollröntgen am 51.postoperativer Tag (D) 1.postoperatives Röntgen nach Revision.....</i>	<i>36</i>
<i>Abb. 11 zeigt axiale Bilder der Kasuistik 1 (A) Primärröntgen(B) 1.postoperatives Röntgen (C) „cutting out“ (D) axiales Röntgen nach Revision</i>	<i>37</i>

<i>Abb. 12 zeigt a/p Bilder der Kasuistik 2 (A) Primärröntgen (B) Postoperatives Röntgen (C) „cutting out“ der Klinge (D) Verfahrenswechsel auf eine Hüfttotalendoprothese.....</i>	<i>37</i>
<i>Abb. 13 zeigt Bilder der Kasuistik 3 in a/p Ansicht (A) Primärröntgen (B) 1.postoperatives Röntgen (C) „cutting out“ der Klinge (D) Verfahrenswechsel auf bipolare Kopfendoprothese.....</i>	<i>38</i>
<i>Abb. 14 zeigt Bilder der Kasuistik 3 im axialen Strahlengang (A) Primärröntgen (B) intraoperatives Bildwandlerbild (C) Durchschneiden der Klinge (D) Verfahrenwechsel</i>	<i>38</i>

F.3 Diagrammverzeichnis

<i>Diagramm 1 zeigt das Durchschnittsalter nach Geschlecht.....</i>	<i>11</i>
<i>Diagramm 2 zeigt das Seitenverhältnis aufgeteilt nach Geschlecht.....</i>	<i>12</i>
<i>Diagramm 3 zeigt die betroffene Seite aufgeteilt auf die beiden Geschlechter.....</i>	<i>22</i>
<i>Diagramm 4 gibt einen Überblick über die Häufigkeit der Verwendung einzelner Implantatlängen.....</i>	<i>23</i>
<i>Diagramm 5 stellt die beiden Methoden zur Bestimmung der TAD dar ...</i>	<i>28</i>

F.4 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1 zeigt die verschiedenen Indikation des jeweiligen PFNA Implantates</i>	<i>15</i>
<i>Tabelle 2 zeigt die möglichen Ergebnisse der Lagebestimmungen</i>	<i>17</i>
<i>Tabelle 3 zeigt die absolute Zahl der verschiedenen Ursachen des Traumas aufgeteilt nach Geschlecht bzw. den relativen Anteil in Klammer</i>	<i>21</i>
<i>Tabelle 4 listet die Komplikationen und deren Vorkommen auf</i>	<i>24</i>
<i>Tabelle 5 zeigt die aufgetretene Komplikation und das weitere Vorgehen</i>	<i>25</i>
<i>Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der Lagebestimmung des Kraftträgers im Femurkopf und Messung der TAD nach unserer Technik (Ind.) und der Methode nach Baumgaertner (n.B.)</i>	<i>26</i>
<i>Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse der Messungen des TAD-Index und der TAD nach Baumgaertner</i>	<i>27</i>

F.5 Literaturverzeichnis

- [1] STATISTIK AUSTRIA (2007) Vorausberechnete Bevölkerungsstruktur für Österreich 2006-2075 laut Hauptszenario. *Bevölkerungsprognose 2007*.
- [2] STATISTIK AUSTRIA (2007) Bevölkerung 1951 bis 2001 nach demographischen Merkmalen. *Volkszählungen 1951 bis 2001*.
- [3] MOCKWITZ, J. & ERNST, S. (2001) Operative Versorgung per- und subtrochantärer Femurfrakturen. Gammanagel oder dynamische Hüftschraube? *Osteosynthese International*, 9, 211-215.
- [4] BONJOUR, J. P., BURCKHARDT, P., DAMBACHER, M., KRAENZLIN, M. E. & WIMPFHEIMER, C. (1997) Epidemiology of osteoporosis. *Schweiz Med Wochenschr*, 127, 659-67.
- [5] KOECK, C. M., SCHWAPPACH, D. L., NIEMANN, F. M., STRASSMANN, T. J., EBNER, H. & KLAUSHOFER, K. (2001) Incidence and costs of osteoporosis-associated hip fractures in Austria. *Wien Klin Wochenschr*, 113, 371-7.
- [6] GULLBERG, B., JOHNELL, O. & KANIS, J. A. (1997) World-wide projections for hip fracture. *Osteoporos Int*, 7, 407-13.
- [7] BONNAIRE, F., ZENKER, H., LILL, C., WEBER, A. T. & LINKE, B. (2005) Treatment strategies for proximal femur fractures in osteoporotic patients. *Osteoporos Int*, 16 Suppl 2, 93-102.
- [8] BONNAIRE, F., WEBER, A., BÖSL, O., ECKHARDT, C., SCHWIEGER, K. & LINKE, B. (2007) "Cutting out" in pertrochanteric fractures - problem of osteoporosis? *Unfallchirurg*, 110, 425-32.

- [9] BOLDIN, C., SEIBERT, F. J., FANKHAUSER, F., PEICHA, G., GRECHENIG, W. & SZYSZKOWITZ, R. (2003) The proximal femoral nail (PFN) - a minimal invasive treatment of unstable proximal femoral fractures: a prospective study of 55 patients with a follow-up of 15 months. *Acta Orthop Scand*, 74, 53-8.
- [10] AHRENGART, L., TORNKVIST, H., FORNANDER, P., THORNGREN, K. G., PASANEN, L., WAHLSTROM, P., HONKONEN, S. & LINDGREN, U. (2002) A randomized study of the compression hip screw and Gamma nail in 426 fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 209-22.
- [11] BRAMMAR, T. J., KENDREW, J., KHAN, R. J. & PARKER, M. J. (2005) Reverse obliquity and transverse fractures of the trochanteric region of the femur; a review of 101 cases. *Injury*, 36, 851-7.
- [12] HERRERA, A., DOMINGO, L. J., CALVO, A., MARTINEZ, A. & CUENCA, J. (2002) A comparative study of trochanteric fractures treated with the Gamma nail or the proximal femoral nail. *Int Orthop*, 26, 365-9.
- [13] HOHENDORFF, B., MEYER, P., MENEZES, D., MEIER, L. & ELKE, R. (2005) Treatment results and complications after PFN osteosynthesis. *Unfallchirurg*, 108, 938, 940, 941-6 passim.
- [14] WERNER-TUTSCHKU, W., LAJTAI, G., SCHMIEDHUBER, G., LANG, T., PIRKL, C. & ORTHNER, E. (2002) [Intra- and perioperative complications in the stabilization of per- and subtrochanteric femoral fractures by means of PFN]. *Unfallchirurg*, 105, 881-5.
- [15] MÜLLER, M., NAZARIAN, S. & KOCH, P. (1987) Classification AO des fractures: les os longs, Berlin Heidelberg New York, Springer-Verlag.

- [16] DAVID, A., VON DER HEYDE, D. & POMMER, A. (2000) [Therapeutic possibilities in trochanteric fractures. Safe--fast--stable]. *Orthopäde*, 29, 294-301.
- [17] PARKER, M. J. & PRYOR, G. A. (1992) The timing of surgery for proximal femoral fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 74, 203-5.
- [18] BERGQVIST, D., EFSING, H. O., HALLBOOK, T. & HEDLUND, T. (1979) Thromboembolism after elective and post-traumatic hip surgery--a controlled prophylactic trial with dextran 70 and low-dose heparin. *Acta Chir Scand*, 145, 213-8.
- [19] BAUMGAERTNER, M. R., CURTIN, S. L., LINDSKOG, D. M. & KEGGI, J. M. (1995) The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Am*, 77, 1058-64.
- [20] STÜRMER, K. & DRESING, K. (1995) Pertrochantäre Frakturen. *Zentralbl Chir*, 120, 206.
- [21] KAUFER, H. (1980) Mechanics of the treatment of hip injuries. *Clin Orthop Relat Res*, 53-61.
- [22] SINGH, M., NAGRATH, A. R. & MAINI, P. S. (1970) Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis. *J Bone Joint Surg Am*, 52, 457-67.
- [23] DAVIS, T. R., SHER, J. L., HORSMAN, A., SIMPSON, M., PORTER, B. B. & CHECKETTS, R. G. (1990) Intertrochanteric femoral fractures. Mechanical failure after internal fixation. *J Bone Joint Surg Br*, 72, 26-31.
- [24] KOOT, V. C., KESSELAER, S. M., CLEVERS, G. J., DE HOOGE, P., WEITS, T. & VAN DER WERKEN, C. (1996) Evaluation of the

- Singh index for measuring osteoporosis. *J Bone Joint Surg Br*, 78, 831-4.
- [25] PERVEZ, H., PARKER, M. J. & VOWLER, S. (2004) Prediction of fixation failure after sliding hip screw fixation. *Injury*, 35, 994-8.
- [26] KUMAR, A. J., PARMAR, V. N., KOLPATTIL, S., HUMAD, S., WILLIAMS, S. C. & HARPER, W. M. (2007) Significance of hip rotation on measurement of 'Tip Apex Distance' during fixation of extracapsular proximal femoral fractures. *Injury*, 38, 792-6.
- [27] SOMMERS, M. B., ROTH, C., HALL, H., KAM, B. C. C., EHMKE, L. W., KRIEG, J. C., MADEY, S. M. & BOTTLANG, M. (2004) A laboratory model to evaluate cutout resistance of implants for pertrochanteric fracture fixation. *J Orthop Trauma*, 18, 361-8.
- [28] FRIEDL, W. & CLAUSEN, J. (2001) Experimental examination for optimized stabilisation of trochanteric femur fractures, intra- or extramedullary implant localisation and influence of femur neck component profile on cut-out risk. *Chirurg*, 72, 1344-52.
- [29] SAUDAN, M., LÜBBEKE, A., SADOWSKI, C., RIAND, N., STERN, R. & HOFFMEYER, P. (2002) Pertrochanteric fractures: is there an advantage to an intramedullary nail?: a randomized, prospective study of 206 patients comparing the dynamic hip screw and proximal femoral nail. *J Orthop Trauma*, 16, 386-93.
- [30] WEISE, K. & SCHWAB, E. (2001) Stabilization in treatment of per- and subtrochanteric fractures of the proximal femur. *Chirurg*, 72, 1277-82.
- [31] LENICH, A., MAYR, E., RÜTER, A., MÖCKL, C. & FÜCHTMEIER, B. (2006) First results with the trochanter fixation nail (TFN): a report on 120 cases. *Arch Orthop Trauma Surg*, 126, 706-12.

- [32] CLEVELAND, M., BOSWORTH, D. M., THOMPSON, F. R., WILSON, H. J. & ISHIZUKA, T. (1959) A ten-year analysis of intertrochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am*, 41-A, 1399-408.
- [33] STRAUSS, E., FRANK, J., LEE, J., KUMMER, F. J. & TEJWANI, N. (2006) Helical blade versus sliding hip screw for treatment of unstable intertrochanteric hip fractures: a biomechanical evaluation. *Injury*, 37, 984-9.
- [34] KAWAGUCHI, S., SAWADA, K. & NABETA, Y. (1998) Cutting-out of the lag screw after internal fixation with the Asiatic gamma nail. *Injury*, 29, 47-53.
- [35] GUNDLE, R., GARGAN, M. F. & SIMPSON, A. H. (1995) How to minimize failures of fixation of unstable intertrochanteric fractures. *Injury*, 26, 611-4.
- [36] PARKER, M. J. (1992) Cutting-out of the dynamic hip screw related to its position. *J Bone Joint Surg Br*, 74, 625.
- [37] ARAND, M., SCHEMPF, M., KINZL, L., FLEITER, T., PLESS, D. & GEBHARD, F. (2001) Precision in standardized Iso-C-Arm based navigated boring of the proximal femur. *Unfallchirurg*, 104, 1150-6.
- [38] HÜFNER, T., KFURI, M., KENDOFF, D., RICHTER, M., GEERLING, J. & KRETTEK, C. (2003) Navigated osteosynthesis of the proximal femur. An experimental study. *Unfallchirurg*, 106, 975-9.

G Anhang

G.1 Interessenskonflikt

Es besteht kein Interessenskonflikt. Der Verfasser versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in der vorliegenden Arbeit genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

G.2 Danksagungen

Ich möchte mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Franz Josef Seibert für die Betreuung meiner Diplomarbeit bedanken. Durch seine kritischen Betrachtungen wurde ich immer wieder zu neuen Denkweisen angeregt.

Ein Dank gilt auch Herrn OA Hans Gunther Clement, der mir einen Teil der Basisdaten lieferte und mir in interessanten Gesprächen die Problematik der vorliegenden Arbeit immer wieder verdeutlichen konnte.

Stellvertretend für die ganze Belegschaft der Universitätsklinik für Unfallchirurgie möchte ich mich bei Herrn Prof. Seggl für die Benutzung der Räumlichkeiten der Unfallchirurgischen Abteilung bedanken.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meiner Familie, meinen Verwandten, Freunden und Bekannten für die jahrelange Unterstützung bedanken.

Ein besonderer Dank gilt jedoch meinen Eltern und meinen beiden Brüdern Christoph und Reinhard, die mich in den letzten Jahren in einer der wichtigsten Phasen meines Lebens begleitet haben und des Öfteren meine Launen ertragen mussten. Die Wertschätzung der jahrelangen, nicht nur in finanzieller Hinsicht gemeinten, Unterstützung kann man wohl kaum in Worte fassen.

*„Leider lässt sich eine wahrhafte Dankbarkeit mit
Worten nicht ausdrücken.“*

Johann Wolfgang von Goethe (1749 - 1832)

G.3 Curriculum vitae

- **Persönliche Daten**

Name: Siegfried KORNBERGER
Anschrift: A-8974 Mandling Warterdorf 154
Telefon: 0043 650 5820511
E-Mail: siegfried.kornberger@gmx.at
Geburtsdatum: 05.11.1982
Geburtsort: Radstadt
Staatsangehörigkeit: Österreich
Familienstand: ledig



- **Schulbildung**

09/89 – 07/93 Volksschule in Pichl/Enns
09/93 – 07/97 Erzherzog - Johann Hauptschule II in Schladming
09/97 – 07/01 Pierre de Coubertin BORG in Radstadt
Reifeprüfung am 07.06.2001

- **Grundwehrdienst**

09/01 – 05/02 Heeresfernmelderegiment St.Johann/Pongau

- **Universitäre Ausbildung**

10/02 – 09/08 Studium der Humanmedizin an der Karl – Franzens – Universität Graz (ab 01/04 Medizinische Universität Graz)

12/07 – 08/08 Praktisches Jahr (3.Studienabschnitt):

- 10 Wochen an der Universitätsklinik für Unfallchirurgie am LKH Graz
- 5 Wochen an der Fachabteilung für Pädiatrische Hämato-Onkologie LKH Graz
- 5 Wochen Allgemeinmedizinfamulatur (Frau Dr. Sulzbacher, Schladming)
- 6 Wochen an der Medizinischen Klinik und Poliklinik I - Großhadern in München

- **Spezielle Studienmodule**

- Klinisch – topographische Anatomie der Extremitäten (Ao. Univ. Prof. Dr. Reinhold REIMANN)
- Klinisch – topographische Anatomie der Eingeweide (Univ. Prof. Dr. Friedrich ANDERHUBER)
- Notfallmedizin (Ass. Prof. Dr. Berthold PETUTSCHNIGG)
- Chirurgische Operationslehre (Ao. Univ. Prof. Dr. Florian IBERER)
- Case – Based Learning in Klinik und Praxis (Rektor Univ. Prof. Dr. Josef SMOLLE)

- **Famulaturen**

Im Ausmaß von 28 Wochen an folgenden Abteilungen:

- Abteilung für Innere Medizin Diakonissen Krankenhaus Schladming (Ärztl. Leiter Prim. Dr. Harald SIMADER)
- Department für Unfallchirurgie Diakonissen Krankenhaus Schladming (OA Dr. Christian KAULFERSCH)
- Fachabteilung für Orthopädie und orthopädische Chirurgie am Allgemeinen und Orthopädischen Landeskrankenhaus Stolzalpe (Univ. Prof. Dr. Reinhard GRAF)
- Abteilung für Orthopädie und orthopädische Chirurgie Kardinal Schwarzenbergsches Krankenhaus Schwarzach (Prim . Dr. Manfred HÖFLEHNER)
- Orthopädische Abteilung Klinikum Mostviertel Amstetten (Ärztl. Direktor Prim. Dr. Christian MEZNIK)

- **Besondere Kenntnisse und Interessen:**

- Englisch in Wort und Schrift
- EDV: Microsoft Word, Microsoft Excel
- Interessen: Schifahren, Fußball, Musik