

Abteilung für Unfallchirurgie und Orthopädie
Amperkliniken Dachau
(Leiter: apl. Prof. Dr. H. - M. A. Scherer)

Die kopferhaltende Versorgung der Schenkelhalsfraktur des Erwachsenen- eine Metaanalyse

Martin Pitzl

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ. Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. H. - M. A. Scherer

2. Univ. – Prof. Dr. H. Bartels

Die Dissertation wurde am 30.03.06 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die Fakultät für Medizin am 18.04.07 angenommen.

Widmung

Meinen Eltern und Simone

Danksagung:

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. M. A. Scherer für die Bereitstellung dieses Themas, die kompetente Betreuung und die permanente Unterstützung bei der Durchführung der vorliegenden Dissertation.

Inhaltsverzeichnis:

<u>1</u>	<u>Einleitung</u>	6
<u>1.1</u>	<u>Anatomie des Hüftgelenkes</u>	6
1.1.1	Allgemeines	6
1.1.2	Biomechanik	10
<u>1.2</u>	<u>Die mediale Schenkelhalsfraktur</u>	11
1.2.1	Allgemeines	11
1.2.2	Überblick über die Versorgung der Schenkelhalsfraktur mittels Schrauben/Nägeln	12
1.2.3	Historie	12
1.2.4	Klinik und Diagnostik	13
<u>1.3</u>	<u>Die arterielle Versorgung des Femurkopfes</u>	14
<u>1.4</u>	<u>Einteilung der Schenkelhalsbrüche</u>	16
<u>1.5</u>	<u>Die Reposition</u>	19
<u>1.6</u>	<u>Zeitpunkt der Operation</u>	22
<u>1.7</u>	<u>Implantatlage</u>	23
<u>1.8</u>	<u>Postoperative Mobilisation</u>	25
<u>2</u>	<u>Fragestellung</u>	26
<u>3</u>	<u>Material und Methodik</u>	27
<u>3.1</u>	<u>Literaturrecherche</u>	27
3.1.1	Strategie	28
<u>3.2</u>	<u>Methodische Qualität</u>	29
<u>3.3</u>	<u>Datenerfassung</u>	31
<u>3.4</u>	<u>Beschreibung der Studien</u>	32
<u>3.5</u>	<u>Implantatarten</u>	43
<u>4</u>	<u>Ergebnisse</u>	52
<u>4.1</u>	<u>Frühe Redislokation</u>	53
<u>4.2</u>	<u>Femurkopfnekrose</u>	53
<u>4.3</u>	<u>Infektion</u>	54
<u>4.4</u>	<u>Pseudarthrose</u>	54
<u>4.5</u>	<u>Pseudarthrose inkl. frühe Redislokation</u>	55
<u>4.6</u>	<u>Implantatpenetration</u>	55
<u>4.7</u>	<u>Gesamtkomplikation</u>	55
<u>4.8</u>	<u>Reoperation</u>	61
<u>5</u>	<u>Diskussion</u>	62
<u>6</u>	<u>Zusammenfassung</u>	68
<u>7</u>	<u>Anhang</u>	69
<u>8</u>	<u>Literaturverzeichnis</u>	107

Abkürzungsverzeichnis:

a.p.	anterior posterior
Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
Def.	Definition
DHS	dynamische Hüftschraube
evt.	eventuell
inkl.	inklusive
Kap.	Kapitel
ml.	Milliliter
SHF	Schenkelhalsfraktur
Tab.	Tabelle
v.a.	vor allem
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Die optimale Versorgung der medialen Schenkelhalsfraktur ist bis heute nicht abschließend geklärt. Neben der im deutschsprachigen Raum bevorzugten endoprothetischen Versorgung wird viel über kopferhaltende Maßnahmen diskutiert. Besonders problematisch sind jedoch die hohe Zahl von Komplikationen, die mit der kopferhaltenden Operationsmethode behaftet sind. Neben der Frühkomplikation des Implantatversagens stellen sowohl die ausbleibende knöcherne Heilung als auch die Hüftkopfnekrose die derzeitigen Hauptkomplikationen dar. Maßgeblich für eine erfolgreiche Behandlung sind der Frakturtyp (disloziert / nicht disloziert), der Operationszeitpunkt (Notfallindikation), das Repositionsergebnis und die Implantatlage. Zusätzlich spielen therapeutische Maßnahmen wie Entlastung des Frakturhämatoms, Repositionstechnik, chirurgische Osteosynthesetechniken, Wahl des Implantates und Patienten bezogene Faktoren (Alter, Begleiterkrankungen, Compliance) eine Rolle für den Erfolg der kopferhaltenden, operativen Behandlung der Schenkelhalsfraktur. Lange Zeit wurde aus diesem Grund die Schenkelhalsfraktur als „ungelöste Fraktur“ oder sogar als „unlösbare Fraktur“ bezeichnet (Zuckerman 1982, S. 85).

Die Wahl des optimalen Implantates für die Versorgung der kopferhaltenden medialen Schenkelhalsfraktur konnte bisher nicht eindeutig geklärt werden. Diese Studie gibt im Rahmen einer Metaanalyse einen Überblick über die Osteosynthese der medialen Schenkelhalsfraktur mittels Schrauben/Nägeln und vergleicht Komplikationsraten einzelner Implantate.

1.1 Anatomie des Hüftgelenkes

1.1.1 Allgemeines

Das Hüftgelenk (*articulatio coxae*) wird aus dem Femurkopf (*caput femoris*) und der Hüftgelenkspfanne (*acetabulum*) gebildet. Bei dem größten Gelenk des menschlichen Körpers umschließt die Gelenkpfanne fast den gesamten Hüftkopf. Deshalb wird es als eigentliches Kugelgelenk auch als Nussgelenk bezeichnet. Es kann um drei Achsen in Flexion/Extension, Abduktion/Adduktion und Innenrotation/Außenrotation bewegt werden.

Das proximale Femurende wird in vier Regionen aufgeteilt: In Femurkopf, Femurhals, pertrochantäre und subtrochantäre Region. (Abb. 1)

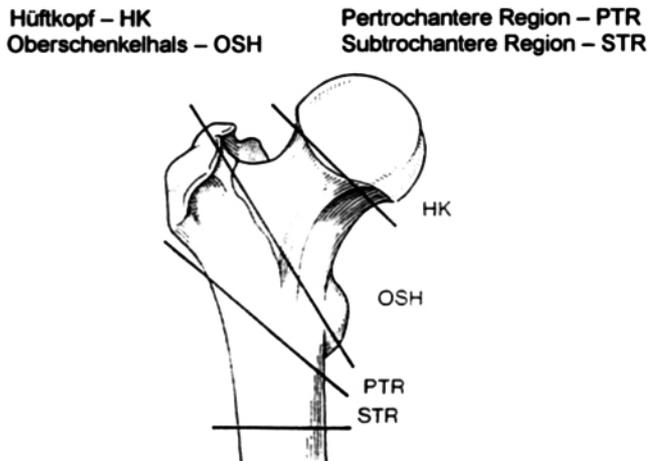


Abbildung 1: Einteilung proximales Femurende, Beck 1998, S.635

Das acetabulum, die Hüftpfanne, wird aus dem os ilium, dem os pubis und dem os ischii gebildet. In der daraus entstehende Halbkugel lässt sich die facies lunata, die mit hyalinem Knorpel beschichtet ist, von der fossa acetabuli, die mit Fettgewebe ausgepolstert ist, unterscheiden. Kaudal zum foramen obturatum liegt das faserknorpelüberzogene labrum acetabulare am freien Rand des acetabulum. Als Kontaktflächen des Gelenkes tritt die mit hyalinem Knorpel überzogene facies lunata dem Femurkopf gegenüber, der ebenfalls bis auf die fovea capitis femoris mit hyalinem Knorpel überzogen ist. (Abb.2.)

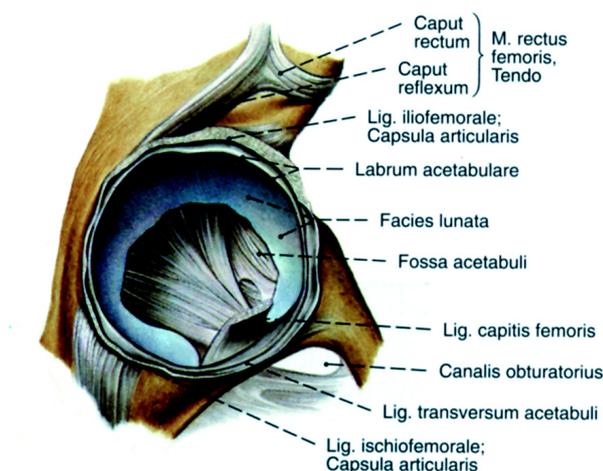


Abbildung 2: Anatomie acetabulum, Putz 1993, S.278

Die Gelenkkapsel hat ihren Ursprung am Pfannenrand, dem ligamentum transversum acetabuli und der Außenseite des labrums acetabulare. Sie inseriert ventral entlang der linea

intertrochanterica, dorsal zwischen mittlerem und äußerem Drittel des Femurhalses. Insofern liegt der komplette ventrale Teil des Schenkelhalses intraartikulär und nur der dorso-laterale Teil extraartikulär. Die mediale Schenkelhalsfrakturen liegen darausfolgend immer intraartikulär, die laterale teils intra-, teils extraartikulär. Diese Einteilung ist wichtig, da:

1. Die intrakapsulären Teile des Schenkelhalses kein eigentliches Periost aufweisen. Sie sind lediglich mit einem synoviaähnlichem Überzug umgeben, sodass prinzipiell keine periostale Knochenbruchheilung möglich ist, und diese endostal erfolgen muss.
2. Die Gefäßversorgung des Kopffragments erfolgt bis auf kleine, inkonstante Areale ausschließlich von distal (metaphysär).
3. Die Möglichkeit das kleine Kopffragment mechanisch ausreichend zu stabilisieren, sind in Abhängigkeit der Knochenqualität und der Bruchform deutlich ungünstiger.
(Kutscha-Lissberg 2001, S. 1255)

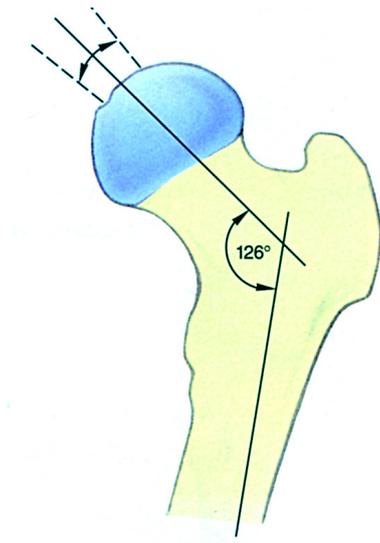


Abbildung 3: CCD-Winkel, Putz 1993, S.275

Aus dem Zentrum der fossa acetabuli zieht das ligamentum teres capitis mit einer Arterie zum caput femoris durch die fovea capitis femoris.

Der Winkel aus Femurkopf, Femurhals, und Femurschaft wird als CCD-Winkel (Caput-collum-diaphysen-Winkel) angegeben. Er beträgt physiologisch beim Neugeborenen ca. 150°, beim Erwachsenen ca. 125°-130°, beim Greis ca. 120° (Abb. 3). Es tritt also mit fortschreitendem Lebensalter eine Varisierung des Schenkelhalses ein. Das erhöht die Biegebeanspruchung des Femurhalses und verschlechtert die biomechanische Situation. Zusätzlich ist die Condylenachsebene bei der Sicht von kranial nach kaudal beim

Erwachsenen um ca. 14° antetorquiert. Beim Kleinkind beträgt der Antetorsionswinkel ca. 30°. (Abb. 4)

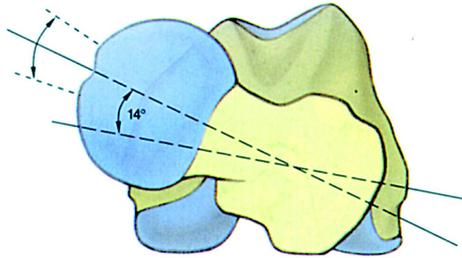


Abbildung 4: Antetorsionswinkel, Putz 1993, S.276

Diese Winkel entstehen aus einem Entwicklungsprozess zur Optimierung des Kompromisses von Druckbelastung im Hüftgelenk und Biegebeanspruchung des koxalen Femurendes. Bei Betrachtung der mechanisch tragenden Achse, die durch die Zentren des Hüft-, Knie-, und Sprunggelenkes läuft, wird die medial gelegene Achse des Schenkelhalses deutlich. Durch die Kraftübertragung entstehen im proximalen Femurende sogenannte Zug- und Drucktrabekel. Diese kann man in ein laterales und mediales Bündel unterteilen, die sich im Femurkopf und Femurhalsbereich kreuzen. Am medialen, kaudalen Schenkelhalsrand, dem Adamschen Bogen, sind diese Trabekel verdichtet und bilden dorsomedial den calcar femorale zur erhöhten Bruchfestigkeit und Stabilisierung des Schenkelhalses (Abb.5).

- Hauptsystem: 1 – Laterales Zugbündel
 2 – Mediales Druckbündel
- Nebensystem: 3 – Trabekel der medialen Kortikalis entspringend
 4 – Trabekel parallel verlaufend zum Trochanter major
- Ab – Adamscher Bogen

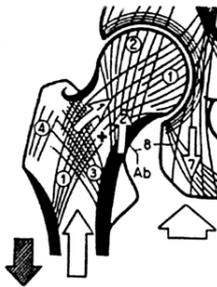
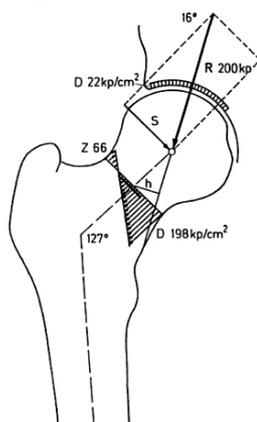


Abbildung 5: Trabekelstruktur, Kapandij 1985, S. 21

1.1.2 Biomechanik

Der Femurkopf wird fast ausschließlich durch Druckbelastung beansprucht. Dies wird im Liegen vor allem durch Muskelkräfte realisiert, im Stehen und bei Fortbewegung addieren sich statische und dynamische Kräfte. Diese Belastung reicht von 1/3 Körpergewicht in der Zweibeinstandphase bis zum 4,5fachen Körpergewicht in der Einbeinstandphase, dessen Belastungsvektor 16° zur Vertikalen von medial (Hüftresultierende) verläuft (Abb.6).



Mechanische Belastung des Hüftgelenkes mit Oberschenkelkopf und -hals: Die Hüftgelenksresultierende (R) wirkt beim Einbeinstand 16° abweichend von der Vertikalen von medial in Richtung Kopfzentrum. Ihre Richtung stimmt weitgehend mit der Antetorsion des Schenkelhals überein. In der Hauptbelastungszone wirkt sie senkrecht auf die Gelenkoberfläche des Femurkopfes im lateralen Quadranten. Durch die Abweichung von der Schenkelhalsachse resultieren Hebelwirkungen (h), welche dazu führen, daß medialseitig eine Druckbelastung und lateral-kranial eine Zugbelastung des Schenkelhalses in dieser Position resultiert. R setzt sich zusammen aus reinen Druckkräften im Verlauf des Schenkelhalses und Scherkräften, welche senkrecht dazu wirksam werden.

Abbildung 6: Mechanische Belastung des Hüftgelenkes, Bonnaire 1993, S.49

Die Hauptbelastung erfolgt von kranial mit einer geringen medialen Komponente in der Frontalebene. Überraschend ist die Erkenntnis, dass bei vollständiger Entlastung des Beins unter Gehstöcken noch 90% des Körpergewichtes auf die Hüfte resultieren. Bei normalem Gehen wurden bis zum 2,2fachen Körpergewicht, bei physiotherapeutischen Übungen durch Muskelkontraktion sogar bis zum 3fachen Körpergewicht durch Anheben des Beckens gefunden. Da keine Muskeln am Schenkelhals ansetzen, resultieren an diesem die gleichen Kräfte. Erst am trochanter major tritt eine Belastungsänderung durch Muskelzug ein. Da die Hüftresultierende von der Schenkelhalsachse abweicht, entstehen am Schenkelhals medioinferiore Druckkräfte und schwächere laterosuperiore Zugkräfte. Der Druckfluss von acetabulum auf den Femurkopf spiegelt sich in der Trabekelstruktur wider (Abb.5). (Bonnaire 1993, S. 48)

1.2 Die mediale Schenkelhalsfraktur

1.2.1 Allgemeines

Die mediale Schenkelhalsfraktur ist eine der häufigsten Frakturen des betagten Menschen. In Deutschland wird sie mit einer Inzidenz bei über 80 jährigen mit 600-900/100000 Einwohner pro Jahr angegeben. In den nächsten 60 Jahren wird aufgrund zunehmender Lebenserwartung und steigenden Anteils alter Menschen eine Vervierfachung der Inzidenz erwartet. (Galla 2004, S. 381). Aufgrund der oft vorhandenen Multimorbidität des betagten Menschen muss die Wahl der Therapie genau auf den jeweiligen Patienten abgestimmt werden. (Bosch 2001, S. 1292).

Die Schenkelhalsfraktur wird als Fraktur des collum femoris mit Hauptfrakturlinie zwischen der Knorpelknochengrenze (proximale Begrenzung) und dem Ansatz der Gelenkkapsel (distale Begrenzung) definiert. (Kutscha-Lissberg 2001, S. 1254)

Die Häufung der Schenkelhalsfraktur im Alter liegt vor allem an der abnehmenden Härte und Dichte der Spongiosa. Deshalb ist bei der Behandlung von Oberschenkelhalsbrüchen das Alter des Patienten (biologisch und kalendarisch) zu berücksichtigen.

Das Behandlungsziel beim jungen Menschen liegt vor allem in der Erhaltung des Gelenkes und der Gelenkfunktion. Beim alten Menschen dagegen steht das Wiedererlangen der Mobilität im Vordergrund, das vor allem durch die Wiederherstellung eines belastungsfähigen coxalen Femurendes erreicht wird. In der Mehrzahl der Fälle wird deshalb der betagte Mensch mit Oberschenkelhalsfraktur endoprothetisch versorgt (Bosch 2001, S. 1292).

Immer häufiger, vor allem im skandinavischen Raum, wird auch die Schenkelhalsfraktur des älteren Menschen mit kopferhaltenden Maßnahmen behandelt. Die Vorteile der kopferhaltenden Therapie liegen vor allem in der weitaus geringeren operativen Belastung und der Kostenreduktion im Vergleich zur endoprothetischen Versorgung.

Hauptkomplikationen der kopferhaltenden Maßnahmen sind die Schenkelhalspseudarthrose und die Femurkopfnekrose. Erstere konnte in letzten Jahren immer häufiger vermieden werden. Erste Studien mit größeren Fallzahlen ohne Pseudarthrose wurden Mitte der 70er Jahre publiziert und gingen auf den verstärkten Einsatz der Schraubenosteosynthese zurück. (Bonnaire 1993, S. 45)

1.2.2 Überblick über die Versorgung der Schenkelhalsfraktur mittels Schrauben/Nägeln

Wenn man grundsätzlich die Einteilung der Oberschenkelhalsfraktur auf disloziert bzw. nicht disloziert beschränkt, ist es allgemein üblich, erstere in jedem Fall, letztere meistens operativ zu versorgen. Fraglich bleibt aber immer noch das Wann und Wie.

Bei nichtdislozierten Brüchen wird meistens die Schraubenversorgung vorgenommen, um sekundäre Dislokationen zu vermeiden. Wie oben beschrieben hängt die Wahl, ob kopferhaltend operiert wird oder nicht, von mehreren Faktoren ab. Darunter zählt das Alter des Patienten, die Vorschädigung des Hüftkopfes, der Allgemeinzustand des Patienten und dessen Nebenerkrankungen. Wenn man sich zur kopferhaltenden Methode entschieden hat, sollte dies als Notfall betrachtet werden und innerhalb der 6 Stunden Grenze durchgeführt werden. (Kutscha-Lissberg 2001, S. 1253)

Als Implantatwahl stehen verschiedene Pins, Schrauben, Nägel, Laschen, Kompressionsschrauben und Winkelplatten zur Verfügung.

1.2.3 Historie

(Zuckerman 1982, S.86-88; Bonnaire 1993, S. 50)

1823: Sir Astley Cooper beschreibt die Differenzierung von intra-, und extrakapsulären Hüftfrakturen.

1859: Gross beschreibt, dass die Notwendigkeit für die Knochenbruchheilung die unverschobene Lage der Fragmente ist.

1860: Von Langenbeck versorgt als erster die Femurhalsfraktur nach offener Reposition kopferhaltend mittels eines Silberstifts. Der Patient starb postoperativ an einer Sepsis.

1875 beschreibt König eine ähnliche Technik unter aseptischen Bedingungen. Es resultierte eine erfolgreiche knöcherne Heilung.

1879 berichtet Nicolaysen über eine Stahlspitze, die er subkutan in den Femurkopf einbringt.

1900: Davis, 1902 Murphy und 1907 DaCosta benutzen einfache Holzschrauben zur Versorgung der frischen Femurhalsfraktur.

1895: Entdeckung der Röntgenstrahlen und damit Erleichterung von Diagnostik und Therapie.

1913: Einführung eines Dreilamellennagels durch Smith-Peterson, der als intraartikuläre Nagelung der Schenkelhalsfraktur diente. Durch Eröffnen der Gelenkkapsel und Darstellung der Fraktur wurde eine geringere Traumatisierung des Knochens erreicht und operative Verfahren der Schenkelhalsfrakturversorgung gewannen an Bedeutung.

1934: Moore versucht die Osteosynthese mittels mehreren starren Nägeln.

1936: Knowels benutzt mehrere Gewindeschrauben.

1942: Putti beschreibt als erster das Behandlungsregime der Schraubenosteosynthese.

1974: Tronzo beschreibt 74 verschiedene Implantate zur Versorgung der Schenkelhalsfraktur mittels Schrauben/Nägeln.

Mitte der 80er Jahre waren sogar schon über 100 Implantate zur Versorgung der medialen Schenkelhalsfraktur verfügbar. (Kutscha-Lissberg 2001, S. 1254).

Bis heute ist nicht eindeutig geklärt, welches Implantat die optimale Versorgung der medialen Femurhalsfraktur gewährleistet.

1.2.4 Klinik und Diagnostik

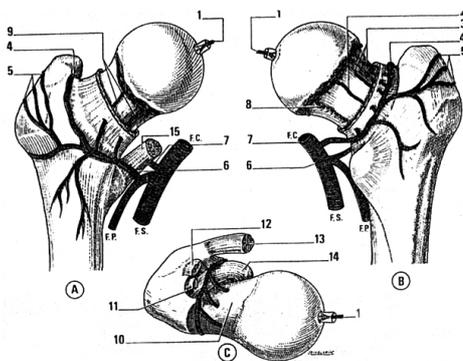
Frakturen des coxalen Femurendes kann man oft durch Blickdiagnose erkennen oder zumindest vermuten. Das betroffene Bein ist aufgrund der am trochanter major ansetzenden Muskeln (Mm. glutei und die kleinen Außenrotatoren) verkürzt und außenrotiert. In der Hüftregion werden starke Schmerzen verspürt und eine Bewegung im Hüftgelenk ist meist nicht möglich. Eventuell findet sich auch ein Hämatom im Weichteilmantel der Hüftregion. Nach der notfallmäßigen Einweisung sollte in der Klinik immer eine konventionelle tief eingestellte Beckenübersichtsaufnahme im antero-posterioren Strahlengang und eine axiale Aufnahme der betroffenen Hüfte angefertigt werden. Insbesondere die axiale Aufnahme ist von Bedeutung, um das Ausmaß einer evt. dorsalen Abkipfung beurteilen zu können. Dadurch kann der Grossteil der Frakturen exakt diagnostiziert und klassifiziert und die adäquate Versorgung entsprechend eingeleitet werden. Zum Nachweis eines intrakapsulären Hämatoms können Sonographien durchgeführt werden. In speziellen Fällen können weitere bildgebende Maßnahmen wie Tomographien, Computertomographien, Magnetresonanztomographien, Knochenszintigraphien erforderlich werden (Beck 1998, S. 641).

1.3 Die arterielle Versorgung des Femurkopfes

Die Hauptkomplikation bei der kopferhaltenden Versorgung des Oberschenkelhalsbruchs ist derzeit die immer noch relativ hohe Rate an auftretenden aseptischen Hüftkopfnekrosen. Die Ursache liegt an der komplexen arteriellen Versorgung des Oberschenkelkopfes, die entweder durch Ruptur einiger Gefäße oder durch einen erhöhten intrakapsulären Druck unterbrochen wird. Deshalb wird von einigen Autoren empfohlen bei der kopferhaltenden Methode in jedem Fall die Kapsel zu eröffnen, oder wenn die zeitgemäße Versorgung nicht möglich ist, zumindest das intrakapsuläre Hämatom zu aspirieren, um so eine Druckentlastung und somit wieder eine arterielle Versorgung des Kopfes zu gewährleisten (Bonnaire 2002, S. 33; Harper 1991, S. 73; Strömquist 1988, S. 192).

Der Femurkopf wird physiologisch von drei Gefäßen versorgt.

1. Aus der A. ligamenti capitis femoris zu 1/5
2. Aus der A. circumflexa femoris medialis und
3. Aus der A. circumflexa femoris lateralis (aus der A. femoris profunda) werden die restlichen 4/5 übernommen (Abb.7).



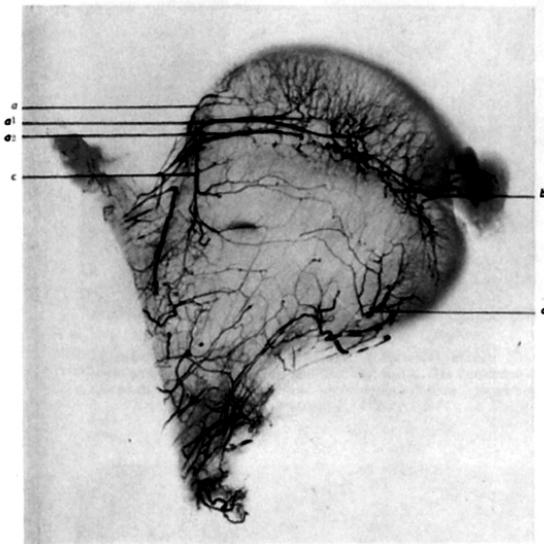
Gefäßversorgung am Schenkelhals von ventral (A), dorsal (B) und kranial (C) betrachtet
 1 Lig. capitis femoris mit R. acetabularis aus der A. obturatoria, 2 dorsales Epiphysengefäß, 3 laterale Epiphysengefäße, 4 A. circumflexa femoris medialis und lateralis (Anastomosierung), 5 Trochantergefäße aus den Aa. circumflexae, 6 A. Circumflexa femoris medialis, 7 A. circumflexa femoris lateralis, 8 dorsomediales Epiphysengefäß, 9 ventrale Epiphysengefäße, 10 Schenkelhals, 11 Sehne des Mm. gemelli und obturatorius internus, 12 Sehne des M. piriformis, 13 Sehne des M. quadratus femoris, 14 Sehne des M. obturatorius externus, 15 Sehne des M. psoas

Abbildung 7: Gefäßversorgung am Schenkelhals, Bonnaire 1993, S.47

An der Basis des Femurhalses bilden die Aa. circumflexae medialis und lateralis einen Gefäßring, den Chung (1976, S. 961) in extra- und intrakapsulär einteilt.

Der extrakapsuläre Gefäßring wird aus den aufsteigenden Gefäßen der A. circumflexa femoris medialis gebildet, die den Hauptanteil der Blutversorgung von Kopf, Hals und Trochanter major übernehmen. Der innere, subsynoviale Gefäßring wird fast gleichmäßig aus den vier

aufsteigenden Gefäßen der beiden Aa. circumflexae gespeist. Diese Gefäße verlaufen im Schenkelhals anliegendem Teil der Synovialis und dringen fast an der Knorpelknochengrenze in den Kopf ein. Dadurch wird sowohl die fugennahe Metaphyse als auch fugenkreuzend der Epiphysenkern versorgt. Neben diesem intraartikulärem Ring reagiert der singuläre Endast der A. circumflexa medialis, aus dem die aufsteigenden, kopfernährenden, lateralen Gefäße entspringen, auf intraartikuläre Drucksteigerung besonders empfindlich (Abb. 8).



Angiogram of a thick coronal slice of a femoral head of a subject aged twenty. Injection mass, barium.
a, a', a'' —Lateral epiphysal arteries. *b*—Medial epiphysal artery.
c—Superior metaphysal artery. *d*—Inferior metaphysal artery.

Abbildung 8: Angiogramm eines Koronarschnittes, Trueta 1953, S.445

Diese als laterale Epiphysengefäße bezeichneten Arterien sind die wichtigsten für die Versorgung des Kopfes nach Epiphysenfugenschluss. Sie haben einen ca. 60-70%en Anteil an der Blutversorgung des Hüftkopfes. Besonders gefährdet sind diese wichtigen lateralen Epiphysengefäße neben Epiphysiolysen beim Kind, insbesondere bei der Schenkelhalsfraktur, pathologische Erhöhung des Gelenkinnendruckes und unvorsichtiges Vorgehen beim reponieren bzw. operieren (Beck 1998, S. 635-637). Die gute knöcherne Führung sowie der großflächige Knorpelüberzug des Femurkopfes verhindern die gelenkseitige kompensatorische Vaskularisation bei Schädigung des Gefäßsystems (Bonnaire 1993, S.46).

1.4 Einteilung der Schenkelhalsbrüche

Der Schenkelhalsbruch des alten Menschen kann, bedingt durch die abnehmende Knochendichte, durch ein geringes Trauma eintreten. Dagegen bedarf es beim jungen Menschen einer größeren Krafteinwirkung wie z.B. den Sturz aus großer Höhe direkt auf die Hüfte oder indirekt z.B. durch Knienprall am Armaturenbrett beim Autounfall. Bezüglich des Unfallmechanismus lässt sich die Schenkelhalsfraktur in Abduktions-, Adduktions-, als auch in Abscherfrakturen einteilen. Die Abduktionsfrakturen entstehen durch Valgisation. So können stabile Verhältnisse vorliegen, wenn die Bruchlinie annähernd horizontal verläuft. Eine Fraktur, die als Adduktionsbruch bezeichnet wird, entsteht demnach im Sinne einer Varisation. Diese ist instabil und im Extremfall haben Hals- und Kopfsegment den Kontakt zueinander verloren.

Am meisten verbreitet sind die Einteilungen nach Pauwels oder Garden. Erstere beschreibt den Neigungswinkel der Fraktur zur Horizontalen, somit die Stabilität der Fraktur und Neigung zur Pseudarthrosenbildung.

Die Garden Einteilung (Garden 1961) berücksichtigt die Dislokation des Femurkopfanteils in 2 Ebenen, die mit der Häufigkeit der Kopfnekrose korreliert. In der englischsprachigen Literatur ist die Klassifikation nach Garden am meisten gebräuchlich. Er teilte die medialen, intrakapsulären Schenkelhalsfrakturen in 4 Gruppen ein (Abb. 9):

Typ 1: inkomplette Fraktur, impaktiert, Kopftrabekel sind aufgerichtet, entspricht einer eingekeilten valgisierten Fraktur.

Typ 2: vollständige Fraktur, nicht impaktiert, nicht disloziert, Unterbrechung der Trabekel ohne Abwinkelung.

Typ 3: disloziert, Trabekel medial noch in Kontakt.

Typ 4: vollständig disloziert, Kopfsegment ohne Kontakt mit dem Schenkelhals.

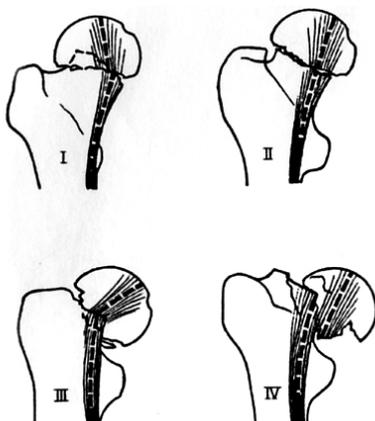


Abbildung 9: Einteilung nach Garden, Schulte-Bockholt 2002, S. 464

Für das Behandlungskonzept von Bedeutung ist vor allem ob die Fraktur initial disloziert (Garden 3, 4) oder nicht (Garden 1, 2) (Frandsen 1988, S. 588; Parker 1993, S. 241). Dislozierte Frakturen müssen erst reponiert werden, was entweder offen oder geschlossen erreicht werden kann.

Vor allem im deutschen Sprachraum wird die Klassifikation nach Pauwels (1935) verwendet. Er unterscheidet 3 Typen (Abb.10):

Typ 1: impaktiert, Bruchwinkel bis 30° zur Horizontalen, entsprechend einer Abduktionsfraktur in Valgusfehlstellung.

Typ 2: nicht impaktiert, Bruchwinkel $>30^\circ$ - 50° zur Horizontalen, entsprechend einer Adduktionsfraktur in Varusfehlstellung.

Typ 3: nicht impaktiert, Bruchwinkel $>50^\circ$ zur Horizontalen, entsprechend einer Abscherfraktur.

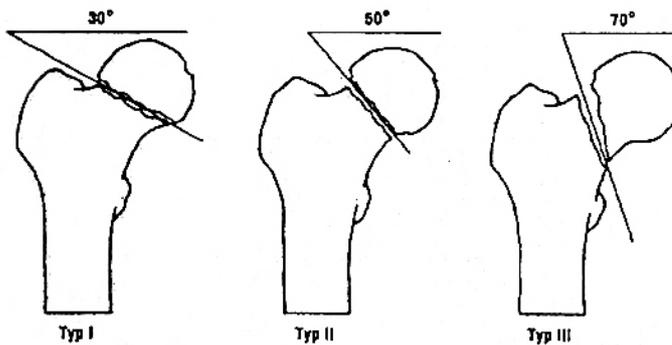


Abbildung 10: Einteilung nach Pauwels, Schulte-Bockolt 2002, S. 463

Auch die AO Klassifikation (Müller 1980), die sowohl die Neigung der Fraktur zur Pseudarthrosen- als auch zur Nekrosenbildung berücksichtigen soll, ist im deutschen Sprachraum verbreitet:

31B1: Fraktur subkapital, impaktiert oder nicht, wenig disloziert

31B2: Fraktur transzervikal

31B3: Fraktur subkapital nicht impaktiert, disloziert

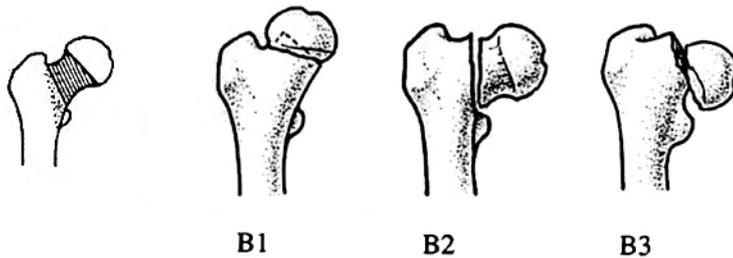


Abbildung 11: Einteilung nach AO, Schulte-Bockholt 2002, S. 463

Eine optimale Einteilung, die den Forderungen: 1. Richtungsweisend bezüglich der therapeutischen Entscheidung, 2. Hinweisend bezüglich der Frakturheilung, 3. Eine Prognose hinsichtlich der aseptischen Femurkopfnekrose erlaubend genügt, gibt es bis heute leider keine. (Beck 1998, S. 638-640).

Da sich die Kopfnekrose in den letzten Jahren als Hauptkomplikation herausgestellt hat, überwiegt in der internationalen Literatur die Einteilung nach Garden, die noch am ehesten eine Prognose bezüglich dieser Komplikation erlaubt.

Eine weitere Bedeutung für eine Prognose des Osteosyntheseresultates beschreibt Fekete 1989 (S.229). Er sieht die unterschiedlichen Bruchformen als weiteren entscheidenden Faktor für die erfolgreiche Heilung nach Osteosynthese. Maßgebend dabei ist, ob die Bruchflächen gezackt oder glatt sind. Ein Hauptaugenmerk sollte auf den dorsokaudalen Teil der Femurhalskortikalis gelegt werden, da bei Zusammenbruch dieses Teils eine stabile Osteosynthese zu erreichen schwierig ist. Es werden vier Formen unterschieden:

- a.) glatt
- b.) zackig
- c.) ausgebrochenes Stück
- d.) Mehrfragmentfraktur.

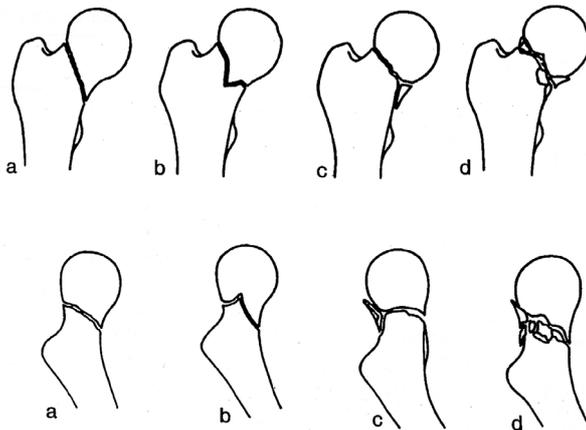


Abbildung 12: Einteilung nach der Bruchform, Fekete 1989, S. 230

Die Stabilität scheint bei zackigen Brüchen am höchsten zu sein. Obwohl die glatten Brüche die beste Kopfdurchblutung aufweisen, haben zackige Brüche wohl aufgrund der höheren Stabilität die bessere Heilungsprognose. Hierbei ist anzumerken dass die Zacken nach mehrtägigem Warten bis zur Operation durch Bewegung abgeschliffen werden können. Erwartungsgemäß lieferten die Mehrfragmentfrakturen die schlechtesten Ergebnisse, gefolgt von denen, die ein abgebrochenes dorsokaudales Fragment aufwiesen (Fekete 1989, S.232). Ganz allgemein lässt sich die Oberschenkelhalsfraktur in intrakapsulär und extrakapsulär einteilen. Als intrakapsulär liegend gelten diejenigen Frakturen, die proximal des Ansatz der Hüftgelenkscapsel am Femur auftreten. Extrakapsuläre Frakturen entsprechend distal des Kapselansatzes.

In dieser Arbeit werden nur die intrakapsulären Frakturen behandelt. Diese werden gewöhnlich operativ versorgt, wie oben beschrieben kopferhaltend oder endoprothetisch.

1.5 Die Reposition

Dislozierte Schenkelhalsfrakturen sollten möglichst rasch reponiert werden, um die Möglichkeit der Reperfusion des Femurkopfes wieder zu gewährleisten. Die Reposition kann geschlossen oder offen durchgeführt werden.

Whitman beschreibt 1902 die geschlossene Reposition in Streckstellung. Initial wird eine Traktion unter Außenrotation durchgeführt bis der Längenausgleich erreicht ist. Falls noch eine Dislokation besteht, muss diese von außen durch direkten Druck auf das distale Fragment behoben werden. Durch nachfolgende Innenrotation erfolgt die eigentliche Reposition. Der Vorteil dieser Methode liegt in der Tatsache, dass durch die Streckstellung eine permanente Kontrolle im Bildwandler möglich ist. Der Nachteil besteht in der Durchführung der Außenrotation zum Erlangen des Längenausgleichs. Sie soll zum Einen verhindern, dass es zu einem Verhaken der Frakturflächen kommt, zum Anderen kann durch eine Außenrotation eine Garden 3 in eine Garden 4 Fraktur verursacht werden. (Kutscha–Lissberg 2001, S.1259). Eine andere Möglichkeit eine dislozierte Schenkelhalsfraktur zu reponieren beschreibt Leadbetter 1938 (S.110). Hier wird der Oberschenkel unter kontinuierlichem Zug in 90° Beugung, Innenrotation und Adduktion geführt. Unter Beibehaltung der Innenrotation wird unter bestehendem Zug nun eine Abduktion des Oberschenkels ausgeführt. Danach erfolgt weiter unter Zug die Zurückführung in die Neutralstellung durch Innenrotation. Falls das Bein nicht in eine Außenrotationsstellung zurückfällt ist die Reposition erfolgreich. Ein entscheidender Nachteil dieses Manövers ist der durchzuführende maximale Bewegungsumfang und damit eine mögliche zusätzliche Gefäßschädigung. Meistens gelingt die Reposition einer typischen Adduktionsfraktur aber durch Innenrotation in leichter Abduktionsstellung unter moderatem Längszug des betroffenen Beins (Bosch 2001, S. 1294). Ein Druck auf den posterolateralen Trochanter major kann für eine Impaktion hilfreich sein (Alho 2000, S. 104). Eine zu starke Traktion ist aufgrund einer möglichen Gefäßschädigung zu vermeiden (Parker und Tagg 2002, S. 543). Entscheidend für eine erfolgreiche geschlossene Reposition ist der Garden Alignment Index (Garden 1964) (Abb.13).

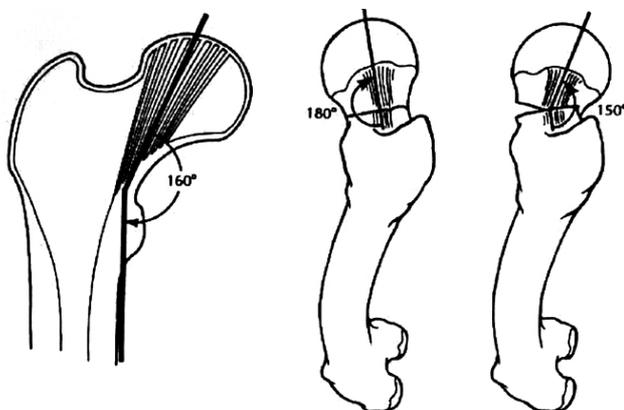


Abbildung 13: Alignmentindex, Kutscha- Lissberg 2001, S. 1259

Dieser sollte in a.p. Projektion zwischen 165° - 170° liegen, wobei 160° - 180° als akzeptabel gelten. Der Winkel setzt sich aus einer Parallelen des medialen Trabekelwerkes des Hüftkopfes und der medialen Femurschaftkortikalis zusammen. Im axialen Strahlengang projizieren sich das mediale und laterale Trabekelwerk des Femurkopfes parallel übereinander. Die parallele Achse dazu liegt physiologischerweise 0° bzw. 180° zur zentralen Achse des Schenkelhalses. Nach Reposition sollte der Winkel zwischen Trabekelwerk und zentraler Schenkelhalsachse wie beschrieben bei 0° bzw. $180^{\circ} \pm 5^{\circ}$ liegen. Bei einer Dislokation nach ventral stellt sich der Winkel definitionsgemäß $<180^{\circ}$ dar, entsprechend $>180^{\circ}$ bei einer Dislokation nach dorsal. Ein beschriebener Alignment Index von 160/180 stellt somit physiologische Verhältnisse dar. Die Schwierigkeit der Berechnung dieser Indexes liegt an der Erkennung des Trabekelwerkes, das unter dem Bildwandler oft schlecht sichtbar ist.

Die offene Reposition erfolgt meistens durch den anterolateralen Zugang. Die Gelenkkapsel wird entlang der linea intertrochanterica inzidiert und Richtung Hüftkopf längs gespalten. Die Eröffnung der Kapsel erfolgt mittels eines T-Schnittes. Nach der Reposition ist eine temporäre Bohrdrahtfixierung zu empfehlen, um eine Redislokation zu vermeiden. (Kutschalissberg 2001, S. 1260).

Parker und Banajee berichteten 2005 über zwei Studien, die die geschlossene mit der offenen Reposition vergleichen. (Upadhyay 2004 und Gray 1988). Trotz unterschiedlicher Implantate und unterschiedlichem Patientengut konnte nur die Operationszeit zugunsten der geschlossenen Reposition einen signifikanten Unterschied erreichen. Bei den Hauptkomplikationen Redislokation, Femurkopfnekrose und Pseudarthrose konnte keine signifikante Differenz nachgewiesen werden.

Entscheidend für ein komplikationsarmes Repositionsergebnis ist die Größe der Kontaktfläche der Frakturoberflächen (Upadhyay 2004, S. 1038) (Abb. 14).

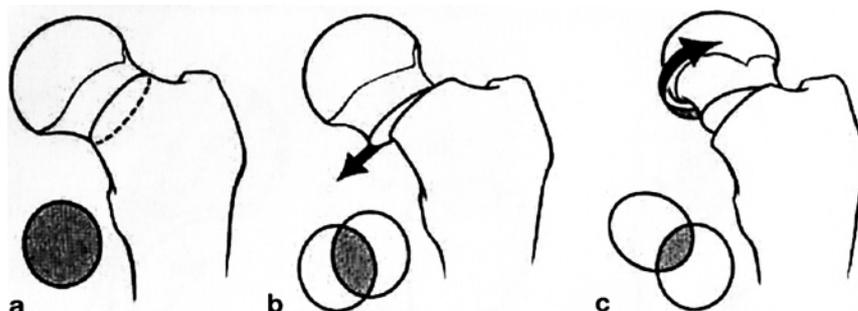


Abbildung 14: Kontaktfläche nach Reposition, Kutschalissberg 2001, S.1258

Falls es nicht möglich ist eine anatomische Reposition zu erreichen, sollte eine Reposition in Valgus-Stellung und keinesfalls in Varus-Fehlstellung durchgeführt werden (Krischak 2003, S. 404). Andere empfehlen wenn immer möglich eine leichte Valgusstellung, entsprechend des Bildes „Hut am Haken“, um eine höhere Stabilität zu erreichen (Beck 1998, S. 646).

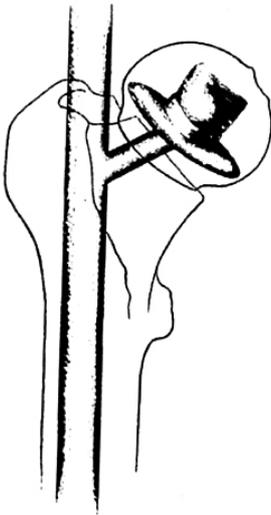


Abbildung 105: Hut am Haken, Beck 1998, S. 646

1.6 Zeitpunkt der Operation

Bis zum heutigen Zeitpunkt gibt es keinen wissenschaftlichen Beweis, dass die dislozierte Schenkelhalsfraktur als Notfall behandelt werden muss, um eine erhöhte Kopfdurchblutungsstörung zu vermeiden. (Kutscha-Lissberg 2001, S. 1257). Trotzdem empfehlen viele Autoren die Versorgung wenn möglich innerhalb der 6 Stunden Grenze durchzuführen, also innerhalb der reversiblen ischämischen Phase. (Bonnaire 1993, S. 56; Beck 1998 S. 644). In einer AO-Sammelstudie konnte nachgewiesen werden, dass eine Versorgung der medialen Schenkelhalsfraktur binnen 24 Stunden zu einer signifikant niedrigeren Femurkopfnekroserate führte. (Bonnaire 1995, S. 259; Kuner 1995, S. 254). Ebenso wies Jain 2002 (S. 1605) in einer retrospektiven Studie eine signifikant höhere Kopfnekroserate bei Patienten nach, die später als 12 Stunden post Trauma operiert wurden. Szita wies 2002 (S. 41) daraufhin, dass die Notfallindikation eigentlich nur für dislozierte Frakturen gelte. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass auch undislozierte Frakturen möglichst rasch stabilisiert werden sollten, um eine sekundäre Dislokation zu vermeiden.

Außerdem hat die notfallmäßige Versorgung (binnen sechs Stunden) außer der Möglichkeit der Reperfusion noch weitere Vorteile: frühere Mobilisation bei geringeren Schmerzen, weniger sekundäre Allgemeinerkrankungen (Pneumonie, Harnwegsinfekt, Dekubitus...), kürzere Hospitalisation und somit Kostenreduktion. (Szita 2002, S. 42)

Leider ist die notfallmäßige Versorgung (binnen 6 Stunden) der medialen Schenkelhalsfraktur im klinischen Alltag oft schwierig umzusetzen, sei es, dass der Patient zu spät eingeliefert wird, auf Grund dessen schlechten allgemeinmedizinischen Zustands oder durch fehlende Operationskapazität.

1.7 Implantatlage

Die Lage der Implantate wurde längere Zeit kontrovers diskutiert. Ein irrtümlicher Glaube, dass gekreuzte Schrauben/Nägel eine bessere Fixierung gäben, konnte 1991 von Parker, Porter et.al. (S. 826) korrigiert werden. Entscheidend für eine stabile Osteosynthese ist außer der parallelen Lage der Nägel / Schrauben zueinander die Lage der einzelnen Implantate. Bout beschreibt 1997 (S. 139), dass die Lage der distalen Schraube (im a.p. Bild) die entscheidende Rolle für eine stabile Osteosynthese einnimmt. Dies beruht auf einem drei Punkte Prinzip, bei dem die Schraubenbasis an der lateralen Femurkortikalis, der Schaft am Adamschen Bogen und die Spitze im subchondralen Knochen des Kopfes fixiert sind. In der axialen Aufnahme sollte diese Schraube zentral liegen (Bout 1997, S. 136). Die zweite Schraube sollte parallel superior zur ersten im a.p. Bild und posterior im seitlichen Bild eingebracht werden, um so an den Prädilektionsstellen inferior und posterior eine Dislokation zu vermeiden (Bout 1997, S. 136) (Abb.16/17).



Abbildung 16/17: optimale Schraubenlage axial (links), a.p. (rechts), Parker und Tagg 2002, S. 545

Parker und Tagg präzisierten die Lage der Schrauben 2002 (S. 545): Falls eine dritte Schraube verwendet wird, sollte diese parallel in einem anderen Segment des Femurhalses und -kopfes eingebracht werden, um so eine weitere Stabilität zu erhalten. Außerdem sollten

- die Spitzen der Schrauben im subchondralen Knochen weniger als 5mm vom Gelenkspalt entfernt liegen.
- Falls die Schrauben nicht in beiden Ebenen zentral liegen, sollten sie nicht in der Nähe des Gelenkspaltes eingeführt werden, da auf den Bildern nicht genau beurteilt werden kann, ob die Schrauben im Gelenkspalt liegen.
- Der anteriore/superiore Teil des Femurkopfes sollte gemieden werden, da der Knochen dort schwächer ist, und Blutgefäße verletzt werden könnten.
- Ein zu starkes Anziehen der Schrauben oder Kompression der Fraktur sollte vermieden werden, da dies eine Fraktur an der lateralen Kortikalis oder Beeinträchtigung der Blutzirkulation im Femurkopf zur Folge haben könnte.
- Der Eintrittspunkt der unteren Schraube (a.p. Bild) sollte nicht unterhalb der Grenze des trochanter minor liegen, damit kein vermehrter Druck in dieser Region resultiert. Es wird ein Winkel von 130° empfohlen, keinesfalls kleiner (Parker und Tagg 2002, S. 544) (Abb.18).

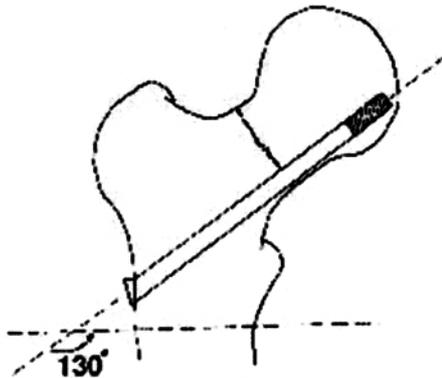


Abbildung 18: Platzierung der Schraube in korrektem Winkel, Parker und Tagg 2002, S. 544

Einen entscheidenden Vorteil Implantate exakt zu platzieren besitzen kanüllierte Schrauben, bei denen der Zielbohrdraht bis zur exakten Position mehrmals eingebracht werden kann, ohne erheblichen Schaden zu verursachen (Kutscha-Lissberg 2001, S. 1261).

Implantate, die nur einzeln verwendet werden (z. B. Rydell Nagel, Thornton Nagel), sollten nahe der medialen Femurhalskortikalis etwas inferior/posterior zentral in den Femurkopf eingebracht werden.

1.8 Postoperative Mobilisation

Es besteht keine Diskussion über die Freigabe der Beweglichkeit nach kopferhaltender Osteosynthese der medialen Femurhalsfraktur. Kontroversen basieren auf der Maßgabe der Belastung des betroffenen Beines. Die meisten Autoren erlauben volle Belastung im Rahmen der Schmerzgrenze. (Parker und Tagg 2002, S. 546). Insbesondere bei alten Patienten ist die Frühmobilisation notwendig, um Begleiterkrankungen (z. B. Pneumonie, Dekubitus) zu vermeiden. Bei jungen Patienten könnte eine Teilbelastung bis zur radiologischen gesicherten Frakturheilung durchgeführt werden. Vollständige Entlastung des betroffenen Beins hätte eine Zunahme der auf die Hüfte einwirkenden Kräfte zufolge, die durch die in der Hüftregion ansetzenden Muskeln beim Anheben des Beines zustande kommen. (Parker und Tagg 2002, S. 546).

2 Fragestellung

Das Thema der Arbeit ist die kopferhaltende Versorgung der medialen Schenkelhalsfraktur mittels Schrauben bzw. Nägeln.

Durch diese Metaanalyse soll ein Überblick über verschiedener Implantate, sowie die Zusammenfassung der Komplikationsraten aus ausgesuchten, qualitativ guten Studien beschrieben werden.

Dabei soll Folgendes überprüft werden:

- Bestehen Unterschiede hinsichtlich der Komplikationsraten in Bezug auf die Implantatwahl?
- Wie hoch sind die Komplikationsraten bei der kopferhaltenden Versorgung der medialen Schenkelhalsfraktur im Einzelnen und im Kollektiv?

3 Material und Methodik

Für den Begriff „Metaanalyse“ existiert keine einheitliche Definition. Drinkmann verfasste 1990 (S.11) folgende Aussage:

„Die Metaanalyse ist eine an den Kriterien empirischer Forschung orientierte Methode zur quantitativen Integration der Ergebnisse empirischer Untersuchungen sowie zur Analyse der Variabilität dieser Ergebnisse“. Das Ziel ist einen kritischen Überblick früherer Studien zu geben und deren Ergebnisse zu kombinieren (Sacks 1987, S. 450). Gerbarg beschreibt 1988 (S. 503), dass für Metaanalysen sowohl methodische Kriterien, um wissenschaftlich gültige Studien zu identifizieren, als auch Sammelkriterien, um aus verschiedenen Studien Daten zu kombinieren, erforderlich sind. Allgemein üblich sind drei Arten von Metaanalysen: Die Metaanalyse aus der Literatur (ohne zwingende Kooperation mit Autoren), die Metaanalyse aus Probanden Daten (in enger Zusammenarbeit mit den Autoren der Originalstudien) und die im Voraus geplante Metaanalyse mehrerer Einzelstudien (bereits bei der Konzeption der Einzelstudie wird berücksichtigt, dass sie später in eine Metaanalyse einfließen wird). Diese Metaanalyse wurde aus vorhanden Daten der Literatur zusammengefasst. Zu Fragen in einzelnen Studien wurden, wenn möglich, deren Autoren direkt kontaktiert.

Nach der Konkretisierung der Fragestellung wurden Ein- und Ausschlusskriterien der zu untersuchenden Studien bestimmt. Anschließend konnten die essentiellen Schritte dieser Analyse ausgeführt werden:

1. Recherche, Identifikation und Auswahl relevanter Literaturstellen.
2. Bewertung und Auswertung der relevanten Einzelstudien („data extraction“).
3. Zusammenfassung und Auswertung der Ergebnisse der Einzelstudien im Kollektiv und in Subgruppen.

Für die Erfassung und Auswertung der Daten und Erstellung der Tabellen und Diagramme wurden die Programme *Microsoft Excel für Windows* und *SPSS für Windows* verwendet.

3.1 Literaturrecherche

Elektronische Datenbanken sind eine große Hilfe, um den Grossteil der relevanten Literatur ausfindig zu machen. Eine der größten Datenbanken im medizinischen Bereich ist sicherlich „Medline“. 1994 veröffentlichte Dickersen (S.1286), dass in Abhängigkeit der jeweiligen

Fragestellung nur 30 – 80% aller bekannten, veröffentlichten und randomisierten Studien mittels Medline zu identifizieren sind. Der Bias liegt zum Einen in der Sprache, da nicht englischsprachige Literatur unterrepräsentiert ist, zum Anderen in der Publikation, da nur bereits veröffentlichte Artikel aufgenommen werden. Ebenso werden Studien mit statistisch signifikanten Ergebnissen häufiger publiziert als solche, die nicht signifikante Ergebnisse aufweisen (publication bias). Daher ist es notwendig möglichst viele verschiedene Datenquellen und Suchstrategien zur Recherche herbeizuziehen und diese zu verknüpfen. Außerdem ist es unumgänglich in bereits identifizierter, relevanter Literatur deren Verzeichnisse auf weitere Arbeiten zu untersuchen. Besonders gut eignen sich hierfür Metaanalysen zu verwandten Themen. Diese erhält man zum Beispiel über die Cochrane Collaboration, die sich zum Ziel setzt, Reviews systematisch zu katalogisieren und aktuell zu publizieren.

3.1.1 Strategie

Die Recherche wurde in einem mehrstufigen System durchgeführt. Zunächst wurde in einschlägigen elektronischen Datenbanken gesucht. Diese waren „Medline, pubmed, Highwire, Blackwell, Link Springer, wiley inter science und Karger“. Die Suchbegriffe waren: “screw (internal) fixation femoral neck fracture“ in englischer und deutscher Sprache. Dadurch konnten 1513 Studien identifiziert werden. Nach zusätzlicher Eingabe von „randomized“ bzw. Einschränkung der Suche auf „randomized controlled trial“ wurde die gefundene Anzahl der Artikel auf 168 reduziert. Jetzt wurden die einzelnen Arbeiten auf Ein- bzw. Ausschlusskriterien überprüft. Zusätzlich wurde von jeder übernommenen Arbeit das Literaturverzeichnis auf relevante Artikel durchsucht. Das gleiche wurde bei relevanten Metaanalysen durchgeführt. So konnte ein breites Feld der vorhandenen Literatur gewonnen werden. Insbesondere das Ausschlusskriterium „randomized controlled trial“ beschränkt die Anzahl der relevanten Artikel auf ein überschaubares Maß.

Auswahlkriterien:

Einschlusskriterien:

- randomisiert, prospektiv
- mediale Schenkelhalsfrakturen des lebenden Menschen
- Versorgung der medialen Schenkelhalsfraktur kopferhaltend mit Schrauben/Nägeln

Ausschlusskriterien:

- nicht randomisiert
- retrospektiv
- Versorgung der Schenkelhalsfrakturen mit Schrauben/Nägeln und zusätzlicher Platte, dynamischer Hüftschraube oder Endoprothese
- Inter- bzw. subtrochantäre Schenkelhalsfraktur
- Begleitfrakturen des zu versorgenden Beins
- Biomechanische Studien an Leichen oder Tieren
- Studie nur in Kurzzusammenfassung publiziert
- Follow-up Zeitraum < 12 Monate

Nach Ausschluss retrospektiver, nicht randomisierter, biomechanischer Studien und solcher, die nicht eingeschlossene Implantate untersuchten, verblieben 42 Artikel. Von diesen mussten vier ausgeschlossen werden, da sie nur als Abstract publiziert wurden (Ingwersen 1992, Jensen 1984, Ovesen 1997, Sörensen 1996). Weitere fünf wurden aus folgenden Gründen ausgeschlossen: Neander 1997, da keine genauen Patientenzahlen angegeben wurden; Dalen 1985, da Komplikationen nicht bzw. ungenügend beschrieben wurden; Rogmark 2002, da zwei Schraubenarten nicht getrennt untersucht wurden, sowie Linde 1986 und Strömquist, Roos et.al. 1988 wegen zu kurzer Nachuntersuchungszeit. Demnach verblieben 33 Studien zur Bearbeitung in dieser Metaanalyse.

3.2 Methodische Qualität

Diese 33 Arbeiten mussten sich noch einem sogenannten Qualitätsrating unterziehen. Das ist notwendig, um die Vergleichbarkeit bei der Auswertung der einzelnen Studien zu gewährleisten und mögliche Fehlerquellen zu vermeiden. Es stellte sich die Frage welche Qualitätsskala die geeignetste für die Auswertung der Studien ist. Moher et al. untersuchten

1995 25 Ratingskalen und 9 Checklisten. Leider konnte keine dieser Skalen und Listen als besonders empfehlenswert beschrieben werden (S.65).

Eine häufig verwendete, validierte Skala zur Qualitätssicherung ist die sogenannte JADAD Skala (Jadad 1996, S.7; Clark 1999, S. 448; Kjaergard 2001, S. 982; Moher 2002). Sie beinhaltet 3 Haupt und 3 Nebenkriterien. Für diese Analyse ist der Punkt der doppelten Verblindung nicht relevant, da es in chirurgischen Studien sehr schwer möglich ist doppelt zu verblinden. Die fünf verbleibenden Kriterien wurden wie folgt gewichtet:

Hauptkriterien:

1. Wurde die Studie als randomisiert beschrieben?
2. Wurden Ausfallraten vor und nach follow-up beschrieben?

Nebenkriterien:

3. Wurden Ein- und Ausschlusskriterien klar beschrieben?
4. Wurden die Methoden Komplikationen aufzudecken beschrieben?
5. Wurden die Methoden der statistischen Analyse beschrieben?

Für jede erfüllte Frage wird ein Punkt vergeben.

Zu 1.: Wenn die Randomisierung adäquat durchgeführt wurde (z.B. computer assistiert, verschlossene Umschläge...) wird ein zusätzlicher Punkt vergeben. Ein Punkt wird abgezogen, wenn die Randomisierung nicht adäquat war (Zuteilung gerade, ungerade Patientenummer, nach Geburtsdatum...).

So können insgesamt maximal 6 Punkte erreicht werden. Als Minimum müssen drei Punkte, davon mindestens einer aus den Hauptkriterien, für die Aufnahme in die Metaanalyse erreicht werden (Jadad 1996, S.7).

33 Artikel wurden auf ihre methodische Qualität untersucht. Zwei konnten wegen mangelnder methodischer Qualität nicht in die Studie eingeschlossen werden (Bray 1988, Harper 1992). (Tab. 1)

Tabelle 1: Qualitätsübersicht der eingeschlossenen Studien

Studie	Hauptkriterien	Nebenkriterien	Gesamt
1. Blomfeld 2005	3	3	6
2. Elmerson 1995	3	3	6
3. Hengren 1992	3	3	6
4. Johansson 2000	3	3	6
5. Lagerby 1998	3	3	6
6. Parker, Khan et al. 2002	3	3	6
7. Paus 1986	3	3	6
8. Rehnberg 1989	3	3	6
9. Sikorski 1981	3	3	6
10. Tidermark 2003	3	3	6
11. Alho 1998	3	2	5
12. Benterud 1997	2	3	5
13. Elmerson 1988	3	2	5
14. Jonsson 1996	3	2	5
15. Lykke 2003	2	3	5
16. Madsen 1987	2	3	5
17. Puolakka 2001	3	2	5
18. Röden 2003	2	3	5
19. Sernbo 1990	2	3	5
20. Sörensen 1992	2	3	5
21. v. Dortmund 2000	2	3	5
22. Wihlborg 1990	3	3	5
23. Alberts 1989	2	2	4
24. Christie 1988	2	2	4
25. Holmberg 1990	2	2	4
26. Lindequist 1989	2	2	4
27. Söreide 1979	1	3	4
28. Olerud 1991	2	2	4
29. Frandsen 1981	1	2	3
30. Kuokkanen 1991	2	1	3
31. Strömquist 1984	1	2	3

3.3 Datenerfassung

Die 31 eingeschlossenen Studien dieser Metaanalyse wurden auf folgende Daten untersucht: Schraubenanzahl, Schraubendesign, Anzahl der Patienten zu Studienbeginn, Anzahl der tatsächlich operierten Patienten und wie viele Patienten über die komplette follow up Zeit nachuntersucht wurden. Angaben des Geschlechts, Alters, follow up Zeit, Fraktуреinteilung, Qualität der Reposition und Schraubenposition wurden ebenfalls festgehalten. Bei den

unterschiedlichen Komplikationen wurde jeweils der Zeitpunkt ihres Auftretens (1 Jahr post OP oder nach letztem follow-up) berücksichtigt. Ebenso wurde das weitere Prozedere festgehalten, sprich eine weitere Operation durchgeführt werden musste oder nicht. Alle Daten wurden wenn möglich getrennt für dislozierte und nicht dislozierte Frakturen aufgenommen. Als Komplikationen wurden frühe Redislokation (innerhalb 3-4 Monaten), avaskuläre Femurkopfnekrose (oder segmentaler Kollaps), späte Redislokation (Pseudarthrose), tiefe Infektion und Schraubenpenetration untersucht. Von diesen wurde jeweils die komplette Anzahl nach einjähriger Nachuntersuchungszeit bzw. letztem follow-up zusammengefasst. Zusätzlich wurde eine totale Komplikationsrate der einzelnen Implantate bestimmt. Ebenso wurde die Anzahl der Reoperationen wenn möglich aufgeteilt in Prothese, Teil- oder Totalendoprothese, Schraubenextraktion oder Schraubenneuersorgung festgehalten. Neben der Sterberate wurden die Patientendaten hinsichtlich Ihrer Gehfähigkeit einem Jahr postoperativ in die Analyse aufgenommen. Außerdem wurde der Schmerzcharakter nach letztem follow-up festgehalten. Zusätzlich wurden Antibiotikaphylaxe, die Dauer des Krankenhausaufenthaltes, die jeweilige Operationsdauer und der Blutverlust bei den jeweiligen unterschiedlichen Implantatversorgungen untersucht.

Da die jeweiligen Studien unterschiedlich viele dieser Faktoren publizierten, wurde immer die größtmögliche Anzahl der vorhandenen Daten in die Analyse aufgenommen. Wenn möglich wurden Ergebnisse aus beigefügten Tabellen der Patientendaten verwendet.

3.4 Beschreibung der Studien

Tabelle 2: Übersicht der eingeschlossenen Studien

Studie	Alberts et al. (1989)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Nyström Nagel (n=70) Scand Schraube (n=63)
Randomisierungsart	Nicht beschrieben
Studienqualität	4
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Redislokation, Pseudarthrose, Infektion, Femurkopfnekrose, Implantatpenetration/-bruch.

Anmerkung	Resultat: Beide Implantate scheinen nicht ideal für die Versorgung der medialen Femurhalsfraktur zu sein.
-----------	---

Studie	Alho et al. (1998)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Olmed Schraube (n=175) Tronzo Schraube (n=130) Ullevaal Schraube (n=302)
Randomisierungsart	Geschlossene Umschläge
Studienqualität	5
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Reoperationen
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen. Multicenterstudie an 3 verschiedenen norwegischen Kliniken (Ullevaal, Akerhus, Nordbyhagen). Resultat: Ein signifikanter Vorteil bezüglich der Reoperationsrate wurde in der Klinik in Ullevaal zugunsten der Ullevaal Schraube festgestellt.

Studie	Benterud et al. (1997)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Dynamische Hüftschraube (n=108) Olmed Schraube (n=117)
Randomisierungsart	Nicht beschrieben
Studienqualität	5
Follow up	39 Monate
Ergebnisse	Redislokation, Femurkopfnekrose, Infektion, Pseudarthrose, Reoperationen, Mortalität, Operationsdauer.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen. Resultat: Beide Methoden zeigen eine inakzeptable hohe Fehlerquote und Reoperationsrate bei Vorteilen für die Olmed Schraube.

Studie	Blomfeld et al. (2005)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Olmed (uppsala) Schraube (n=30) Unzementierte Austin Moore Teilendoprothese (n=30)
Randomisierungsart	Versiegelte Umschläge
Studienqualität	6
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Pseudarthrose, Reoperationen, Mortalität, Mobilität, Operationsdauer, Blutverlust. (Femurkopfnekrose, Infektion, Schraubenpenetration, -bruch wurde nur als Gesamtkomplikation beschrieben).

Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen bei mobilen Patienten über 70 Jahre mit diagnostizierter Demenz oder schwerer geistiger Beeinträchtigung. Patienten mit Schraubenversorgung hatten eine höhere Lebensqualität und bessere Mobilität bei höherer Operationsrate. Resultat: Die Autoren konnten keinen Vorteil der Prothese bei alten, dementen Patienten feststellen.
-----------	--

Studie	Christie (1988)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Dynamische Hüftschraube (n=61) Gekreuzte Nägel (n=66)
Randomisierungsart	Nicht angegeben
Studienqualität	4
Follow u	33 Monate
Ergebnisse	Reposition, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Reoperationen, Mobilität.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen bei mobilen Patienten unter 80 Jahre. Resultat: Es bestehen Vorteile der Nägel gegenüber der dynamischen Hüftschraube (signifikanter Unterschied bei Pseudarthrose und Infektion). Dennoch empfehlen die Autoren die kopferhaltende Methode nur bei jungen, aktiven Patienten. Ältere sollten mit einer Prothese versorgt werden.

Studie	Elmerson et al. (1995)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Hansson Nagel (n=122) Dynamische Hüftschraube (n=100)
Randomisierungsart	Randomisierungsnummerntisch
Studienqualität	6
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Redislokation, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Reoperationen, Mortalität, Operationsdauer.
Anmerkung	Resultat: Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Tendenziell hatten die Hansson Nägel bessere Resultate.

Studie	Elmerson et al. (1988)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Rydell Nagel (n=122) Gouffon Nagel (n=101)
Randomisierungsart	Randomisierungsnummerntisch
Studienqualität	5
Follow up	24 Monat

Ergebnisse	Femurkopfnnekrose, Infektion, Pseudarthrose (inklusive früher Redislokation), Reoperationen, Mortalität, Operationsdauer
Anmerkung	Resultat: Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Gouffon Nagel Methode wurde in dieser Klinik neu eingeführt und konnte tendenziell bessere Resultate erreichen. Prognosefaktoren: Ursprünglicher Dislokationsgrad, Repositionsqualität, Implantatposition, Versorgung innerhalb 24 h post Trauma.

Studie	Frandsen et al. (1981)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Thornton Nagel (n=196) Dynamischer Hüftnagel (n=187)
Randomisierungsart	Gemäss des Tages der Hospitalisation
Studienqualität	3
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Femurkopfnnekrose, Pseudarthrose (inklusive früher Redislokation), Infektion.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen. Resultat: Der dynamische Hüftnagel ist dem Thornton Nagel signifikant überlegen. Garden 4 Frakturen zeigen im Vergleich zu Garden 3 Frakturen eine signifikant höhere Pseudarthroserate, eine signifikant schlechtere Repositions- und Schraubenpositionsquote.

Studie	Herngren et al. (1992)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Olmed (uppsala) Schraube (n=96) Hansson Nagel (n=84)
Randomisierungsart	Randomisierungsnummerntisch
Studienqualität	6
Follow up	12 Monate
Ergebnisse	Redislokation, Femurkopfnnekrose, Infektion, Pseudarthrose, Reoperationen, Mortalität, Krankenhausaufenthalt, Operationsdauer.
Anmerkung	Prognosefaktoren: Gehfähigkeit 2 Wochen post OP, Schmerzempfindung bei der 4 Monatskontrolle, Repositionsqualität, rheumatische Polyarthritits. Resultat: uppsala Schraube hatte etwas bessere Resultate Anzahl der Patienten im Tabellenanhang stimmen mit Text nicht überein. Es wurden die Daten aus dem Text verwendet.

Studie	Holmberg (1990)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Rydell Nagel (n=110) Hansson Nagel (n=110)
Randomisierungsart	Nicht angegeben

Studienqualität	4
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Reposition, Redislokation, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Reoperationen, Mortalität, Wohnverhältnisse prä/post OP
Anmerkung	Resultat: Kein signifikanter Unterschied bezüglich der Komplikationsraten. Die Daten im Text sind nur auf überlebende Personen nach dem 2 Jahres Follow-up bezogen. Es wurden die Daten aus dem Tabellenanhang verwendet.

Studie	Johansson et al. (2000)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Olmed (uppsala) Schraube (n=50) Zementierte Lubinus Totalendoprothese (n=50)
Randomisierungsart	Randomisierungsnummern in versiegelten Umschlägen
Studienqualität	6
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Redislokation, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Reoperationen, Mortalität, Schmerzempfindung.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen. Prognosefaktor: Reposition Resultat: Ältere Patienten mit gutem mentalem und physischem Status sollten mit einer Totalendoprothese versorgt werden. Bei mental oder physisch beeinträchtigten Patienten wäre die Versorgung mittels Osteosynthese oder Teilendoprothese in Erwägung zu ziehen.

Studie	Jonsson et al. (1996)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Hansson Nagel (n=24) Charnley Totalendoprothese (n=23)
Randomisierungsart	Versiegelte Umschläge
Studienqualität	5
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Redislokation, (Pseudarthrose, Femurkopfnekrose nicht getrennt), Mortalität, Mobilität, Schmerzempfindung
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen bei mobilen Patienten Resultat: Relativ gesunde, mobile, sozial unabhängige Patienten sollten primär mit einer Prothese versorgt werden. Alte, schwache, immobile Patienten, sowie nicht dislozierte Frakturen sollten mittels Osteosynthese versorgt werden.

Studie	Kuokkanen et al. (1991)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Mecron Schraube (n=16) Richards Schrauben-Winkel-Platte (n=17)

Randomisierungsart	Nicht angegeben
Studienqualität	3
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Redislokation, Femurkopfnekrose, Infektion, Reoperationen, Schraubenpenetration, Mortalität
Anmerkung	Nur undislozierte Frakturen. Resultat: Leichte, nicht signifikante Vorteile für die Winkelplatte. Operationen wurden fast ausnahmslos von jüngeren Operateuren durchgeführt, die mit der multiplen Schraubenversorgung nicht sehr vertraut waren.

Studie	Lagerby et al. (1998)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Olmed (Uppsala) Schraube (n=138) Richards Schraube (n=130)
Randomisierungsart	Geschlossene Umschläge
Studienqualität	6
Follow up	12 Monate
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Redislokation, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Schraubenpenetration, Mortalität, Mobilität, Schmerzempfindung,
Anmerkung	Resultat: keine Unterschiede Prognosefaktoren: Dislokationsgrad, Qualität der Reposition und Schraubenposition, Größe des proximalen Kopffragmentes.

Studie	Lindequist et al. (1989)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Von Bahr Schraube (n=105) Gouffon Schraube (n=64) Hessel Nagel (n=54)
Randomisierungsart	Nicht angegeben
Studienqualität	4
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose (inklusive früher Redislokation), Reoperationen, Mortalität
Anmerkung	Resultat: Der Hessel Nagel ist den beiden Schrauben unterlegen. Da er ohne Vorbohrung eingeschlagen wird, kann eine weitere Verschiebung der Fraktur oder Schaden am Gefäßsystem resultieren. Daten wurden aus der Tabelle im Anhang genommen. Die Daten stimmen mit denen im Text überein.

Studie	Lykke et al. (2003)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Hansson Nagel (n=147) Ullevaal Schraube (n=131)
Randomisierungsart	Versiegelte Umschläge
Studienqualität	5
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Redislokation, Femurkopfnekrose, Infektion, Pseudarthrose, Reoperation, Mortalität, Schmerzempfindung.
Anmerkung	Resultat: Es konnten keine signifikanten Unterschiede außer bei der Häufigkeit der Femurkopfnekrose festgestellt werden. Diese zeigte sich signifikant geringer in der Hansson Nagel Gruppe. Von den Operateuren wurde der Hansson Nagel wegen seiner Benutzerfreundlichkeit bevorzugt. Der dort vorhandene Führungsdraht erlaubt eine bessere Platzierung der Nägel mit geringerem Risiko der Penetration.

Studie	Madsen et al. (1987)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	AO (ASIF) Schraube (n=52) Dynamische Hüftschraube (n=51)
Randomisierungsart	Nicht angegeben
Studienqualität	5
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Reposition, Femurkopfnekrose, Infektion, Pseudarthrose, Blutverlust.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen. Resultat: Keine signifikanten Unterschiede bei einer Tendenz zu einer höheren Femurkopfnekroserate in der DHS Gruppe.

Studie	Olerud et al. (1991)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Olmed (Uppsala) Schraube (n=59) Hansson Nagel (n=56)
Randomisierungsart	Nicht angegeben
Studienqualität	4
Follow up	12 Monate
Ergebnisse	Redislokation, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Mortalität.
Anmerkung	Resultat: Signifikant höhere Redislokationsrate und Pseudarthroserate in der Hansson Gruppe. Außerdem hatte diese Gruppe mehr Schmerzen, geringere Mobilität und mussten häufiger in einer Institution betreut werden.

Studie	Parker, Khan et al. (2002)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	AO (ASIF) Schrauben (n=226) Unzementierte Austin Moore Teilendoprothese (n=229)
Randomisierungsart	Versiegelte Umschläge
Studienqualität	6
Follow up	36 Monate
Ergebnisse	Femurkopfnekrose, Infektion, Pseudarthrose (inklusive früher Redislokation), Reoperationen, Schmerzempfindung, Operationsdauer, Blutverlust.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen Weiterführende Studie von Parker et al. (2000), da damals keine Unterschiede festgestellt werden konnten. Resultat: Vorteile für die Prothese. Bei Patienten über 70 Jahre, die nicht sehr gebrechlich sind, empfehlen die Autoren die Versorgung mit einer Teilendoprothese. Bei jüngeren Patienten oder Patienten oder bei alten gebrechlichen Patienten sollte eine kopferhaltende Methode angewandt werden.

Studie	Paus et al. (1986)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Von Bahr Schraube (n=65) Dynamische Hüftschraube (Richards) (n=66)
Randomisierungsart	Versiegelte Umschläge
Studienqualität	6
Follow up	27 (2-41)
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Redislokation, Femurkopfnekrose, Infektion, Pseudarthrose, Reoperationen, Operationsdauer.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen. Resultat: keine signifikanten Unterschiede. Entscheidend ist die Erfahrung des Operateurs und nicht die Implantatwahl.

Studie	Puolakka et al. (2001)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Ullevaal Schraube (n=17) Thompson Teilendoprothese (n=15)
Randomisierungsart	Versiegelte Umschläge
Studienqualität	5

Follow up	12 Monate
Ergebnisse	Reoperationen, Mortalität, Operationsdauer, Blutverlust
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen Resultat: Vorteile für die Prothese. Patienten über 75 Jahre mit einer dislozierten medialen Schenkelhalsfraktur sollten mit einer Endoprothese versorgt werden.

Studie	Rehnberg et al (1989)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Olmed (Uppsala) (n=111) Von Bahr (n=111)
Randomisierungsart	Randomisierungsnummerntisch
Studienqualität	6
Follow up	12 Monate
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Redislokation, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Schraubenpenetration, Reoperation, Mortalität, Mobilität, Schmerzempfindung, Operationsdauer, Blutverlust
Anmerkung	Resultat: Die uppsala Schraube gewährt eine bessere Stabilität und verursacht somit weniger Komplikationen. Die Studie wurde in der Universität von Uppsala durchgeführt. Die meisten Komplikationen treten bei Patienten mit Schmerzen im 4 Monats follow-up auf. Nur diese sollten weiter radiologisch nachuntersucht werden. Es wurden die Daten aus der Tabelle im Anhang verwendet. Diese stimmen mit den Daten im Text überein.

Studie	Röden et al. (2003)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Von Bahr Schrauben (n=53) Bipolare Variokopfprothese (n=47)
Randomisierungsart	Versiegelte Umschläge
Studienqualität	5
Follow up	24 Monate (telefonisch 5 Jahre)
Ergebnisse	Redislokation, Femurkopfnekrose, Infektion, Pseudarthrose, Schraubenpenetration, Reoperationen, Klinikaufenthalt, Operationsdauer, Blutverlust.
Anmerkung	Patienten über 70 Jahre, nicht senil, mobil. Nur dislozierte Frakturen. Resultat: Bei diesem Patientenkollektiv ist die Versorgung mittels Prothese auf längere Sicht die Behandlung der Wahl.

Studie	Sernbo et al. (1990)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Rydell Nagel (n =205) Hansson Nagel (n=205)
Randomisierungsart	Randomisierungsgenerator
Studienqualität	5
Follow up	24 Monate
Untersuchte Komplikationen	Reposition, Schraubenposition, Redislokation, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Mortalität, Klinikaufenthalt, Operationsdauer, Blutverlust.
Anmerkung	Resultat: Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Prognosefaktoren: ursprünglicher Dislokationsgrad, geistiger Zustand, frühere Fraktur des Handgelenks. In der nichtdislozierten Gruppe fanden sich etwas bessere Resultate für die Hansson Nägel, da der Rydell Nagel evt. die Gefäßversorgung im Femurkopf beeinträchtigt.

Studie	Sikorski et al. (1981)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Garden Schrauben (n=76) Thompson Teilendoprothese (n=57)
Randomisierungsart	Randomisierungskarten in einer Box
Studienqualität	6
Follow up	24
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Femurkopfnekrose, Infektion, Pseudarthrose, Schraubenpenetration, Reoperationen.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen Resultat: Nachteile hinsichtlich der Mobilität in der Garden Schrauben Gruppe.

Studie	Sörensen et al. (1992)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Dynamische Hüftschraube (n=35) Gouffon Schrauben (n=38)
Randomisierungsart	Nicht angegeben
Studienqualität	5
Follow up	36
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Reoperationen, Mortalität, Schmerzempfindung.
Anmerkung	Resultat: signifikante Vorteile für die DHS. Prognosefaktoren: Reposition, Schraubenposition Angaben der Komplikationszahlen im Text stimmen bei gleichen Patientenzahlen nicht mit der angefügten Tabelle überein. Es wurden die Daten aus der Tabelle verwendet.

Studie	Söreide et al. (1979)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Von Bahr Schrauben (n=51) Christiansen Endoprothese (n=53)
Randomisierungsart	Nach Geburtsdatum
Studienqualität	4
Follow up	12 Monate
Ergebnisse	Redislokation, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose, Reoperationen, Mortalität, Klinikaufenthalt, Operationsdauer.
Anmerkung	Resultat: Vorteile für die Prothese, v.a. frühere postoperative Mobilisation und weniger Revisionsoperationen.

Studie	Strömquist et al. (1984)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Hansson Nagel (n=82) Rydell Nagel (n= 70)
Randomisierungsart	Nach Geburtsdatum
Studienqualität	3
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Femurkopfnekrose, Pseudarthrose (inkl. früher Redislokation).
Anmerkung	Resultat: Hansson Nägel sind überlegen und weisen signifikant weniger Komplikationen bei dislozierten Frakturen auf.

Studie	Tidermark et al. (2003)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Olmed (Uppsala) Schraube (n=55) Totalendoprothese (Exeter Schaft, OGEE Pfanne) (n=55)
Randomisierungsart	Versiegelte Umschläge
Studienqualität	6
Follow up	24
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose (inkl. früher Redislokation), Reoperation, Mortalität, Operationsdauer Blutverlust.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen. Nur mobile Patienten in gutem Geisteszustand. Resultat: Bei älteren, physisch und psychisch relativ gesunden Patienten liefert die Versorgung mittels Totalendoprothese die besseren Resultate.

Studie	Van Dortmont et al. (2000)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	AO Schraube (n=31) Zementierte Thompson Teilendoprothese (n=29)

Randomisierungsart	Nicht angegeben
Studienqualität	5
Follow up	24 Monate
Ergebnisse	Redislokation, Pseudarthrose, Reoperationen, Mortalität, Gehfähigkeit, Operationsdauer, Blutverlust.
Anmerkung	Nur dislozierte Frakturen. Nur demente Patienten über 70 Jahre. Prognosefaktoren: Alter, physische und psychische Verfassung, soziale Umstände. Resultat: Falls eine adäquate Reposition erreicht werden kann wird bei dementen, älteren Patienten die kopferhaltende Versorgung empfohlen.

Studie	Wihlborg (1990)
Implatart(en) (Anzahl der Patienten)	Rydell Nagel (n=100) Gouffon Nagel (n=100)
Randomisierungsart	Versiegelte Umschläge
Studienqualität	5
Follow up	24
Ergebnisse	Reposition, Schraubenposition, Femurkopfnekrose, Pseudarthrose (inkl. früher Redislokation), Reoperation, Mortalität
Anmerkung	Prognosefaktoren: Dislokationsgrad, Qualität der Repositionen und Schraubenposition, Alter des Patienten. Resultat: keine Unterschiede

3.5 Implantatarten

Olmed Schraube:



Abb. 19 Olmed (uppsala) Schraube, Lagerby 1998, S. 387



Abb. 20 Olmed (uppsala) Schraube Jenny 1999, S.436

Das in den eingeschlossenen Studien am häufigsten untersuchte Implantat ist die Olmed oder auch genannt Uppsala Schraube. Von neun Studien fanden 4 Autoren Vorteile dieser Schraube gegenüber dem Hansson Nagel (Herngren 1992 und Olerud 1991), von Bahr Schraube (Rehnberg 1989) und der dynamischen Hüftschraube (Benterud 1997). Kein Unterschied wurde zwischen der Olmed Schraube, der Ullevaal Schraube und der Tronzo Schraube (Alho 1998), als auch der Richards Schraube (Lagerby 1998) gefunden. Nachteile konnten nur in zwei Studien gezeigt werden, die die Olmed Schraube mit einer Totalendoprothese verglichen (Johansson 2000, Tidermark 2003).

Hansson Nagel:

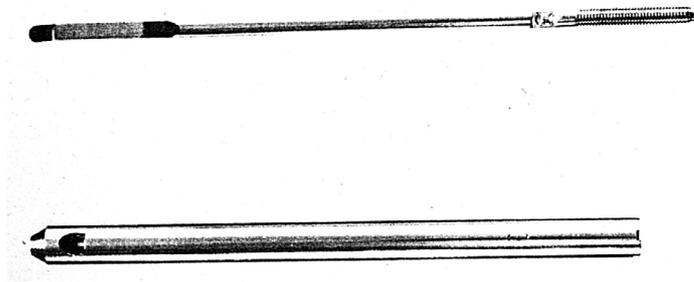


Abb. 21 Hansson Nagel mit Haken, Hansson 1982, S. 89

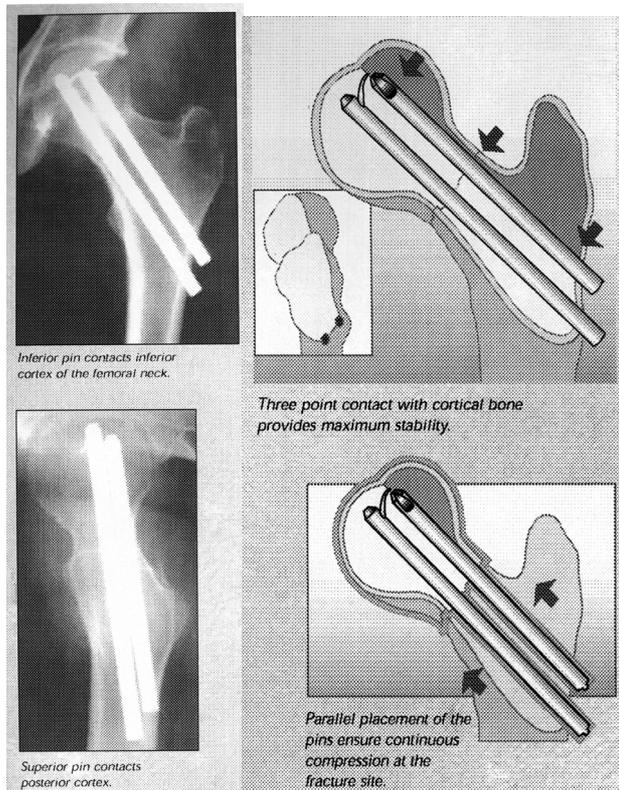


Abb. 22 Lage Hansson Nagel, Produktkatalog: Stryker®-Trauma, S.6

Das zweithäufigst untersuchte Implantat ist der Hansson Nagel. Vorteile konnten von Sernbo 1990 und Strömquist 1984 im Vergleich sowohl zum Rydell Nagel als auch von Elmerson 1995 im Vergleich zur dynamischen Hüftschraube gezeigt werden. Holmberg fand 1990 keinen Unterschied zum Rydell Nagel. Herngren 1992 und Olerud 1991 konnten Nachteile im Vergleich zur Olmed Schraube nachweisen und Jonsson fand 1996 Vorteile in der Versorgung mit einer Totalendoprothese.

Von Bahr Schraube:



Abb. 25 von Bahr Schraube, v. Bahr 1974, S. 278

Abb. 26 Von Bahr Schraube, Benterud 1992, S. 47

Bei der von Bahr Schraube wurde von Lindequist 1989 ein Vorteil zum Hessel Nagel, jedoch kein Unterschied zum Gouffon Schraube (Nagel) beschrieben. Paus fand 1986 ebenfalls keinen Unterschied im Vergleich zur dynamischen Hüftschraube. Rehnberg stellte 1989 Nachteile im Vergleich zur Olmed Schraube fest. Söreide 1979 und Röden 2003 fanden Vorteile in der Versorgung mittels einer Prothese.

AO-/Mecron Schraube:

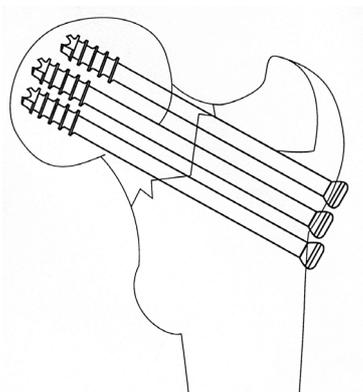


Abb. 28 AO-Schraube, Produktkatalog Synthes®, S.1

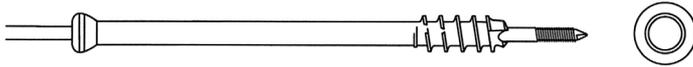


Abb. 29 AO-Schraube, Produktkatalog Synthes®, S. 2



Abb. 30 Mecron Schraube, Kuokkanen 1991 S. 54

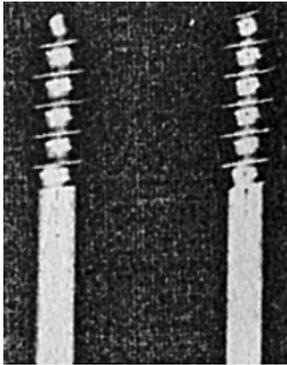


Abb. 31 Mecron (links), AO- Schraube (rechts), Benterud 1992, S. 47

In einer von drei Studien mit der AO-Schraube fand van Dortmont 2000, der nur demente Patienten untersuchte, Vorteile für die Schraubenosteosynthese im Vergleich zur Teilendoprothese. Madsen konnte 1987 keine Unterschiede zur dynamischen Hüftschraube feststellen, beschrieb jedoch etwas weniger Femurkopfnekrosen in der AO-Gruppe. Parker, Khan et.al. sahen 2002 Vorteile in der Versorgung mittels Teilendoprothese. Die im Design sehr ähnliche Mecron Schraube wurde 1991 von Kuokkanen in einer Vergleichsstudie mit einer Winkelplatte untersucht. Es wurden geringe Vorteile für die Winkelplattenosteosynthese beschrieben.

Gouffon Schraube (Nagel):



Abb. 27 Gouffon Schraube, Lindequist 1989, S. 293

Lindequist fand 1989 Vorteile der Gouffon Schraube gegenüber dem Hessel Nagel, jedoch keinen Unterschied zur von Bahr Schraube. Elmerson 1980 und Wihlborg 1990 beschrieben keinen Unterschied zum Rydell Nagel. Sörensen konnte 1992 Nachteile im Vergleich zur dynamischen Hüftschraube feststellen.

Rydell Nagel:



Abb. 23 Rydell Nagel, Strömquist 1984 S. 522

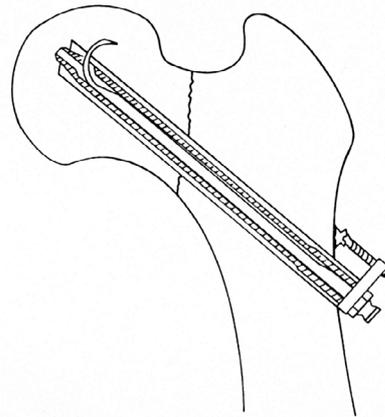


Abb. 24 Rydell Nagel, Rydell 1964, S.150

Der Rydell Nagel wurde von fünf Autoren untersucht. Elmerson 1988 und Wihlborg 1990 konnten keinen Unterschied zum Gouffon Nagel feststellen. Ebenso fand Holmberg 1990 keinen Unterschied zum Hansson Nagel. Sernbo 1990 und Strömquist 1984 beschrieben dagegen Nachteile im Vergleich zum Hansson Nagel.

Hessel Nagel:



Abb. 34 Hessel Nagel, Lindequist 1989, S. 293

Der Hessel Nagel wurde 1989 von Lindequist mit dem Gouffon Nagel und der von Bahr Schraube verglichen und für schlechter befunden.

Tronzo Schraube:

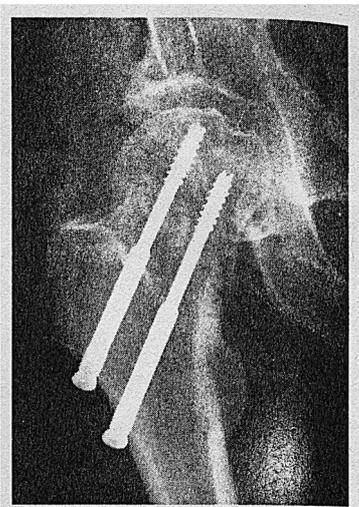


Abb. 35 Tronzo Schraube, Alho 1998, S. 464

Die Tronzo Schraube wurde von Alho 1998 in einer Multicenterstudie untersucht. Es wurde kein Unterschied zur Olmed bzw. Ullevaal Schraube gefunden.

Ullevaal Schraube:

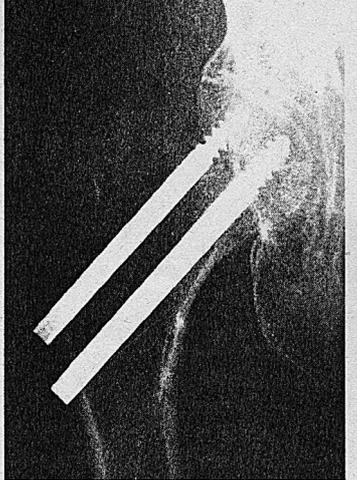


Abb. 32 Ullevaal Schraube, Alho 1998, S. 464



Abb. 33 Ullevaal Schraube, Jenny 1999, S.436

Bei der Ullevaal Schraube fand Alho 1998 keinen Unterschied zur Olmed bzw. zur Tronzo Schraube. Lykke beschrieb 2003 Nachteile im Vergleich zum Hansson Nagel, Puolakka empfiehlt 2001 die Versorgung mit einer Teilendoprothese.

Gekreuzte Nägel:

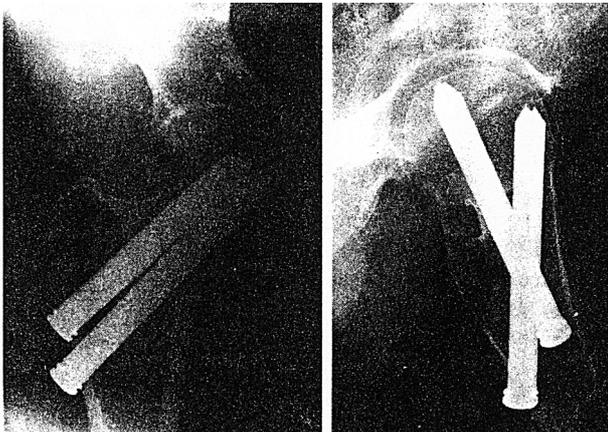


Abb. 41 gekreuzte Nägel, Christie 1988 S. 199

Christie stellte 1988 Vorteile von gekreuzten Nägeln im Vergleich zur dynamischen Hüftschraube fest.

Garden Schraube:

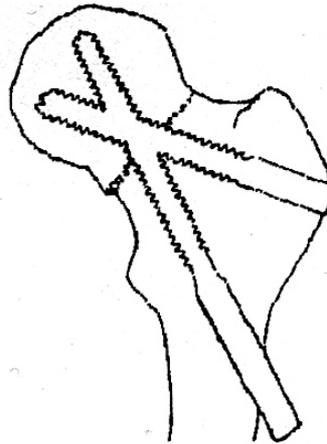
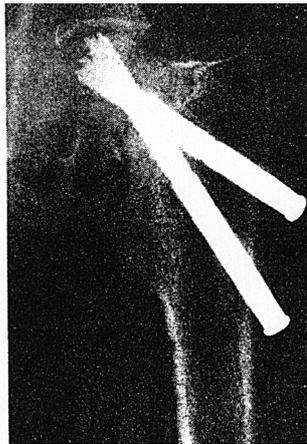


Abb. 43 Garden Schraube Sikorski 1981 S. 358

Abb. 44 Garden Schraube, Tronzo 1974, S. 480

Sikorski fand 1981 im Vergleich von Garden Schrauben mit einer Teilendoprothese Nachteile hinsichtlich der Mobilität in der Schraubengruppe.

Scand Schraube:



Abb. 36 Scand Schraube, Alberts 1989, S. 299

Nyström Nagel:



Abb. 37 Nyström Nagel, Alberts 1989, S. 299



Abb. 38 Nyström Nagel, Tronzo 1974, S. 480

Die Scand Schraube wurde 1989 von Alberts mit dem Nyström Nagel verglichen. Beide Implantate lieferten schlechte Ergebnisse.

Thornton Nagel:

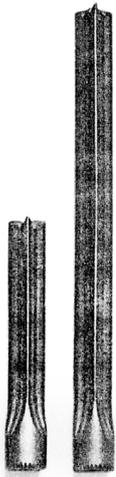


Abb. 42 kurzer und langer Thornton Nagel, Frandsen 1981, S.548

Der Thornton Nagel war in der Studie von Frandsen 1981 dem dynamische Hüftnagel unterlegen.

Richards Schraube:



Abb. 40 Richards Schraube, Lagerby 1998, S. 387

Lagerby verglich 1998 die Richards Schraube mit der Olmed Schraube und konnte keinen Unterschied feststellen.

Tabelle 3: Implantattabelle

Implantat	Schaftdurchmesser (mm)	Gewindedurchmesser (mm)	Empfohlene Anzahl	Besonderheiten
1. Uppsala (Olmed) Schraube	6	8	2	Kanüllierte, selbstschneidend
2. Li-Hansson hook pin (Nagel)	6,5	Kein Gewinde	2	Ein Haken kann aus der Spitze ausgefahren werden
3. Von Bahr Schraube	5,5	6,5 (7,0)	2	
4. AO/ASIF Schraube	4,8	7,3	3-4	Kanüllierte, selbstschneidend
5. Gouffon Schraube (Nagel)	6,5	6,5	3-4	selbstschneidend, kurzes Gewinde
6. Rydell Nagel		Kein Gewinde	1	Lamellennagel, ein Haken kann aus der Spitze ausgefahren werden
7. Hessel Nagel	6,5	Kein Gewinde, distal mit Widerhaken versehen.	3	Keine Vorbohrung, wird mit Hammer eingeschlagen
8. Mecron Schraube	6,5	6,5	3	Kanüllierte
9. Tronzo Schraube	6,5 (äußerer Schaft)	6,5	2	Besitzt Gleiteigenschaft
10. Ullevaal Schraube	7	7	3	
11. Gekreuzte Nägel	8	Kein Gewinde	2	Gekreuzt platziert
12. Garden Schraube	8	8	2	Gekreuzt platziert
13. Scand hip Schraube (Nagel))	4,8	4,8	3	selbstschneidend
14. Thornton Nagel		Kein Gewinde	1	Kanüllierte Lamellennagel
15. Nyström Nagel	6,2	Kein Gewinde	3	Keine Vorbohrung, wird mit Hammer eingeschlagen
16. Richards Schraube	4,8	6,86	3	Selbstschneidend, kanüllierte

4 Ergebnisse

Im Zeitraum von 1979 bis 2005 wurden in 31 Studien 16 verschiedene Implantatarten 46-mal beschrieben. Es wurden 4500 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 78,5 Jahren und einem Frauenanteil von 72,5% untersucht. In 26 Untersuchungsgruppen waren 712 Patienten mit undislozierten Schenkelhalsfrakturen Bestandteil der Studien. Dislozierte Frakturen wurden in 42 Untersuchungsgruppen bei 3512 Patienten beschrieben. Im Durchschnitt wurden die Patienten 24 Monate nachuntersucht. Die durchschnittliche Operationszeit betrug 30 Minuten, der durchschnittliche Blutverlust war 40 ml. In 25 Untersuchungsgruppen wurde das Repositionsergebnis bei 67,54% der Patienten als gut beschrieben. Eine gute Implantatpositionierung wurde bei 20 Untersuchungsgruppen untersucht und konnte bei 68,14% der Patienten erreicht werden. 32 Untersuchungsgruppen beschrieben bei 2822 Patienten 704 Todesfälle. Das entspricht einer Mortalität von 24,95% (siehe Anhang 7. Tabelle 117-119).

67,88% der Patienten waren 1 Jahr postoperativ ohne oder mit einem Gehstock mobil.

48,77% der Patienten waren nach letztem follow up schmerzfrei oder fühlten gelegentlich geringen Schmerz.

Die Olmed Schraube wurde mit neunmal am häufigsten, gefolgt vom Hansson Nagel mit achtmal untersucht. Fünfmal wurde die von Bahr Schraube und der Rydell Nagel in Studien beschrieben. Der Gouffon Nagel war viermal, die AO- Schraube, sowie die Ullevaal Schraube je dreimal Bestandteil der Studien. Der Hessel Nagel, die Mecron Schraube, die Tronzo Schraube, die gekreuzten Nägel, die Garden Schraube, die Scand Hüftschraube, der Thornton Nagel, der Nyström Nagel und die Richards Schraube wurden jeweils nur in einer Studie untersucht.

Wenn man Gruppen im Design ähnlicher Implantate bildet, kann man mit einem größeren Gewindedurchmesser die Olmed Schraube und die Ullevaal Schraube zusammenfassen (Gruppe A). Entsprechend ähnlich im Design mit einem kleinerem Gewindedurchmesser kann man die von Bahr Schraube, die AO-Schraube und die Mecron Schraube in eine Gruppe schließen (Gruppe B). Die dritte Gruppe bilden die Gouffon Schraube mit der Scand Hüftschraube und der Richards Schraube (Gruppe C) als dünne Schrauben mit kurzem Gewinde. In manchen Studien wird die Gouffon Schraube und die Scand Hüftschraube auch als „pin“ bezeichnet.

4.1 Frühe Redislokation

Siehe 7. Anhang Tabelle 7-24.

Diese Komplikation ist als Verlust von stabiler Reposition binnen 3 Monaten, bzw. maximal 6 Monaten definiert. Es konnten in 26 Untersuchungsgruppen 2390 Patienten berücksichtigt werden. Dabei trat bei 274 Patienten eine frühe Redislokation auf. Das entspricht im Durchschnitt 11,46%. In 1,99% der Fälle trat diese Komplikation bei undislozierten Frakturen auf, in 13,29% der Fälle bei dislozierten Frakturen. Im direkten Vergleich der Schrauben hatte die Richards Schraube mit 3,85% die geringste und der Nyström Nagel mit 24,29% die höchste Komplikationsrate. Bei den Implantatgruppen redislozierten in Gruppe A 8,12%, in Gruppe C 10,82% und in Gruppe B 15,43% aller versorgten Frakturen. Reoperationen konnten in 17 Studien bei 1594 Patienten untersucht werden. Es wurden 146 Reoperationen durchgeführt. Das entspricht einem Durchschnitt von 9,16% aller primär versorgten Patienten. Mit 17,57% wurden bei der Ullevaal Schraube die häufigsten, mit 1,54% bei der Richards Schraube am wenigsten Revisionen durchgeführt.

Bei den angegebenen Daten weisen Schrauben mit dem Design der Richards Schraube den geringsten Anteil an Redislokationen und Revisionen auf. Beim Nyström Nagel mit der höchsten Redislokationsrate lagen leider keine Revisionsdaten vor. Insofern wurden bei der Ullevaal Schraube die meisten Reoperationen durchgeführt.

4.2 Femurkopfnekrose

Siehe 7. Anhang Tabelle 25-45.

Die Femurkopfnekrose oder –teilnekrose wird als radiologisch sichtbarer Einbruch oder veränderte Knorpel-/Knochenstruktur des Femurkopfes beschrieben. Sie konnte in 39 Untersuchungsgruppen beurteilt werden. Sie trat bei 360 von 3796 Patienten auf, also bei durchschnittlich 9,48% der Patienten nach letztem follow-up. Nach einem Jahr postoperativ wurde im Durchschnitt bei 5,41% der Patienten eine Femurkopfnekrose nachgewiesen. Bei undislozierten Frakturen trat sie bei 9,69% der Patienten auf, bei dislozierten Frakturen in 9,84% der Fälle. Dabei erreichte die Richards Schraube mit 3,85% den niedrigsten Anteil und der Hessel pin mit 17,78 den höchsten Anteil. In den Gruppen schnitt Gruppe B mit 7,81% am besten, gefolgt von Gruppe A mit 9,01% und Gruppe C mit 9,88% ab. Bei den Reoperationen konnten 23 Untersuchungsgruppen mit 2187 versorgten Patienten beurteilt

werden. Es wurden 115 Revisionen durchgeführt, das entspricht 5,26% im Durchschnitt. Die Richards Schraube hatte mit 2,31% den geringsten, der Hessel pin mit 13,33% den höchsten Anteil. Bei den Gruppen lag die Gruppe A (3,45%) vor Gruppe B (5,58%) und Gruppe C (6,47%).

4.3 Infektion

Siehe 7. Anhang Tabelle 46-48.

Bei dieser Komplikation wurden nur tiefe Infektionen beurteilt. Insgesamt traten bei 1804 Patienten aus 19 Untersuchungsgruppen 19 Infektionen auf. Das entspricht 1,05% im Durchschnitt. Die maximale Infektionsrate hatte die von Bahr Schraube mit 1,79%.

Durch die Gabe von Antibiotikaprohylaxe wurde eine wesentlich kleinere Infektionsrate von 0,61% im Gegensatz zu 1,72% (ohne Antibiotikaprohylaxe) beschrieben.

4.4 Pseudarthrose

Siehe 7. Anhang Tabelle 49-69.

Die Pseudarthrose wird als ausbleibende knöcherne Heilung später als 6 Monate post OP beschrieben. Sie konnte in 40 Untersuchungsgruppen bei 3836 Patienten beurteilt werden und trat 667 mal, entsprechend 17,39% auf. Bei undislozierten Frakturen trat die Pseudarthrose mit 5,17% erwartungsgemäß weitaus geringer als bei dislozierten Frakturen mit 22,10% auf. Bei 16,18% trat sie innerhalb eines Jahres auf, bei 17,39% nach letztem follow-up.

In der Studie von Sikorski (1981) wurde bei der Garden Schraube eine Pseudarthroserate von nur 1,32% beschrieben. In der Studie von Lindequist (1989) wurde bei den Hessel pins mit 40% die höchste Pseudarthroserate gefunden.

In Gruppe A trat diese Komplikation mit 12,01% am seltensten, gefolgt von Gruppe C mit 20,36% und Gruppe B mit 21,42% auf.

In 24 Untersuchungsgruppen mussten 227 von 2215 primär versorgten Patienten reoperiert werden. Bei einem Durchschnitt von 10,25% musste beim Hessel pin in 28,89% am häufigsten und bei der Ullevaal Schraube in 3,38% der Fälle am seltensten revidiert werden. In Gruppe C mussten 14,09%, in Gruppe B 12,64% und in Gruppe A 5,95% reoperiert werden.

4.5 Pseudarthrose inkl. frühe Redislokation

Siehe 7. Anhang Tabelle 70-84.

Da einige Studien diese Komplikationen zusammenfassen, wurde die Summe beider separat untersucht. Sie konnten nach letztem follow-up in 42 Untersuchungsgruppen bei 3876 Patienten 848 mal nach einem Jahr und 941 mal nach letztem follow up festgestellt werden. Das entspricht 21,88 % nach 1 Jahr und respektive 24,28% nach letztem follow up. Insgesamt wurden bei der scand Schraube in 44,44% der Fälle diese Komplikation beschrieben. In der Studie von Sikorski 1981 wurden bei der Garden Schraube eine Pseudarthrose inkl. frühe Redislokationsrate von nur 1,32% angegeben. In Gruppe B traten diese Komplikationen bei 28,01%, in Gruppe C bei 25,04% und in Gruppe A 19,28% der Fälle auf. Es wurden 15,47% aller operierten Patienten wegen diesen Komplikationen revidiert.

4.6 Implantatpenetration

Siehe 7. Anhang Tabelle 85-91.

Hier wurden Penetrationen der Implantate in den Hüftgelenksspalt beschrieben. In 19 Untersuchungsgruppen konnten unter 1751 primär versorgten Patienten 136 Schraubenpenetrationen festgestellt werden. Das entspricht einem Durchschnitt von 7,77%. Am häufigsten fand man sie beim Hessel pin mit 28,89%, am seltensten bei der Richards Schraube, bei der diese Komplikation in der Studie von Lagerby 1998 von 130 versorgten Patienten nur einmal auftrat. In Gruppe B penetrierten 8,07%, in Gruppe C 5,45% und in Gruppe A 5,05%. Bei älteren Studien (1979-1990) wird diese Komplikation bei 11,30%, bei jüngeren (1990-2005) nur noch bei 4,51% der Patienten beschrieben. Insgesamt mussten 3,40% aller versorgten Patienten wegen dieser Komplikation revidiert werden.

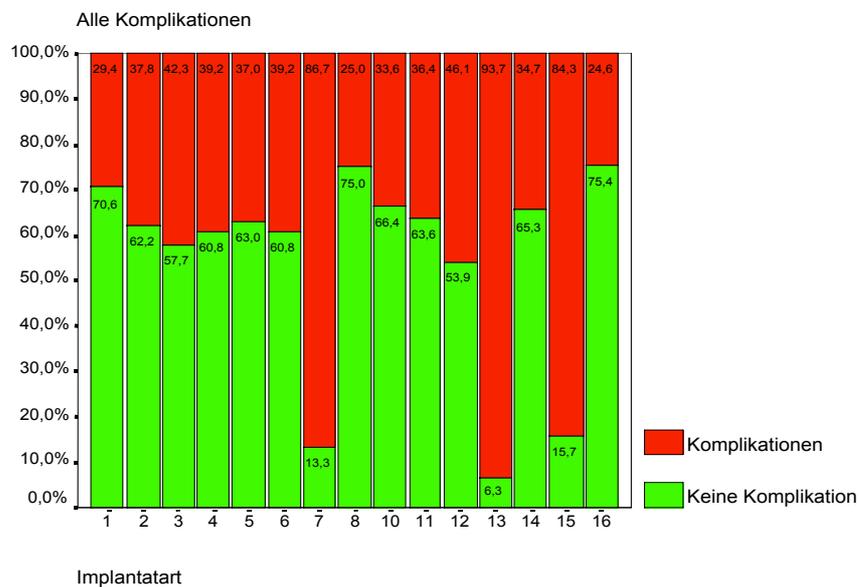
4.7 Gesamtkomplikation

Siehe 7. Anhang Tabelle 92-103.

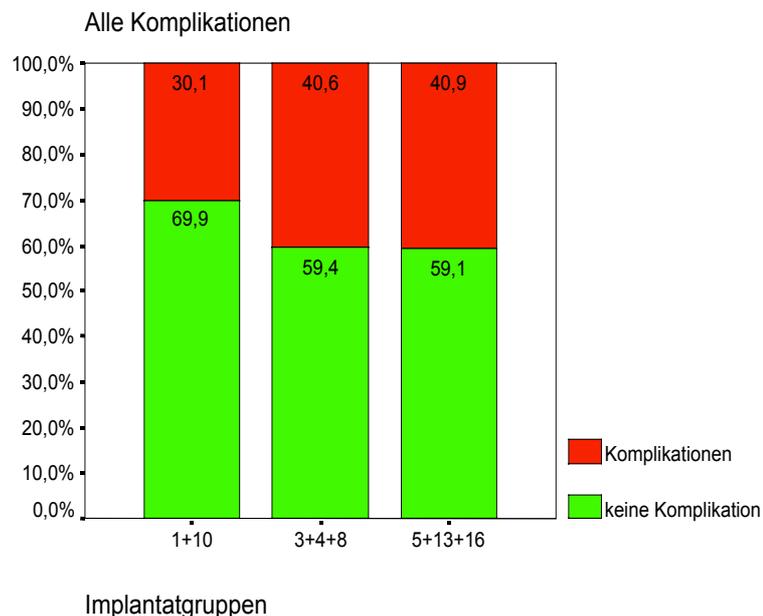
Bei den Gesamtkomplikationen wurden aus den einzelnen Studien alle Komplikationsangaben, die sich auf das Implantat beziehen, zusammengefasst. In der Gruppe

der undislozierten Frakturen traten bei 19,77% der Patienten Komplikationen auf, bei dislozierten Frakturen in 43,34% der Fälle. In 42 Untersuchungsgruppen traten unter 3876 primär versorgten Patienten 1503 Komplikationen auf. Das sind im Durchschnitt 38,78%. Am schlechtesten schnitt die Schand Schraube mit 93,65%, gefolgt vom Hessel pin mit 86,67% und dem Nyström Nagel mit 84,29% Gesamtkomplikationen ab. Das beste Ergebnis erzielte die Richards Schraube mit 24,62% (Graphik 1). Gruppe A liegt mit 30,14% vor Gruppe B mit 40,59% und Gruppe C mit 40,93% (Graphik 2 und 3).

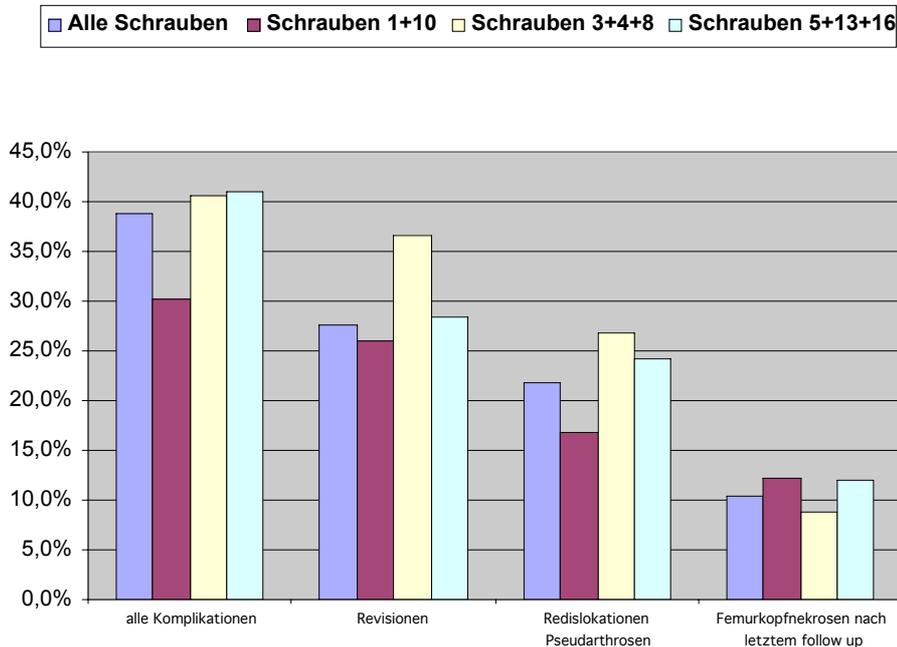
Graphik 1 Gesamtkomplikationen nach Implantatart



Graphik 2 Gesamtkomplikationen nach Implantatgruppen



Graphik 3 Übersicht einzelne Komplikationsraten nach Gruppen



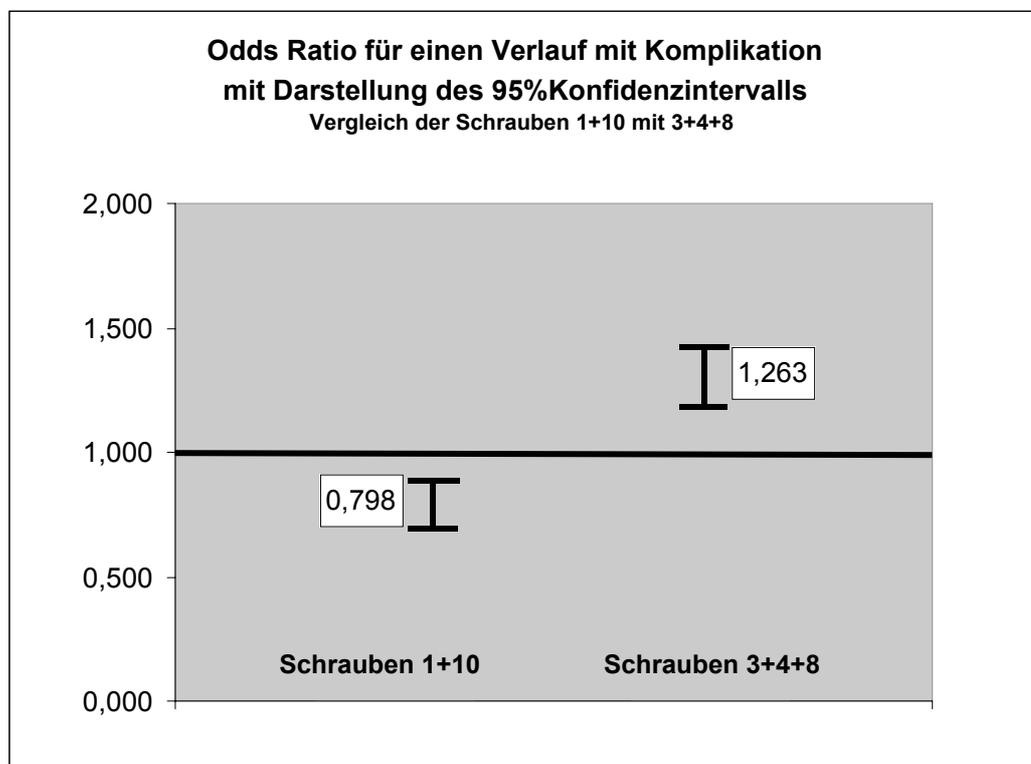
Im Publikationszeitraum von 1979-1990 wurde eine Gesamtkomplikationsrate von 41,32% beschrieben, von 1991-2005 eine Rate von 35,15%. Bei jungen Patienten (unter 78,5 Jahre) wurden Komplikationsraten von 41,51% aller primär versorgten Patienten, bei alten Patienten (über 78,5 Jahre) von 35,15% beschrieben. Der geringere Anteil an Komplikationen beim alten Menschen liegt wohl an der höheren Mortalitätsrate und der damit verbundenen geringeren Nachuntersuchungsteilnahme. Kein Unterschied konnte bei der Trennung der Geschlechter hinsichtlich der Komplikationsraten festgestellt werden (siehe Anhang 7. Tabelle 101-103).

Für die Schraubengruppen wurde außerdem die odds ratio berechnet (Tabelle und Graphik 4-6). Nachfolgend wird beschrieben, dass die Gruppe A signifikant weniger Komplikationen als Gruppe B und C aufweist. Bei letzteren besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Gesamtkomplikationsrate.

Tabelle 4 odds ratio Implantate 1+10 und 3+4+8

	Odds ratio	95%-Konfidenzintervall
Komplikationen ja/nein	0,631	0,510-0,782
Implantate 1+10	0,798	0,715-0,890
Implantate 3+4+8	1,263	1,136-1,405

Graphik 4 odds ratio Implantate 1+10 und 3+4+8

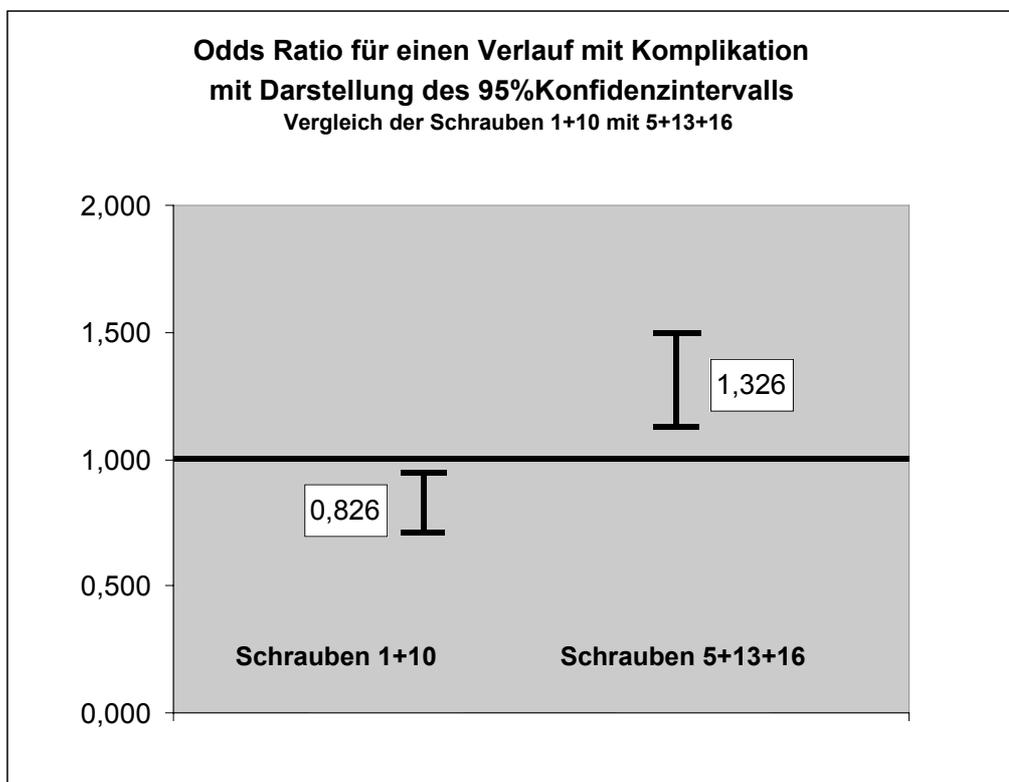


In der Gruppe A (Uppsala (1)+Ullevaal (10)) traten unter insgesamt 783 versorgten Patienten 236 Komplikationen auf. In der Gruppe B (von Bahr(3)+AO(4)+Mecron(8)) entsprechend unter 707 Patienten 287 Komplikationen. Die jeweilige odds ratio ist in Tabelle 4 dargestellt. Aus Graphik 4 ist ersichtlich, dass die Gruppe A signifikant weniger Komplikationen aufweist als Gruppe B, weil durch die Intervallgrenzen des 95% Konfidenzintervalls die 1 nicht umschlossen wird.

Tabelle 5 odds ratio Implantate 1+10 und 5+13+16

	Odds ratio	95%-Konfidenzintervall
Komplikationen ja/nein	0,623	0,492-0,788
Implantate 1+10	0,826	0,747-0,912
Implantate 5+13+16	1,326	1,156-1,520

Graphik 5 odds ratio Implantate 1+10 und 5+13+16

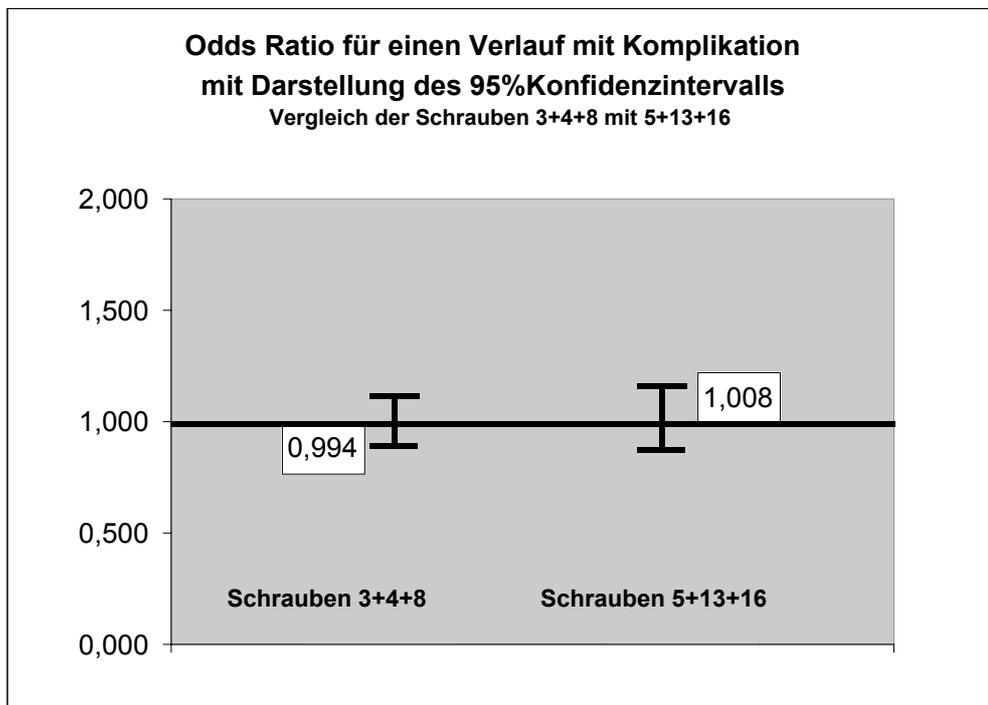


In der Gruppe A (Uppsala (1)+Ullevaal (10)) traten unter insgesamt 783 versorgten Patienten 236 Komplikationen auf. In Gruppe C (Gouffon (5)+Scand hip (13)+Richards (16)) unter 496 Patienten 203 Komplikationen. Die jeweilige odds ratio ist in Tabelle 5 dargestellt. Aus Graphik 5 ist ersichtlich, dass die Gruppe A signifikant weniger Komplikationen aufweist als Gruppe C, weil durch die Intervallgrenzen des 95% Konfidenzintervalls die 1 nicht umschlossen wird.

Tabelle 6 odds ratio Implantate 3+4+8 und 5+13+16

	Odds ratio	95%-Konfidenzintervall
Komplikationen ja/nein	0,986	0,781-1,246
Implantate 3+4+8	0,994	0,903-1,095
Implantate 5+13+16	1,008	0,879-1,156

Graphik 6 odds ratio Implantate 3+4+8 und 5+13+16



In der Gruppe B (Von Bahr(3)+AO(4)+Mecron(8)) traten unter 707 primär versorgten Patienten 287 Komplikationen auf. In Gruppe C (Gouffon (5)+Scand hip (13)+Richards (16)) unter 496 Patienten 203 Komplikationen. Die jeweilige odds ratio ist in Tabelle 6 dargestellt. Aus Graphik 6 ist ersichtlich, dass zwischen den Gruppen B und C kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Gesamtkomplikationsrate besteht, weil durch die Intervallgrenze des 95% Konfidenzintervalls die 1 umschlossen wird.

4.8 Reoperation

Siehe 7. Anhang Tabellen 104-116.

In 35 Untersuchungsgruppen mussten 912 von 3302 primär versorgten Patienten wegen einer Komplikation revidiert werden. Im Durchschnitt resultierten 27,62%, wobei der Hessel pin mit 84,44% den größten Anteil und der Hansson pin mit 20,73% den geringsten Teil an Revisionen der untersuchten Implantate aufwies. Bei den nicht dislozierten Frakturen mussten 8,62% revidiert werden, bei den dislozierten 25,42%. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass bei den Implantaten 13-16 keine Reoperationen angegeben sind. In der Gruppe B mussten 36,64%, in der Gruppe C 28,38% und in der Gruppe A 26,02% reoperiert werden. Die Revisionen wurden bei 13,71% aller primär operierten Patienten mit einer Teilendoprothese und bei 9,18% mit einer Totalendoprothese durchgeführt. 20,26% aller primär versorgten Patienten wurden mit einer nicht näher bezeichneten Endoprothese reoperiert. Bei 8,96% wurden die Schrauben entfernt, bei 1,78% fand eine Neuversorgung mittels Schrauben statt. Bei Betrachtung der Studien getrennt nach Publikationsjahr, wurden von 1979-1990 in 7,37% der Fälle, im Zeitraum von 1991-2005 in 16,20% der Fälle Revisionen mit einer Teilendoprothese durchgeführt. Entsprechend verhält sich die Versorgung mittels Totalendoprothese als Revisionsoperation gegenläufig: Von 1979-1990 bei 16,36%, von 1991-2005 bei 6,32% der primär versorgten Patienten.

5 Diskussion

Obwohl schon verschiedene Übersichtsarbeiten und Metaanalysen über die beste Versorgung der medialen Schenkelhalsfrakturen angefertigt wurden, besteht bis zum heutigen Zeitpunkt kein Konsens über die optimale Versorgung des individuellen Patienten (Lu-Yao 1994, Kuner 1995, Parker 1998, Parker und Stockton 2002, Bhandari 2003, Masson 2005). Im Rahmen der kopferhaltenden Methoden wurde in dieser Analyse besonders auf die Versorgung mittels Schrauben oder Nägeln eingegangen. Parker verglich 1998 und 2002 randomisiert kontrollierte Studien, die kopferhaltende Methoden untersuchten. Es konnten aber keine signifikanten Aussagen über Vorteile eines Implantates gemacht werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die meisten Studien mit einer zu geringen Fallzahl durchgeführt wurden, um signifikante Unterschiede bezüglich der Komplikationsraten zu erhalten. Vorsicht ist geboten bei Studien von Kliniken, die bessere Resultate bei Implantaten beschreiben, die in der selben entworfen wurden (Parker und Stockton 2002, S.9). Für die Frage welche Anzahl an Schrauben bzw. Nägeln zur Stabilisierung der medialen Schenkelhalsfraktur nötig ist, wurde keine randomisiert kontrollierte Studie am lebenden Menschen gefunden. In einer biomechanischen Studie an Leichen verglich Maurer 2003 die Stabilität von zwei und drei Spongiosaschrauben nach einer Osteotomie des Schenkelhalses. Es wurde beschrieben, dass „zwei Schrauben für diesen Frakturtyp eine akzeptable Methode seien, die Verwendung einer zusätzlichen Schraube jedoch eine erhöhte Stabilität liefert“ (S.438). Zu berücksichtigen ist aber das jeweilige Design eines Implantates und dass zusätzliche Implantate die Femurkofperfusion beeinträchtigen können.

In dieser Studie wurden alle vorhandenen Daten aus randomisiert kontrollierten Studien, die eine Osteosynthese mit Schrauben bzw. Nägeln durchführten, zunächst extrahiert und danach je nach Schrauben-/Nagelart bzw.- design wieder zusammengeführt. Die Gesamtkomplikationsrate wurde aus allen angegebenen Komplikationen zusammengefasst, die sich auf das Implantat beziehen. Andere Studien fassen in diesem Zusammenhang nur die Hauptkomplikationen zusammen. Aus diesem Grund scheint die Gesamtkomplikationsrate dieser Studie von 38,78% relativ hoch, spiegelt aber alle Komplikationen (Hauptkomplikationen, Infektionen, Veränderung der Schraubenlage) wider. Undislozierte Frakturen hatten eine Gesamtkomplikationsrate von 19,77%, dislozierte Frakturen von 43,34%. Reoperationen mussten im Durchschnitt bei 27,62% aller primär versorgten Patienten durchgeführt werden. Kuner erfasste 1995 in einer AO-Sammelstudie 266 Patienten

von 328 kopferhaltend operierten Patienten nach medialer Schenkelhalsfraktur. Er trennte Allgemeinkomplikationen, die bei 12,2% lagen und lokale Komplikationen, die bei 11,6% lagen. Die Hauptkomplikationen nach kopferhaltender Osteosynthese stellen nach wie vor die Femurkopfnekrose und die Pseudarthrose dar. In einer Metaanalyse beschreibt Lu-Yao 1994 (S.19) Pseudarthrosenraten von 23%-37% und Femurkopfnekrosenraten von 11%-19%. Kutscha-Lissberg wertete 2001 (S.1263) in einer Übersichtsarbeit Nekrosenraten von 12,2%-17,3% und Pseudarthrosenraten von 5,5% (undislozierte Frakturen) – 18,2% (dislozierte Frakturen) aus. In der vorliegenden Studie wurde eine Pseudarthrosenrate von 17,90% und eine Femurkopfnekrosenrate von 9,48% ausgewertet. Nicht zu vernachlässigen ist dabei auch die Komplikation der frühen Redislokation. Sie beträgt in dieser Studie 11,46%. Frühe Redislokation und Pseudarthrose zusammen betragen 24,28%.

Entscheidend ist auch die unterschiedliche Betrachtung von dislozierten und undislozierten Frakturen. Gravierende Unterschiede sind bei Pseudarthrose inklusive früher Redislokation zu finden. Hier resultieren 6,60% bei undislozierten Frakturen und 29,54% bei dislozierten Frakturen. Die Femurkopfnekrosenrate unterscheidet sich dagegen kaum im Vergleich disloziert (9,84%) und undisloziert (9,69%) nach durchschnittlich 24 Monaten Nachuntersuchungszeit. Interessant sind die Ergebnisse von Tidermark 2002: Er untersuchte die Lebensqualität der Patienten nach kopferhaltender Osteosynthese und fand, dass Patienten mit initial dislozierter Fraktur trotz komplikationsloser Heilung nach zwei Jahren eine signifikant niedrigere Lebensqualität als Patienten mit initial undislozierter Fraktur angaben. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Betrachtung des 1 Jahres follow-up im Vergleich zum gesamt follow-up (durchschnittlich 2 Jahre). Hier zeigt sich bei der Femurkopfnekrosenrate fast eine Verdopplung von 5,41% nach 1 Jahr und 9,48% nach durchschnittlich 2 Jahren. Fraglich ist, wie sich die Femurkopfnekrosenrate in weiterführenden Nachuntersuchungen verhalten würde. Kuner beschrieb 1995 in einer AO-Sammelstudie 26% totale oder partielle aseptische Hüftkopfnekrosen nach durchschnittlich 46,7 Monaten Nachuntersuchungszeit. Dies zeigt, dass zur Erfassung aller auftretenden Hüftkopfnekrosen eine durchschnittliche Nachuntersuchungszeit von 2 Jahren nicht ausreicht. Im Kollektiv von Pseudarthrose und früher Redislokation finden sich geringere Unterschiede von 21,88% nach 1 Jahr und 24,28% nach durchschnittlich 2 Jahren follow-up.

Die durchschnittliche Infektionsrate von 1,05% liegt im akzeptablen Bereich. In Studien, die prophylaktisch Antibiotika verabreichten, konnte die Rate der tiefen Infektionen auf 0,61% gesenkt werden.

Die Gesamtmortalität beträgt in dieser Analyse 24,95% nach letztem follow-up. Parker und Anand untersuchten 1991 „die wahre Mortalität bei Hüftfrakturen“ und fanden, dass ca. nur 15% der Todesfälle direkt auf die proximale Femurfraktur zurückzuführen sind. Die restlichen Sterbefälle hängen mit verschiedenen Faktoren des Alterns zusammen (S.443).

Die Aussagekraft, ob Differenzen der einzelnen Schrauben hinsichtlich der Komplikationsraten bestehen, ist schwierig zu beurteilen. Einzelne Implantate wurden jeweils nur in einer einzigen Studie untersucht: Der Hessel Nagel, die Mecron Schraube, die Tronzo Schraube, die gekreuzten Nägel, die Garden Schraube, die Scand Hüftschraube, der Thornton Nagel und der Nyström Nagel. Diese Tatsache muss bei der Beurteilung der einzelnen Komplikationsergebnisse in Betracht gezogen werden. Aus diesem Grund wurden Implantatgruppen, die im Design ähnlich sind, gebildet. Bei der Beurteilung einzelner Komplikationsraten der Gruppen muss aber auch hier beachtet werden, dass nicht alle Schrauben der jeweiligen Gruppen in jeder einzelnen Komplikationsauswertung miteinbezogen werden konnten. Trotzdem wurden Tendenzen der Komplikationshäufigkeit bei unterschiedlichen Designarten gefunden. Dünne Nägel oder dünne Schrauben mit kurzem Gewinde wie der Hessel Nagel (40,00%), der Nyström Nagel (42,86%) oder die Scand Schraube (44,44%) zeigten bei Pseudarthrose inklusive früherer Redislokation die höchsten Komplikationsraten. Der Hessel Nagel zeigte auch bei den Femurkopfnekrosen mit 17,78% vor den gekreuzten Nägeln (16,67%), die kein Gewinde besitzen, einen großen Durchmesser aufweisen und nach heutigem Wissen in falscher Weise implantiert wurden, die höchste Komplikationsrate. Entsprechend verhalten sich die Gesamtkomplikationen bei der Scand Schraube (93,65%), beim Hessel Nagel (86,67%) und beim Nyström Nagel (84,29%).

Demnach ist festzuhalten, dass Nägel ohne Gewinde oder Haken, sowie dünne Schrauben der medialen Femurhalsfraktur bei der Osteosynthese offensichtlich nicht genügend Stabilität verleihen können, somit eine erhöhte Redislokation und Pseudarthrose aufweisen, und daraus folgend die höchsten Gesamtkomplikationsraten resultieren. Ebenso können Nägel, die wie der Hessel Nagel oder der Nyström Nagel ohne Vorbohrung mit dem Hammer eingeschlagen werden, eine Dehiszenz des Frakturspaltes verursachen.

Die Femurkopfnekrose tritt vermehrt bei Implantaten mit größerem Durchmesser auf, da dadurch die Kopfperfusion eher beeinträchtigt wird (gekreuzte Nägel 16,67%). Entsprechend tritt sie aber auch bei ungenügender Stabilität auf, da dadurch ebenfalls eine Reperfusion des Femurkopfes erschwert wird (Hessel Nagel 17,78%). Keine massiv erhöhte

Femurkopfnekroserate konnte dagegen bei den dicken Lamellennägeln festgestellt werden (Rydell Nagel 10,87%, Thornton Nagel 8,67%).

Betrachtet man die Gruppen, erhält man in der Gruppe A (Olmed und Ullevaal Schraube) mit einem größeren Gewindedurchmesser eine wesentlich geringere Pseudarthrose- inklusive früher Redislokationsrate (19,28%) und Gesamtkomplikationsrate von (30,14%) gegenüber den anderen Gruppen mit kleinerem Gewindedurchmesser (Gruppe B) oder kurzem Gewinde (Gruppe C). Entsprechend traten Redislokationen+Pseudarthrosen in Gruppe B bei 28,01% auf, in Gruppe C bei 25,40%. Die Gesamtkomplikationsrate betrug in Gruppe B 40,59% und in Gruppe C 40,93%. Bei der Femurkopfnekroserate war die Gruppe B wahrscheinlich wegen eines geringeren Gewindedurchmessers mit 7,81% der Gruppe A mit 9,01% leicht überlegen. Den höchsten Anteil mit 9,88% wies aber die Gruppe C mit kleinerem und kurzem Gewinde wahrscheinlich aufgrund unzureichender Stabilität auf. Parker beschrieb 1998 ebenfalls höhere Komplikationsraten von Nägeln gegenüber Schrauben. Er räumte aber ein, dass Nägel mit einem Haken eine höhere Stabilität und geringere Komplikationsraten aufweisen. Beim Hansson Nagel und dem Rydell Nagel, beide mit einem Haken versehen, resultierten in der vorliegenden Analyse Gesamtkomplikationsraten von 37,83% (Hansson) und 39,21% (Rydell), die dem Durchschnitt entsprechen.

Kanüllierte Implantate, die mit einem Führungsdraht platziert werden können, weisen kleinere Raten an Penetrationen auf, als nicht kanüllierte. Nach letztem follow-up hatten die nicht kanüllierte Implantate Hessel Nagel mit 28,89%, Garden Schraube mit 19,74% und Scand Schraube mit 17,46% die höchsten Raten an Penetration. Erwähnenswert ist auch die Tatsache, dass in Studien, die zwischen 1979-1990 publiziert wurden, eine Penetrationsrate von 11,30% vorliegt, dagegen in Studien von 1991-2005 nur 4,51% Penetrationen beschrieben wurden.

Die durchschnittliche Gesamtrevisionsrate beträgt 27,62%. Interessant ist die Veränderung der Revisionsversorgung im Vergleich der Publikationsjahre. Wurde in Studien vor 1990 eher die Reoperation mittels Totalendoprothese durchgeführt (16,36% zu 7,37% Teilendoprothese), verlagerten sich die Revisionsoperationen nach 1990 zu Gunsten der Teilendoprothese (16,36% zu 6,32% Totalendoprothese).

Um die optimale Versorgung des individuellen Patienten mit einer medialen Schenkelhalsfraktur zu gewährleisten, müssen weitere Punkte als nur die Implantatwahl in Betracht gezogen werden. Neben dem Alter des Patienten (physiologisch und biologisch) müssen dessen Begleiterkrankungen (physisch und psychisch) und dessen Compliance

beachtet werden. Ebenso ist von entscheidender Bedeutung welcher Zeitraum zwischen dem Trauma und einer möglichen Versorgung liegt. Weitere Punkte sind der Dislokationsgrad der Fragmente und der Verlauf der Bruchfläche (Braun 1991, S. 329). Die letzte Entscheidung welche Therapieform die Beste ist, muss jeder Operateur für sich und den jeweiligen Patienten individuell entscheiden. Chua beschreibt 1997 einen Fall einer 70-jährigen Patientin mit einer dislozierten Schenkelhalsfraktur (Garden 3) ohne bestehende Vorerkrankungen und befragte 99 Operateure. 46% entschieden sich zur Versorgung mit einer Teilendoprothese (v.a. diejenigen mit weniger als 10 Jahren Berufserfahrung), 56% (v.a. diejenigen mit mehr als 15 Jahren Berufserfahrung) für eine kopferhaltende Therapie.

Falls man sich zu einer kopferhaltenden Therapie entschlossen hat, sind weitere Punkte für ein komplikationsarmes Ergebnis von entscheidender Bedeutung: „Die gute Reposition ist wichtiger als die Implantatwahl“ berichtet Alho 2000 (S. 105). Genauso entscheidend ist die korrekte Lage der Implantate (Kutscha-Lissberg 2001, S. 1261; Parker und Stockton 2002, S.17). Ebenso ist die Entlastung eines intraartikulären Hämatoms zu empfehlen (Beck, 1998, S. 648; Bonnaire 2002, S. 34; Harper 1991, S. 73; Strömquist, Nilsson et.al. 1988, S. 193). Außerdem spielt die Erfahrung des Operateurs und mit welchem Implantat er am besten vertraut ist eine Rolle (Parker und Stockton 2002, S.15).

Parker und Tagg fassten 2002 (S. 542) Indikationen für die kopferhaltende Therapie der medialen Schenkelhalsfraktur zusammen:

Tabelle 6 Indikationen zur kopferhaltenden Therapie der medialen SHF

Absolute Indikation	Mögliche Indikation	Kopferhaltende Therapie nicht indiziert
Nicht dislozierte intrakapsuläre SHF	Dislozierte intrakapsuläre SHF bei „alten“ Patienten	Pathologische Frakturen
Teilweise dislozierte intrakapsuläre SHF	Dislozierte intrakapsuläre SHF bei Patienten, die wegen Begleiterkrankungen nicht mit einer Prothese versorgt werden können	Frakturen, die auf M. Paget basieren
Dislozierte intrakapsuläre SHF bei „jungen“ Patienten	Dislozierte intrakapsuläre SHF bei antikoagulierten Patienten	Patienten mit metabolischen Knochenerkrankungen
	Dislozierte intrakapsuläre SHF bei Patienten mit Sepsis Risiko	Patienten mit rheumatischer Polyarthrit
		Signifikante Arthrose des betroffenen Gelenkes
		Zu spät diagnostizierte dislozierte intrakapsuläre SHF

6 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden Ergebnisse von qualitativ guten Studien, die eine Versorgung einer medialen Schenkelhalsfraktur mittels Schrauben/Nägeln beschrieben, zusammengefasst und sowohl einzeln als auch im Kollektiv ausgewertet. Um Aussagen bezüglich signifikanten Vorteilen eines einzelnen Implantates machen zu können, liegen noch zu wenige qualitativ gute Studien vor. Viele Implantate sind nur in einer einzigen Studie beschrieben. Deshalb wurden Gruppen im Design ähnlicher Implantate gebildet. Hier konnte gezeigt werden, dass zwei parallele Implantate mit einem größeren Gewindedurchmesser hinsichtlich der Gesamtkomplikationsrate anderen mit kleinerem oder gar keinem Gewinde überlegen sind, weil sie eine höhere Stabilität aufweisen. Durch einen größeren Gewindedurchmesser kann aber auch die Reperfusion des Kopfes beeinträchtigt werden. Bei der Suche nach dem optimalen Implantat ist deshalb ein Kompromiss zwischen genügend Stabilität und geringer Gefäßschädigung zu wählen. Einen entscheidenden Vorteil bieten kanüllierte Implantate. Bei diesen können unter Bildwandlerkontrolle die Führungsdrähte ohne größeren Schaden zu verursachen optimal platziert werden, und so die Implantate exakt eingebracht werden.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Komplikationen für die jeweiligen Implantate wurde im Ergebnisteil (Kap. 4) beschrieben. Die Hauptkomplikationen fanden sich in der Ausbildung von Femurkopfnekrosen und Pseudarthrosen inklusive früher Redislokationen. Die Femurkopfnekrosenrate betrug 9,48% im Durchschnitt bei einem Maximum von 42,11%. Pseudarthrose inklusive früher Redislokation wurden im Durchschnitt bei 24,28% (Maximum 44,44%) aller Patienten beschrieben. Des Weiteren wurden im Durchschnitt bei 1,05% aller Patienten tiefe Infektionen und bei 7,77% Implantatpenetrationen gefunden. Die durchschnittliche Gesamtkomplikationsrate aller untersuchten Studien lag bei 38,78%. 27,62% aller versorgten Patienten mussten reoperiert werden.

Für die optimale Versorgung des individuellen Patienten mit einer medialen Schenkelhalsfraktur können keine generellen Behandlungsregimes festgelegt werden. Jeder behandelnde Arzt bzw. jeder Operateur muss die beste Versorgungsmethode für jeden einzelnen Patienten erneut wählen.

7 Anhang

Tabellen frühe Redislokation:

Tabelle 7 Übersicht frühe Redislokation Garden 1/2

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	17	
Anzahl der Fälle		553
Anzahl der Komplikationen		11
minimale Komplikationsrate [%]		,00
maximale Komplikationsrate [%]		7,69
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]		1,99

Tabelle 8 frühe Redislokation Garden 1/2 nach Schraubenart

	Schraubenart							
	1	2	3	5	6	8	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	4	6	1	1	2	1	1	1
Anzahl der Fälle	109	221	25	5	101	16	39	37
Anzahl der Komplikationen	0	3	0	0	4	1	3	0
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	,00	,00	1,67	6,25	7,69	,00
maximale Komplikationsrate [%]	,00	2,56	,00	,00	7,32	6,25	7,69	,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	,00	1,36	,00	,00	3,96	6,25	7,69	,00

Tabelle 9 frühe Redislokation Garden 1/2 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	5	2	2
Anzahl der Fälle	148	41	42
Anzahl der Komplikationen	3	1	0
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	,00
maximale Komplikationsrate [%]	7,69	6,25	,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	2,03	2,44	,00

Tabelle 10 Übersicht der Revisionen wegen früher Redislokation Garden 1/2

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	12	
Anzahl der Fälle		386
Anzahl der Revisionen		7
minimale Revisionsrate [%]		,00
maximale Revisionsrate [%]		7,69
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]		1,81

Tabelle 11 Revisionen wegen früher Redislokation Garden 1/2 nach Schraubenart

	Schraubenart						
	1	2	3	5	6	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	3	4	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	90	149	25	5	41	39	37
Anzahl der Revisionen	0	2	0	0	2	3	0
minimale Revisionsrate [%]	,00	,00	,00	,00	4,88	7,69	,00
maximale Revisionsrate [%]	,00	2,56	,00	,00	4,88	7,69	,00
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	,00	1,34	,00	,00	4,88	7,69	,00

Tabelle 12 Revisionen wegen früher Redislokation Garden 1/2 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	4	1	2
Anzahl der Fälle	129	25	42
Anzahl der Revisionen	3	0	0
minimale Revisionsrate [%]	,00	,00	,00
maximale Revisionsrate [%]	7,69	,00	,00
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	2,33	,00	,00

Tabelle 13 Übersicht frühe Redislokation Garden 3/4

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	22	
Anzahl der Fälle		1656
Anzahl der Komplikationen		220
minimale Komplikationsrate [%]		1,19
maximale Komplikationsrate [%]		29,17
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]		13,29

Tabelle 14 frühe Redislokation Garden 3/4 nach Schraubenart

	Schraubenart							
	1	2	3	4	5	6	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	6	7	3	1	1	2	1	1
Anzahl der Fälle	462	511	204	31	33	214	108	93
Anzahl der Komplikationen	31	97	33	5	5	21	23	5
minimale Komplikationsrate [%]	1,19	12,93	13,95	16,13	15,15	8,70	21,30	5,38
maximale Komplikationsrate [%]	24,00	29,17	18,46	16,13	15,15	10,34	21,30	5,38
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	6,71	18,98	16,18	16,13	15,15	9,81	21,30	5,38

Tabelle 15 frühe Redislokation Garden 3/4 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	7	4	2
Anzahl der Fälle	570	235	126
Anzahl der Komplikationen	54	38	10
minimale Komplikationsrate [%]	1,19	13,95	5,38
maximale Komplikationsrate [%]	24,00	18,46	15,15
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	9,47	16,17	7,94

Tabelle 16 Übersicht Revisionen wegen früher Redislokation Garden 3/4

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	16	
Anzahl der Fälle		1160
Anzahl der Revisionen		130
minimale Revisionsrate [%]		1,19
maximale Revisionsrate [%]		21,74
Mittlere Anzahl an Revisionen[%]		11,21

Tabelle 17 Revisionen wegen früher Redislokation Garden 3/4 nach Schraubenart

	Schraubenart							
	1	2	3	4	5	6	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	4	4	2	1	1	1	2	1
Anzahl der Fälle	372	298	139	31	33	69	125	93
Anzahl der Revisionen	16	55	21	4	4	5	23	2
minimale Revisionsrate [%]	1,19	14,86	13,95	12,90	12,12	7,25	5,88	2,15
maximale Revisionsrate [%]	9,40	21,74	16,98	12,90	12,12	7,25	20,37	2,15
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	4,30	18,46	15,11	12,90	12,12	7,25	18,40	2,15

Tabelle 18 Revisionen wegen früher Redislokation Garden 3/4 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	6	3	2
Anzahl der Fälle	497	170	126
Anzahl der Revisionen	39	25	6
minimale Revisionsrate [%]	1,19	12,90	2,15
maximale Revisionsrate [%]	20,37	16,98	12,12
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	7,85	14,71	4,76

Tabelle 19 Übersicht alle frühen Redislokationen

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	26	
Anzahl der Fälle		2390
Anzahl der Komplikationen		274
minimale Komplikationsrate [%]		,90
maximale Komplikationsrate [%]		29,17
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]		11,46

Tabelle 20 alle frühen Redislokationen nach Schraubenart

	Schraubenart										
	1	2	3	4	5	6	8	10	13	15	16
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	6	7	4	1	1	2	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	571	748	280	28	38	315	16	131	63	70	130
Anzahl der Komplikationen	31	100	44	5	5	25	1	26	15	17	5
minimale Komplikationsrate [%]	,90	9,76	10,81	17,86	13,16	7,80	6,25	19,85	23,81	24,29	3,85
maximale Komplikationsrate [%]	24,00	29,17	21,57	17,86	13,16	8,18	6,25	19,85	23,81	24,29	3,85
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	5,43	13,37	15,71	17,86	13,16	7,94	6,25	19,85	23,81	24,29	3,85

Tabelle 21 alle frühen Redislokationen nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	7	6	3
Anzahl der Fälle	702	324	231
Anzahl der Komplikationen	57	50	25
minimale Komplikationsrate [%]	,90	6,25	3,85
maximale Komplikationsrate [%]	24,00	21,57	23,81
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	8,12	15,43	10,82

Tabelle 22 Überblick alle Revisionen wegen früher Redislokation

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	17	
Anzahl der Fälle		1594
Anzahl der Revisionen		146
minimale Revisionsrate [%]		,90
maximale Revisionsrate [%]		19,08
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]		9,16

Tabelle 23 alle Revisionen wegen früher Redislokation nach Schraubenart

	Schraubenart							
	1	2	3	4	5	6	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	4	4	3	1	1	1	2	1
Anzahl der Fälle	462	463	215	28	38	110	148	130
Anzahl der Revisionen	16	57	30	4	4	7	26	2
minimale Revisionsrate [%]	,90	9,84	10,81	14,29	10,53	6,36	5,88	1,54
maximale Revisionsrate [%]	9,40	14,29	17,65	14,29	10,53	6,36	19,08	1,54
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	3,46	12,31	13,95	14,29	10,53	6,36	17,57	1,54

Tabelle 24 alle Revisionen wegen früher Redislokation nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	6	4	2
Anzahl der Fälle	610	243	168
Anzahl der Revisionen	42	34	6
minimale Revisionsrate [%]	,90	10,81	1,54
maximale Revisionsrate [%]	19,08	17,65	10,53
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	6,89	13,99	3,57

Tabellen Femurkopfnekrose:

Tabelle 25 Übersicht Femurkopfnekrose Garden 1/2

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	26
Anzahl der Fälle	712
Anzahl der Komplikationen	69
minimale Komplikationsrate [%]	,00
maximale Komplikationsrate [%]	80,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	9,69

Tabelle 26 Femurkopfnekrose Garden 1/2 nach Schraubenarten

	Schraubenart								
	1	2	3	5	6	7	8	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	4	7	2	4	5	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	109	245	48	57	152	9	16	39	37
Anzahl der Komplikationen	9	19	4	8	18	3	2	3	3
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	8,00	,00	4,76	33,33	12,50	7,69	8,11
maximale Komplikationsrate [%]	15,79	16,00	8,70	80,00	27,78	33,33	12,50	7,69	8,11
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	8,26	7,76	8,33	14,04	11,84	33,33	12,50	7,69	8,11

Tabelle 27 Femurkopfnekrose Garden 1/2 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	5	3	5
Anzahl der Fälle	148	64	94
Anzahl der Komplikationen	12	6	11
minimale Komplikationsrate [%]	,00	8,00	,00
maximale Komplikationsrate [%]	15,79	12,50	80,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	8,11	9,38	11,70

Tabelle 28 Überblick Revisionen wegen Femurkopfnekrose Garden 1/2

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	21	
Anzahl der Fälle		545
Anzahl der Komplikationen		30
minimale Komplikationsrate [%]		,00
maximale Komplikationsrate [%]		60,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]		5,50

Tabelle 29 Revisionen wegen Femurkopfnekrose Garden 1/2 nach Schraubenarten

	Schraubenart							
	1	2	3	5	6	7	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	3	5	2	4	4	1	1	1
Anzahl der Fälle	90	173	48	57	92	9	39	37
Anzahl der Revisionen	1	8	2	5	9	3	1	1
minimale Revisionsrate [%]	,00	2,70	,00	,00	,00	33,33	2,56	2,70
maximale Revisionsrate [%]	2,63	8,00	8,00	60,00	16,67	33,33	2,56	2,70
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	1,11	4,62	4,17	8,77	9,78	33,33	2,56	2,70

Tabelle 30 Revisionen wegen Femurkopfnekrose Garden 1/2 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	4	2	5
Anzahl der Fälle	129	48	94
Anzahl der Revisionen	2	2	6
minimale Revisionsrate [%]	,00	,00	,00
maximale Revisionsrate [%]	2,63	8,00	60,00
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	1,55	4,17	6,38

Tabelle 31 Überblick Femurkopfnekrose Garden 3/4

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	35
Anzahl der Fälle	2805
Anzahl der Komplikationen	276
minimale Komplikationsrate [%]	,00
maximale Komplikationsrate [%]	36,36
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	9,84

Tabelle 32 Femurkopfnekrose Garden 3/4 nach Schraubenart

	Schraubenart											
	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	14	16
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	7	7	4	2	4	5	1	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	515	545	286	278	205	401	36	108	66	76	196	93
Anzahl der Komplikationen	44	54	29	16	30	48	5	12	11	8	17	2
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	1,16	4,87	9,80	10,14	13,89	11,11	16,67	10,53	8,67	2,15
maximale Komplikationsrate [%]	13,21	15,25	18,87	9,62	36,36	17,31	13,89	11,11	16,67	10,53	8,67	2,15
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	8,54	9,91	10,14	5,76	14,63	11,97	13,89	11,11	16,67	10,53	8,67	2,15

Tabelle 33 Femurkopfnekrose Garden 3/4 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	8	6	5
Anzahl der Fälle	623	564	298
Anzahl der Komplikationen	56	45	32
minimale Komplikationsrate [%]	,00	1,16	2,15
maximale Komplikationsrate [%]	13,21	18,87	36,36
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	8,99	7,98	10,74

Tabelle 34 Übersicht Revisionen wegen Femurkopfnekrose Garden 3/4

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	23	
Anzahl der Fälle		1547
Anzahl der Revisionen		87
minimale Revisionsrate [%]		,00
maximale Revisionsrate [%]		27,27
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]		5,62

Tabelle 35 Revisionen wegen Femurkopfnekrose Garden 3/4 nach Schraubenart

	Schraubenart							
	1	2	3	5	6	7	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	3	5	3	4	4	1	2	1
Anzahl der Fälle	255	356	221	205	256	36	125	93
Anzahl der Revisionen	10	16	13	20	18	3	5	2
minimale Revisionsrate [%]	2,82	1,09	,00	3,92	4,35	8,33	2,78	2,15
maximale Revisionsrate [%]	4,76	8,22	16,98	27,27	9,62	8,33	11,76	2,15
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	3,92	4,49	5,88	9,76	7,03	8,33	4,00	2,15

Tabelle 36 Revisionen wegen Femurkopfnekrose Garden 3/4 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	5	3	5
Anzahl der Fälle	380	221	298
Anzahl der Revisionen	15	13	22
minimale Revisionsrate [%]	2,78	,00	2,15
maximale Revisionsrate [%]	11,76	16,98	27,27
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	3,95	5,88	7,38

Tabelle 37 Übersicht alle Femurkopfnnekrosen 1Jahr post OP

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	17
Anzahl der Fälle	1443
Anzahl der Komplikationen	78
minimale Komplikationsrate [%]	,00
maximale Komplikationsrate [%]	31,58
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	5,41

Tabelle 38 Alle Femurkopfnnekrosen 1 Jahr post OP nach Schraubenart

	Schraubenart								
	1	2	3	5	6	7	13	15	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	5	3	2	2	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	457	250	216	102	110	45	63	70	130
Anzahl der Komplikationen	26	18	4	12	8	1	2	2	5
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	,95	,00	7,27	2,22	3,17	2,86	3,85
maximale Komplikationsrate [%]	10,42	15,48	2,70	31,58	7,27	2,22	3,17	2,86	3,85
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	5,69	7,20	1,85	11,76	7,27	2,22	3,17	2,86	3,85

Tabelle 39 Alle Femurkopfnnekrosen 1 Jahr post OP nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	5	2	4
Anzahl der Fälle	457	216	295
Anzahl der Komplikationen	26	4	19
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,95	,00
maximale Komplikationsrate [%]	10,42	2,70	31,58
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	5,69	1,85	6,44

Tabelle 40 Übersicht alle Femurkopfnnekrosen nach letztem follow-up

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	39	
Anzahl der Fälle		3796
Anzahl der Komplikationen		360
minimale Komplikationsrate [%]		,00
maximale Komplikationsrate [%]		42,11
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]		9,48

Tabelle 41 Alle Femurkopfnnekrosen nach letztem follow-up nach Schraubenarten

	Schraubenart															
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	7	7	5	2	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Anzahl der Fälle	624	806	385	278	303	607	45	16	131	66	76	63	196	70	130	
Anzahl der Komplikationen	53	73	35	16	38	66	8	2	15	11	8	6	17	7	5	
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	2,70	4,87	7,81	6,56	17,78	12,50	11,45	16,67	10,53	9,52	8,67	10,00	3,85	
maximale Komplikationsrate [%]	13,21	15,48	18,87	9,62	42,11	20,00	17,78	12,50	11,45	16,67	10,53	9,52	8,67	10,00	3,85	
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	8,49	9,06	9,09	5,76	12,54	10,87	17,78	12,50	11,45	16,67	10,53	9,52	8,67	10,00	3,85	

Tabelle 42 Alle Femurkopfnnekrosen nach letztem follow-up nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	8	8	6
Anzahl der Fälle	755	679	496
Anzahl der Komplikationen	68	53	49
minimale Komplikationsrate [%]	,00	2,70	3,85
maximale Komplikationsrate [%]	13,21	18,87	42,11
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	9,01	7,81	9,88

Tabelle 43 Übersicht Revisionen wegen Femurkopfnnekrosen

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	23
Anzahl der Fälle	2187
Anzahl der Komplikationen	115
minimale Revisionsrate [%]	,68
maximale Revisionsrate [%]	31,58
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	5,26

Tabelle 44 Revisionen wegen Femurkopfnnekrosen nach Schraubenarten

	Schraubenart							
	1	2	3	5	6	7	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	3	5	3	4	4	1	2	1
Anzahl der Fälle	345	545	269	303	402	45	148	130
Anzahl der Revisionen	11	22	15	25	27	6	6	3
minimale Revisionsrate [%]	2,08	,68	1,80	3,13	2,46	13,33	3,05	2,31
maximale Revisionsrate [%]	3,62	6,36	16,98	31,58	11,43	13,33	11,76	2,31
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	3,19	4,04	5,58	8,25	6,72	13,33	4,05	2,31

Tabelle 45 Revisionen wegen Femurkopfnnekrosen nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	5	3	5
Anzahl der Fälle	493	269	433
Anzahl der Revisionen	17	15	28
minimale Revisionsrate [%]	2,08	1,80	2,31
maximale Revisionsrate [%]	11,76	16,98	31,58
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	3,45	5,58	6,47

Tabellen Infektion:

Table 46 Übersicht alle Infektionen

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	19
Anzahl der Fälle	1804
Anzahl der Komplikationen	19
minimale Komplikationsrate [%]	,00
maximale Komplikationsrate [%]	5,66
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	1,05

Table 47 alle Infektionen nach Schraubenarten nach letztem follow up

	Schraubenart											
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	13	14	15
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	2	3	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	213	313	223	278	64	192	45	16	131	63	196	70
Anzahl der Komplikationen	3	4	4	1	0	2	0	0	1	0	3	1
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,76	,00	1,53	1,43
maximale Komplikationsrate [%]	3,13	2,38	5,66	1,92	,00	1,64	,00	,00	,76	,00	1,53	1,43
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	1,41	1,28	1,79	,36	,00	1,04	,00	,00	,76	,00	1,53	1,43

Table 48 alle Infektionen nach Schraubengruppen nach letztem follow up

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	3	6	2
Anzahl der Fälle	344	517	127
Anzahl der Komplikationen	4	5	0
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	,00
maximale Komplikationsrate [%]	3,13	5,66	,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	1,16	,97	,00

Tabellen Pseudarthrose:

Tabelle 49 Übersicht Pseudarthrose Garden 1/2

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	25
Anzahl der Fälle	696
Anzahl der Komplikationen	36
minimale Komplikationsrate [%]	,00
maximale Komplikationsrate [%]	14,29
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	5,17

Tabelle 50 Pseudarthrose Garden 1/2 nach Schraubenarten

	Schraubenart							
	1	2	3	5	6	7	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	4	7	2	4	5	1	1	1
Anzahl der Fälle	109	245	48	57	152	9	39	37
Anzahl der Komplikationen	1	12	1	2	17	1	1	1
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	,00	,00	,00	11,11	2,56	2,70
maximale Komplikationsrate [%]	2,63	8,62	4,00	6,67	14,29	11,11	2,56	2,70
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	,92	4,90	2,08	3,51	11,18	11,11	2,56	2,70

Tabelle 51 Pseudarthrose Garden 1/2 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	5	2	5
Anzahl der Fälle	148	48	94
Anzahl der Komplikationen	2	1	3
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	,00
maximale Komplikationsrate [%]	2,63	4,00	6,67
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	1,35	2,08	3,19

Tabelle 52 Übersicht Revisionen wegen Pseudarthrose Garden 1/2

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	21
Anzahl der Fälle	545
Anzahl der Revisionen	9
minimale Revisionsrate [%]	,00
maximale Revisionsrate [%]	8,33
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	1,65

Tabelle 53 Revisionen wegen Pseudarthrose Garden 1/2 nach Schraubenarten

	Schraubenart							
	1	2	3	5	6	7	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	3	5	2	4	4	1	1	1
Anzahl der Fälle	90	173	48	57	92	9	39	37
Anzahl der Revisionen	0	3	0	0	4	0	1	1
minimale Revisionsrate [%]	,00	,00	,00	,00	,00	,00	2,56	2,70
maximale Revisionsrate [%]	,00	4,00	,00	,00	8,33	,00	2,56	2,70
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	,00	1,73	,00	,00	4,35	,00	2,56	2,70

Tabelle 54 Revisionen wegen Pseudarthrose Garden 1/2 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	4	2	5
Anzahl der Fälle	129	48	94
Anzahl der Revisionen	1	0	1
minimale Revisionsrate [%]	,00	,00	,00
maximale Revisionsrate [%]	2,56	,00	2,70
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	,78	,00	1,06

Tabelle 55 Übersicht Pseudarthrose Garden 3/4

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	37	
Anzahl der Fälle		2864
Anzahl der Komplikationen		633
minimale Komplikationsrate [%]		1,32
maximale Komplikationsrate [%]		49,28
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]		22,10

Tabelle 56 Pseudarthrose Garden 3/4 nach Schraubenarten

	Schraubenart											
	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	14	16
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	8	7	4	3	4	5	1	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	543	545	286	309	205	401	36	108	66	76	196	93
Anzahl der Komplikationen	90	112	59	88	64	118	17	2	13	1	48	21
minimale Komplikationsrate [%]	7,50	5,43	7,69	3,23	12,12	20,29	47,22	1,85	19,70	1,32	24,49	22,58
maximale Komplikationsrate [%]	28,57	31,29	30,49	34,07	42,86	49,28	47,22	1,85	19,70	1,32	24,49	22,58
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	16,57	20,55	20,63	28,48	31,22	29,43	47,22	1,85	19,70	1,32	24,49	22,58

Tabelle 57 Pseudarthrose Garden 3/4 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	9	7	5
Anzahl der Fälle	651	595	298
Anzahl der Komplikationen	92	147	85
minimale Komplikationsrate [%]	1,85	3,23	12,12
maximale Komplikationsrate [%]	28,57	34,07	42,86
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	14,13	24,71	28,52

Tabelle 58 Übersicht Revisionen wegen Pseudarthrose Garden 3/4

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	24	
Anzahl der Fälle		1575
Anzahl der Revisionen		216
minimale Revisionsrate [%]		,93
maximale Revisionsrate [%]		37,68
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]		13,71

Tabelle 59 Revisionen wegen Pseudarthrose Garden 3/4 nach Schraubenart

	Schraubenart							
	1	2	3	5	6	7	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	4	5	3	4	4	1	2	1
Anzahl der Fälle	283	356	221	205	256	36	125	93
Anzahl der Revisionen	26	26	34	47	55	13	4	11
minimale Revisionsrate [%]	4,23	3,39	11,32	9,09	10,14	36,11	,93	11,83
maximale Revisionsrate [%]	28,57	13,70	20,73	33,93	37,68	36,11	17,65	11,83
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	9,19	7,30	15,38	22,93	21,48	36,11	3,20	11,83

Tabelle 60 Revisionen wegen Pseudarthrose Garden 3/4 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	6	3	5
Anzahl der Fälle	408	221	298
Anzahl der Revisionen	30	34	58
minimale Revisionsrate [%]	,93	11,32	9,09
maximale Revisionsrate [%]	28,57	20,73	33,93
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	7,35	15,38	19,46

Tabelle 61 Übersicht alle Pseudarthrosen 1 Jahr post OP

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	18	
Anzahl der Fälle	1508	
Anzahl der Komplikationen	244	
minimale Komplikationsrate [%]	3,77	
maximale Komplikationsrate [%]	40,00	
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	16,18	

Tabelle 62 alle Pseudarthrosen 1 Jahr post OP nach Schraubenarten

	Schraubenart								
	1	2	3	5	6	7	13	15	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	5	3	3	2	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	457	250	281	102	110	45	63	70	130
Anzahl der Komplikationen	49	47	53	21	19	18	7	8	22
minimale Komplikationsrate [%]	3,77	16,36	7,69	10,53	17,27	40,00	11,11	11,43	16,92
maximale Komplikationsrate [%]	16,67	21,43	23,81	26,56	17,27	40,00	11,11	11,43	16,92
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	10,72	18,80	18,86	20,59	17,27	40,00	11,11	11,43	16,92

Tabelle 63 alle Pseudarthrosen 1 Jahr post OP nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	5	3	4
Anzahl der Fälle	457	281	295
Anzahl der Komplikationen	49	53	50
minimale Komplikationsrate [%]	3,77	7,69	10,53
maximale Komplikationsrate [%]	16,67	23,81	26,56
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	10,72	18,86	16,95

Tabelle 64 Übersicht alle Pseudarthrosen nach letztem follow up

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	40
Anzahl der Fälle	3836
Anzahl der Komplikationen	667
minimale Komplikationsrate [%]	,00
maximale Komplikationsrate [%]	40,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	17,39

Tabelle 65 alle Pseudarthrosen nach letztem follow-up nach Schraubenarten

	Schraubenart													
	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	16
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	8	7	5	3	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	652	806	385	306	303	607	45	131	66	76	63	196	70	130
Anzahl der Komplikationen	91	124	60	88	66	135	18	3	13	1	13	20	13	22
minimale Komplikationsrate [%]	5,08	4,08	,00	3,57	10,53	17,27	40,00	2,29	19,70	1,32	20,63	10,20	18,57	16,92
maximale Komplikationsrate [%]	28,57	24,88	23,81	34,07	26,56	30,33	40,00	2,29	19,70	1,32	20,63	10,20	18,57	16,92
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	13,96	15,38	15,58	28,76	21,78	22,24	40,00	2,29	19,70	1,32	20,63	10,20	18,57	16,92

Tabelle 66 alle Pseudarthrosen nach letztem follow-up nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	9	8	6
Anzahl der Fälle	783	691	496
Anzahl der Komplikationen	94	148	101
minimale Komplikationsrate [%]	2,29	,00	10,53
maximale Komplikationsrate [%]	28,57	34,07	26,56
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	12,01	21,42	20,36

Tabelle 67 Übersicht alle Revisionen wegen Pseudarthrosen

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	24
Anzahl der Fälle	2215
Anzahl der Revisionen	227
minimale Revisionsrate [%]	1,53
maximale Revisionsrate [%]	28,89
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	10,25

Tabelle 68 alle Revisionen wegen Pseudarthrosen nach Schraubenarten

	Schraubenart							
	1	2	3	5	6	7	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	4	5	3	4	4	1	2	1
Anzahl der Fälle	373	545	269	303	402	45	148	130
Anzahl der Revisionen	26	29	34	49	59	13	5	12
minimale Revisionsrate [%]	3,13	3,40	9,91	7,89	8,18	28,89	1,53	9,23
maximale Revisionsrate [%]	28,57	10,00	16,19	19,80	22,13	28,89	17,65	9,23
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	6,97	5,32	12,64	16,17	14,68	28,89	3,38	9,23

Tabelle 69 alle Revisionen wegen Pseudarthrose nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	6	3	5
Anzahl der Fälle	521	269	433
Anzahl der Revisionen	31	34	61
minimale Revisionsrate [%]	1,53	9,91	7,89
maximale Revisionsrate [%]	28,57	16,19	19,80
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	5,95	12,64	14,09

Tabellen frühe Redislokation+Pseudarthrose:

Tabelle 70 Übersicht frühe Redislokation+Pseudarthrose Garden 1/2

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	26	
Anzahl der Fälle		712
Anzahl der Komplikationen		47
minimale Komplikationsrate [%]		,00
maximale Komplikationsrate [%]		19,51
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]		6,60

Tabelle 71 frühe Redislokation+Pseudarthrose Garden 1/2 nach Schraubenart

	Schraubenart								
	1	2	3	5	6	7	8	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	4	7	2	4	5	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	109	245	48	57	152	9	16	39	37
Anzahl der Komplikationen	1	15	1	2	21	1	1	4	1
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	,00	,00	,00	11,11	6,25	10,26	2,70
maximale Komplikationsrate [%]	2,63	10,34	4,00	6,67	19,51	11,11	6,25	10,26	2,70
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	,92	6,12	2,08	3,51	13,82	11,11	6,25	10,26	2,70

Tabelle 72 frühe Redislokation+Pseudarthrose Garden 1/2 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	5	3	5
Anzahl der Fälle	148	64	94
Anzahl der Komplikationen	5	2	3
minimale Komplikationsrate [%]	,00	,00	,00
maximale Komplikationsrate [%]	10,26	6,25	6,67
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	3,38	3,13	3,19

Tabelle 73 Übersicht frühe Redislokation+Pseudarthrose Garden 3/4

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	38
Anzahl der Fälle	2888
Anzahl der Komplikationen	853
minimale Komplikationsrate [%]	1,32
maximale Komplikationsrate [%]	49,28
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	29,54

Tabelle 74 frühe Redislokation+Pseudarthrose Garden 3/4 nach Schraubenart

	Schraubenart											
	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	14	16
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	8	8	4	3	4	5	1	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	543	569	286	309	205	401	36	108	66	76	196	93
Anzahl der Komplikationen	121	209	92	93	69	139	17	25	13	1	48	26
minimale Komplikationsrate [%]	12,50	13,79	26,15	19,23	27,27	25,76	47,22	23,15	19,70	1,32	24,49	27,96
maximale Komplikationsrate [%]	36,00	46,58	39,53	34,07	42,86	49,28	47,22	23,15	19,70	1,32	24,49	27,96
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	22,28	36,73	32,17	30,10	33,66	34,66	47,22	23,15	19,70	1,32	24,49	27,96

Tabelle 75 frühe Redislokation+Pseudarthrose Garden 3/4 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	9	7	5
Anzahl der Fälle	651	595	298
Anzahl der Komplikationen	146	185	95
minimale Komplikationsrate [%]	12,50	19,23	27,27
maximale Komplikationsrate [%]	36,00	39,53	42,86
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	22,43	31,09	31,88

Tabelle 76 Übersicht alle frühen Redislokationen+Pseudarthrosen 1Jahr post OP

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	42
Anzahl der Fälle	3876
Anzahl der Komplikationen	848
minimale Komplikationsrate [%]	1,32
maximale Komplikationsrate [%]	40,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	21,88

Tabelle 77 alle frühen Redislokationen+Pseudarthrosen 1Jahr post OP nach Schraubenart

	Schraubenart															
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	8	8	5	3	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Anzahl der Fälle	652	830	385	306	303	607	45	16	131	66	76	63	196	70	130	
Anzahl der Komplikationen	105	186	97	92	71	144	18	1	26	13	1	22	20	25	27	
minimale Komplikationsrate [%]	8,47	9,76	16,98	17,86	20,00	18,00	40,00	6,25	19,85	19,70	1,32	34,92	10,20	35,71	20,77	
maximale Komplikationsrate [%]	28,57	32,14	31,53	34,07	26,56	30,33	40,00	6,25	19,85	19,70	1,32	34,92	10,20	35,71	20,77	
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	16,10	22,41	25,19	30,07	23,43	23,72	40,00	6,25	19,85	19,70	1,32	34,92	10,20	35,71	20,77	

Tabelle 78 alle frühen Redislokationen+Pseudarthrosen 1Jahr post OP nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	9	9	6
Anzahl der Fälle	783	707	496
Anzahl der Komplikationen	131	190	120
minimale Komplikationsrate [%]	8,47	6,25	20,00
maximale Komplikationsrate [%]	28,57	34,07	34,92
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	16,73	26,87	24,19

Tabelle 79 Übersicht alle frühen Redislokationen+Pseudarthrosen nach letztem follow up

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	42
Anzahl der Fälle	3876
Anzahl der Komplikationen	941
minimale Komplikationsrate [%]	1,32
maximale Komplikationsrate [%]	44,44
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	24,28

Tabelle 80 alle frühen Redislokationen+Pseudarthrosen nach letztem follow up nach Schraubenarten

	Schraubenart															
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	8	8	5	3	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Anzahl der Fälle	652	830	385	306	303	607	45	16	131	66	76	63	196	70	130	
Anzahl der Komplikationen	122	224	104	93	71	160	18	1	29	13	1	28	20	30	27	
minimale Komplikationsrate [%]	8,47	9,76	21,57	19,23	20,00	18,00	40,00	6,25	22,14	19,70	1,32	44,44	10,20	42,86	20,77	
maximale Komplikationsrate [%]	36,00	34,63	31,53	34,07	26,56	30,73	40,00	6,25	22,14	19,70	1,32	44,44	10,20	42,86	20,77	
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	18,71	26,99	27,01	30,39	23,43	26,36	40,00	6,25	22,14	19,70	1,32	44,44	10,20	42,86	20,77	

Tabelle 81 alle frühen Redislokationen+Pseudarthrosen nach letztem follow up nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	9	9	6
Anzahl der Fälle	783	707	496
Anzahl der Komplikationen	151	198	126
minimale Komplikationsrate [%]	8,47	6,25	20,00
maximale Komplikationsrate [%]	36,00	34,07	44,44
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	19,28	28,01	25,40

Tabelle 82 Übersicht alle Revisionen wegen frühen Redislokationen+Pseudarthrosen

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	27
Anzahl der Fälle	2411
Anzahl der Revisionen	373
minimale Revisionsrate [%]	5,21
maximale Revisionsrate [%]	28,89
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	15,47

Tabelle 83 alle Revisionen wegen frühen Redislokationen+Pseudarthrosen nach Schraubenarten

	Schraubenart								
	1	2	3	4	5	6	7	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	5	5	4	1	4	4	1	2	1
Anzahl der Fälle	490	545	320	28	303	402	45	148	130
Anzahl der Revisionen	42	86	64	4	53	66	13	31	14
minimale Revisionsrate [%]	5,21	6,10	16,19	14,29	14,00	12,00	28,89	20,61	10,77
maximale Revisionsrate [%]	28,57	23,64	28,30	14,29	19,80	22,13	28,89	23,53	10,77
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	8,57	15,78	20,00	14,29	17,49	16,42	28,89	20,95	10,77

Tabelle 84 alle Revisionen wegen frühen Redislokationen+Pseudarthrosen nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	7	5	5
Anzahl der Fälle	638	348	433
Anzahl der Revisionen	73	68	67
minimale Revisionsrate [%]	5,21	14,29	10,77
maximale Revisionsrate [%]	28,57	28,30	19,80
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	11,44	19,54	15,47

Tabellen Implantatpenetration:

Table 85 Übersicht alle Implantatpenetrationen nach letztem follow up

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	19
Anzahl der Fälle	1751
Anzahl der Komplikationen	136
minimale Komplikationsrate [%]	,00
maximale Komplikationsrate [%]	28,89
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	7,77

Table 86 alle Implantatpenetrationen nach letztem follow up nach Implantatart

	Schraubenart											
	1	2	3	5	7	8	10	12	13	14	15	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	4	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	404	287	269	64	45	16	131	76	63	196	70	130
Anzahl der Komplikationen	11	7	22	3	13	1	16	15	11	28	9	0
minimale Komplikationsrate [%]	1,45	,00	,90	4,69	28,89	6,25	12,21	19,74	17,46	14,29	12,86	,00
maximale Komplikationsrate [%]	6,25	4,76	15,09	4,69	28,89	6,25	12,21	19,74	17,46	14,29	12,86	,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	2,72	2,44	8,18	4,69	28,89	6,25	12,21	19,74	17,46	14,29	12,86	,00

Table 87 Alle Implantatpenetrationen nach letztem follow up nach Implantatgruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	5	4	3
Anzahl der Fälle	535	285	257
Anzahl der Komplikationen	27	23	14
minimale Komplikationsrate [%]	1,45	,90	,00
maximale Komplikationsrate [%]	12,21	15,09	17,46
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	5,05	8,07	5,45

Tabelle 88 Übersicht alle Revisionen wegen Implantatpenetration

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	9
Anzahl der Fälle	1001
Anzahl der Revisionen	34
minimale Revisionsrate [%]	,00
maximale Revisionsrate [%]	11,32
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	3,40

Tabelle 89 alle Revisionen wegen Implantatpenetration nach Implantatarten

	Schraubenart				
	1	2	3	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	3	2	2	1	1
Anzahl der Fälle	345	231	164	131	130
Anzahl der Revisionen	10	5	7	12	0
minimale Revisionsrate [%]	1,45	,00	,90	9,16	,00
maximale Revisionsrate [%]	6,25	3,40	11,32	9,16	,00
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	2,90	2,16	4,27	9,16	,00

Tabelle 90 alle Revisionen wegen Implantatpenetration nach Implantatgruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	4	2	1
Anzahl der Fälle	476	164	130
Anzahl der Revisionen	22	7	0
minimale Revisionsrate [%]	1,45	,90	,00
maximale Revisionsrate [%]	9,16	11,32	,00
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	4,62	4,27	,00

Tabelle 91 alle Implantatpenetrationen nach Publikationsjahr

	Erscheinungsjahr der Untersuchung	
	1979-1990	1991-2005
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	9	10
Anzahl der Fälle	841	910
Anzahl der Komplikationen	95	41
minimale Komplikationsrate [%]	,90	,00
maximale Komplikationsrate [%]	28,89	15,09
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	11,30	4,51

Tabellen Gesamtkomplikationen:

Tabelle 92 Übersicht alle Komplikationen Garden 1/2

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	20
Anzahl der Fälle	602
Anzahl der Komplikationen	119
minimale Komplikationsrate [%]	,00
maximale Komplikationsrate [%]	80,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	19,77

Tabelle 93 alle Komplikationen Garden 1/2 nach Schraubenart

	Schraubenart								
	1	2	3	5	6	7	8	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	2	5	2	3	4	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	65	206	48	42	140	9	16	39	37
Anzahl der Komplikationen	7	31	7	7	45	7	4	7	4
minimale Komplikationsrate [%]	,00	4,17	12,00	,00	19,05	77,78	25,00	17,95	10,81
maximale Komplikationsrate [%]	18,42	20,69	17,39	80,00	41,46	77,78	25,00	17,95	10,81
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	10,77	15,05	14,58	16,67	32,14	77,78	25,00	17,95	10,81

Tabelle 94 alle Komplikationen Garden 1/2 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	3	3	4
Anzahl der Fälle	104	64	79
Anzahl der Komplikationen	14	11	11
minimale Komplikationsrate [%]	,00	12,00	,00
maximale Komplikationsrate [%]	18,42	25,00	80,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	13,46	17,19	13,92

Tabelle 95 Übersicht alle Komplikationen Garden 3/4

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	30
Anzahl der Fälle	2404
Anzahl der Komplikationen	1042
minimale Komplikationsrate [%]	19,35
maximale Komplikationsrate [%]	88,89
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	43,34

Tabelle 96 alle Komplikationen Garden 3/4 nach Schraubenart

	Schraubenart											
	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	14	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	5	5	4	3	3	4	1	1	1	1	1	1
Anzahl der Fälle	315	444	286	309	140	335	36	108	66	76	196	93
Anzahl der Komplikationen	99	214	143	120	76	166	32	37	24	35	68	28
minimale Komplikationsrate [%]	21,43	20,69	41,86	19,35	49,02	39,13	88,89	34,26	36,36	46,05	34,69	30,11
maximale Komplikationsrate [%]	54,00	63,27	66,04	46,15	63,64	59,42	88,89	34,26	36,36	46,05	34,69	30,11
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	31,43	48,20	50,00	38,83	54,29	49,55	88,89	34,26	36,36	46,05	34,69	30,11

Tabelle 97 alle Komplikationen Garden 3/4 nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	6	7	4
Anzahl der Fälle	423	595	233
Anzahl der Komplikationen	136	263	104
minimale Komplikationsrate [%]	21,43	19,35	30,11
maximale Komplikationsrate [%]	54,00	66,04	63,64
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	32,15	44,20	44,64

Tabelle 98 Übersicht alle Komplikationen

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	42
Anzahl der Fälle	3876
Anzahl der Komplikationen	1503
minimale Komplikationsrate [%]	10,17
maximale Komplikationsrate [%]	93,65
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	38,78

Tabelle 99 Alle Komplikationen nach Schraubenart

	Schraubenart															
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	
Anzahl der berücksichtigten U-gruppen	8	8	5	3	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Anzahl der Fälle	652	830	385	306	303	607	45	16	131	66	76	63	196	70	130	
Anzahl der Komplikationen	192	314	163	120	112	238	39	4	44	24	35	59	68	59	32	
minimale Komplikationsrate [%]	10,17	15,85	25,49	21,43	29,00	27,00	86,67	25,00	33,59	36,36	46,05	93,65	34,69	84,29	24,62	
maximale Komplikationsrate [%]	54,00	66,67	66,04	46,15	65,79	45,85	86,67	25,00	33,59	36,36	46,05	93,65	34,69	84,29	24,62	
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	29,45	37,83	42,34	39,22	36,96	39,21	86,67	25,00	33,59	36,36	46,05	93,65	34,69	84,29	24,62	

Tabelle 100 alle Komplikationen nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	9	9	6
Anzahl der Fälle	783	707	496
Anzahl der Komplikationen	236	287	203
minimale Komplikationsrate [%]	10,17	21,43	24,62
maximale Komplikationsrate [%]	54,00	66,04	93,65
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	30,14	40,59	40,93

Tabelle 101 alle Komplikationen nach Publikationsjahr

	Erscheinungsjahr der Untersuchung	
	1979-1990	1991-2005
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	23	19
Anzahl der Fälle	2280	1596
Anzahl der Komplikationen	942	561
minimale Komplikationsrate [%]	15,85	10,17
maximale Komplikationsrate [%]	93,65	66,67
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	41,32	35,15

Tabelle 102 alle Komplikationen nach Geschlecht

	Männeranteil im Patientenqu	
	<=27,5%	>27,5%
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	14	13
Anzahl der Fälle	1145	1249
Anzahl der Komplikationen	427	440
minimale Komplikationsrate [%]	10,17	23,91
maximale Komplikationsrate [%]	66,67	86,67
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	37,29	35,23

Tabelle 103 alle Komplikationen nach Patientenalter

	Durchschnittsalter im Patientenqu	
	<=78,5 Jahre	>78,5 Jahre
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	19	16
Anzahl der Fälle	1879	1472
Anzahl der Komplikationen	780	485
minimale Komplikationsrate [%]	15,85	10,17
maximale Komplikationsrate [%]	93,65	66,67
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	41,51	32,95

Tabellen alle Reoperationen:

Table 104 alle Revisionen

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	35
Anzahl der Fälle	3302
Anzahl der Revisionen	912
minimale Revisionsrate [%]	8,54
maximale Revisionsrate [%]	84,44
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	27,62

Table 105 alle Revisionen nach Schraubenart

	Schraubenart											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	7	5	5	2	4	4	1	1	1	3	1	1
Anzahl der Fälle	630	545	385	254	303	402	45	16	130	450	66	76
Anzahl der Komplikationen	166	113	137	99	86	93	38	4	30	115	14	17
minimale Komplikationsrate [%]	14,41	8,54	17,65	14,29	17,00	17,00	84,44	25,00	23,08	23,66	21,21	22,37
maximale Komplikationsrate [%]	41,51	29,09	64,15	42,04	52,63	27,14	84,44	25,00	23,08	41,18	21,21	22,37
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	26,35	20,73	35,58	38,98	28,38	23,13	84,44	25,00	23,08	25,56	21,21	22,37

Table 106 alle Revisionen nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	10	8	4
Anzahl der Fälle	1080	655	303
Anzahl der Revisionen	281	240	86
minimale Revisionsrate [%]	14,41	14,29	17,00
maximale Revisionsrate [%]	41,51	64,15	52,63
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	26,02	36,64	28,38

Tabelle 107 alle Revisionen Garden 1/2

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	21	
Anzahl der Fälle		545
Anzahl der Revisionen		47
minimale Revisionsrate [%]		,00
maximale Revisionsrate [%]		60,00
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]		8,62

Tabelle 108 alle Revisionen Garden 3/4

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	26	
Anzahl der Fälle		1723
Anzahl der Revisionen		438
minimale Revisionsrate [%]		9,40
maximale Revisionsrate [%]		48,48
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]		25,42

Tabelle109 alle Revisionen mit Teilendoprothese

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	13	
Anzahl der Fälle	1503	
Anzahl der Revisionen	206	
minimale Revisionsrate [%]	4,69	
maximale Revisionsrate [%]	30,53	
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	13,71	

Tabelle110 alle Revisionen mit Teilendoprothese nach Studienjahr

	Erscheinungsjahr der Untersuchung	
	1979-1990	1991-2005
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	5	8
Anzahl der Fälle	434	1069
Anzahl der Revisionen	32	174
minimale Revisionsrate [%]	4,69	7,55
maximale Revisionsrate [%]	17,78	30,53
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	7,37	16,28

Tabelle111 alle Revisionen mit Totalendoprothese

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	13	
Anzahl der Fälle	1525	
Anzahl der Revisionen	140	
minimale Revisionsrate [%]	2,21	
maximale Revisionsrate [%]	36,84	
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	9,18	

Tabelle112 alle Revisionen mit Totalendoprothese nach Studienjahr

	Erscheinungsjahr der Untersuchung	
	1979-1990	1991-2005
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	5	8
Anzahl der Fälle	434	1091
Anzahl der Revisionen	71	69
minimale Revisionsrate [%]	11,82	2,21
maximale Revisionsrate [%]	24,44	36,84
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]	16,36	6,32

Tabelle 113 alle Revisionen mit nicht näher bezeichneter Endoprothese

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	30	
Anzahl der Fälle		3277
Anzahl der Revisionen		664
minimale Revisionsrate [%]		5,77
maximale Revisionsrate [%]		47,37
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]		20,26

Tabelle 114 alle Revisionen mit nicht näher bezeichneter Endoprothese nach Studienjahr

	Erscheinungsjahr der Untersuchung	
	1979-1990	1991-2005
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	17	13
Anzahl der Fälle	1727	1550
Anzahl der Revisionen	347	317
minimale Revisionsrate [%]	5,77	10,93
maximale Revisionsrate [%]	42,22	47,37
Mittlere Anzahl an Revisionen[%]	20,09	20,45

Tabelle 115 alle Revisionen mit Schraubenextraktion

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	21	
Anzahl der Fälle		2031
Anzahl der Revisionen		182
minimale Revisionsrate [%]		1,80
maximale Revisionsrate [%]		35,56
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]		8,96

Tabelle 116 alle Revisionen mit Schraubenneuersorgung

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	
	8	
Anzahl der Fälle		956
Anzahl der Revisionen		17
minimale Revisionsrate [%]		,00
maximale Revisionsrate [%]		6,67
Mittlere Anzahl an Revisionen [%]		1,78

Tabellen Mortalität:

Table 117 Übersicht Mortalitätsrate

	Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen
	32
Anzahl der Patienten	2822
Anzahl der Todesfälle	704
minimale Mortalitätsrate [%]	6,25
maximale Mortalitätsrate [%]	71,43
Mittlere Anzahl an Todesfällen [%]	24,95

Table 118 Mortalitätsrate nach Schraubenarten

	Schraubenart									
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	16
Anzahl der berücksichtigten Untersuchungsgruppen	7	7	4	1	4	4	1	1	2	1
Anzahl der Fälle	535	748	332	28	303	537	45	16	148	130
Anzahl der Komplikationen	132	201	69	20	56	138	8	1	53	26
minimale Komplikationsrate [%]	18,87	8,33	13,85	71,43	15,79	21,31	17,78	6,25	34,35	20,00
maximale Komplikationsrate [%]	46,43	33,33	25,23	71,43	20,00	29,27	17,78	6,25	47,06	20,00
Mittlere Anzahl an Komplikationen [%]	24,67	26,87	20,78	71,43	18,48	25,70	17,78	6,25	35,81	20,00

Table 119 Mortalitätsrate nach Schraubengruppen

	Schraubengruppen		
	1+10	3+4+8	5+13+16
Anzahl der berücksichtigten Studien	9	6	5
Anzahl der Patienten	683	376	433
Anzahl der Todesfälle	185	90	82
minimale Mortalitätsrate [%]	18,87	6,25	15,79
maximale Mortalitätsrate [%]	47,06	71,43	20,00
Mittlere Anzahl an Todesfällen [%]	27,09	23,94	18,94

8 Literaturverzeichnis

1. Alberts, K.A., Jaervus, J., Zyto, K.
Nail versus screw fixation of femoral neck fractures. A 2-year radiological and clinical prospective study.
Ann. Chir. Gynaecol. 78 (1989) 298-303
2. Alho, A.
The difficult neck of femur fracture.
Curr. Orthop. 14 (2000) 102-107
3. Alho, A., Austdal, S., Benterud, J.G., Blikra, G., Lerud, P., Raugstad, T.S.
Biases in a randomized comparison of three types of screw fixation in displaced femoral neck fractures.
Acta Orthop. Scand. 69 (1998) 463-468
4. Beck, A., Rüter, A.
Schenkelhalsfrakturen – Diagnostik und therapeutisches Vorgehen.
Unfallchirurg 101 (1998) 634-648
5. Benterud, J.G., Husby, T., Graadahl, O., Alho, A.
Implant holding power of the femoral head. A cadaver study of fracture screws.
Acta. Orthop. Scand. 63 (1992) 47-49
6. Benterud, J.G., Husby, T., Nordsletten, L., Alho, A.
Fixation of displaced femoral neck fractures with a sliding screw plate and a cancellous screw or two olmed screws.
Ann. Chir. Gynaecol. 86 (1997) 338-342
7. Bhandari, M., Deveraux, P.J., Swiontowski, M.F., Tornetta, P., Obrebsky, W., Koval, K.J., Nork, S., Sprague, S., Schemitsch, E., Guyatt, G.H.
Internal fixation compared with arthroplasty for displaced fractures of the femoral neck. A meta-analysis.
J. Bone Joint Surg. (Am.) 85 (2003) 1673-1681
8. Blomfeld, R., Törnkvist, H., Ponzer, S., Söderquist, A., Tidermark, J.
Internal fixation versus hemiarthroplasty for displaced fractures of the femoral neck in elderly patients with severe cognitive impairment.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 87 (2005) 523-529.

9. Bonnaire, F., Kuner, E.H., Lorz, W.
Schenkelhalsfrakturen beim Erwachsenen: Gelenkerhaltende Operationen. II. Die Bedeutung des Operationszeitpunktes und des Implantates für die Genese der aseptischen Hüftkopfnekrose.
Unfallchirurg 98 (1995) 259-264

10. Bonnaire, F., Müller, B., Kohlberger, E.
Kopferhaltende Operationsmethoden bei der Schenkelhalsfraktur des Erwachsenen. In:
"Behandlungskonzept bei Schenkelhalsfrakturen",
Schlickewei, W.
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1993, 44-46

11. Bonnaire, F.A., Weber, A.T.
The influence of haemarthrosis on the development of femoral head necrosis following intracapsular femoral neck fractures.
Injury 33 (2002) 33-40

12. Bosch, U., Schreiber, T., Skutek, M., Cserhati, P., Fekete, K., Krettek, C.
Minimally invasive screw fixation of the intracapsular femoral neck fracture in elderly patients.
Chirurg 72 (2001) 1292-1297

13. Bout, C.A., Cannegieter, D.M., Juttman, J.W.
Percutaneous cannulated screw fixation of femoral neck fractures: the three point principle.
Injury 28 (1997) 135-139

14. Braun, W. Rüter, M., Wiedemann, M., Kissing, F.
Kopferhaltende Therapie bei medialen Schenkelhalsfrakturen. Eine klinische Studie zum Einfluss des Behandlungsregimes auf des Heilungsergebnis.
Unfallchirurg 94 (1991) 325-330

15. Bray, T.J., Smith-Hofer, E., Hooper, A., Timmerman, L.,
The displaced femoral neck fracture. Internal fixation versus Bipolar Endoprosthesis. Results of a prospective, randomized comparison.
Clin. Orthop. Relat. Res. 230 (1988) 127-140

16. Christie, J., Howie, C.R., Armour, P.C.
Fixation of displaced subcapital femoral fractures. Compression screw fixation versus double divergent pins.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 70 (1988) 199-201

17. Chua, D., Jaglal, S.B., Schatzker, J.
An orthopedic surgeon survey on the treatment of displaced femoral neck fracture: opposing views.
CJS 40 (1997) 271-277
18. Chung, S.M.K.
The arterial supply of the developing proximal end of the human femur.
J. Bone Joint Surg. (Am.) 58 (1976) 961-970
19. Clark, H.D., Wells, G.A., Huet, C., McAlister, F.A., Salmi, L.R., Fergusson, D., Laupacis, A.
Assessing the Quality of randomised trials: Reliability of the Jadad Scale.
Control. Clin. Trials 20 (1999) 448-452
20. Dalen, N., Jacobsson, B.
Factors influencing the incidence of reoperation after femoral neck fractures.
Int. Orthop. 9 (1985) 235-237
21. Dickersin, K., Scherer, R., Lefebvre, C.
Systematic Reviews: Identifying relevant studies for systematic reviews.
BMJ 309 (1994) 1286-1291
22. Drinkmann, A.
Methodenkritische Untersuchungen zur Metaanalyse.
Deutscher Studien-Verlag, Weinheim 1990
23. Elmerson, S., Sjöstedt, A., Zetterberg, C.
Fixation of femoral neck fracture. A randomized 2-year follow up study of hook pins and sliding screw plate in 222 patients.
Acta Orthop. Scand. 66 (1995) 507-510
24. Elmerson, S., Gunnar, B.J., Andersson, L.I., Zetterberg, C.
Internal fixation of femoral neck fracture.
No difference between the Rydell four flanged nail and Gouffon pins.
Acta Orthop. Scand. 59 (1988) 372-276
25. Fekete, K., Kazar, G., Manninger, J.
Die Bedeutung der Bruchform für die Behandlung der Schenkelhalsfrakturen.
Unfallchirurg 92 (1989) 229-233

26. Frandsen, P.A., Andersen, P.E.J.
Treatment of displaced fractures of the femoral neck.
Smith-Peterson osteosynthesis versus Sliding-Nail-plate osteosynthesis.
Acta Orthop. Scand. 52 (1981) 547-552
27. Frandsen, P.A., Andersen, E., Madsen, F., Skjødt, T.
Garden's classification of femoral neck fractures. An assessment of inter-observer variation.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 70 (1988) 588-590
28. Galla, M., Lobenhoffer, P.
Die minimal-invasive Schraubenosteosynthese der medialen Schenkelhalsfraktur im höheren
Lebensalter. Eine prospektive klinische Studie.
Unfallchirurg 107 (2004) 381-387
29. Garden, R.S.
Low angle fixation in fractures of the femoral neck.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 43 (1961) 647-663
30. Garden, R.S.
Stability and union in subcapital fractures of the femur.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 46 (1964) 630-647
31. Gerbarg, Z.B., Horwitz, R.I.
Resolving conflicting clinical trials: Guidelines for meta-analysis.
J. Clin. Epidemiol. 41 (1988) 503-509
32. Gray, D.H.
The evolution of a personal philosophy for the treatment of displaced subcapital fractures.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 70 (1988) 161
33. Hansson, L.I.
Osteosynthesis with the hook-pin in slipped capital femoral epiphysis.
Acta Orthop. Scand. 53 (1982) 87-96
34. Harper, W.M.
A prospectiv randomized trial comparing multiple parallel cannulated screws with a sliding hip screw
and plate. In "Treatment of intracapsular proximal femoral fractures".
Dissertation (1994) 158-86

35. Harper, W.M., Barnes, M.R., Gregg, P.J.
Femoral head blood flow in femoral neck fractures. An analysis using intra-osseous pressure measurement.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 73 (1991) 73-75
36. Harper, W.M., Gregg P.J.
The treatment of intracapsular proximal femoral fractures: a randomized prospective trial.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 74 Suppl. 3 (1992) 282
37. Herngren, B. Mörk-Peterson, F., Bauer, M.
Uppsala screws or Hansson pins for internal fixation of femoral neck fractures? A prospective study of 180 cases.
Acta Orthop. Scand. 63 (1992) 41-46
38. Holmberg, S., Mattson, P., Dahlborn, M., Ersmark, H.
Fixation of 220 femoral neck fractures. A prospective comparison of the Rydell nail and the LIH-hook pins.
Acta Orthop. Scand. 61 (1990) 154-157
39. Ingwersen, J., Skoglund, A., Syversen S.
Early loss of fixation of cervical hip fractures.
Acta Orthop. Scand. 63 Suppl. 247 (1992) 6-7
40. Jadad, A.R., Moore, R.A., Carrol, D., Jenkinson, C., Reynolds D.J.M., Gavaghan, D.J., McQuay, H.J.
Assessing the Quality of Reports of Randomized Clinical Trials: Is Blinding Necessary?
Control. Clin. Trials 17 (1996) 1-12
41. Jain, R., Koo, M., Kreder, H.J., Schemitsch, E.H., Davey, J.R., Mahomed, N.N.
Comparison of early and delayed fixation of subcapital hip fractures in patients sixty years of age or less.
J. Bone Joint Surg. (Am.) 84 (2002) 1605-1612
42. Jenny, J.Y., Rapp, E., Cordey, J.
Type of screw does not influence holding power in the femoral head. A cadaver study with shearing test.
Acta Orthop. Scand. 70 (1999) 435-438
43. Jensen, J., Rasmussen, T.B., Christensen, S., Holm-Möller, S., Lauritzen, J.
Internal fixation or prosthetic replacement in fresh femoral neck fractures.
Acta Orthop. Scand. 55 (1984) 712

44. Johannsson, T., Jacobsson S.A, Ivarsson, I., Knutsson, A., Wahlström, O.
Internal fixation versus total hip arthroplasty in the treatment of displaced femoral neck fractures.
A prospective randomized study of 100 hips.
Acta Orthop. Scand. 71 (2000) 597-602
45. Jonsson, B., Sernbo, S., Carlsson, A., Fredin, H., Johnell, O.
Social function after cervical hip fracture, a comparison of hook-pins and total hip replacement in 47 patients.
Acta Orthop. Scand. 67 (1996) 431-434
46. Kapandij, I.A.
Funktionelle Anatomie der Gelenke, Band 2.
Ferdinand Elke Verlag, Stuttgart, 1985
47. Kjaergard, L.L., Villumsen, J., Gluud, C.
Reported Methodologic Quality and Discrepancies between Large and Small Randomized Trials in Meta-Analyses.
Ann. Intern. Med. 135 (2001) 982-989
48. Krischak, G., Beck, A., Wachter, N., Jakob, R., Kinzl, L., Suger, G.
Relevance of primary reduction for the clinical outcome of femoral neck fractures treated with cancellous screws.
Arch. Orthop. Trauma Surg. 123 (2003) 404-409
49. Kuner, E.H., Lorz, W., Bonnaire, F.
Schenkelhalsfrakturen beim Erwachsenen: gelenkerhaltende Operationen. I. Ergebnisse der AO-Sammelstudie mit 328 Patienten.
Unfallchirurg 98 (1995) 251-258
50. Kuokkanen, H., Korkala, O., Antti-Poika, I., Tolonen, J., Lehtimäki, M.Y., Silvennoinen, T.
Three cancellous bone screws versus a screw angle plate in the treatment of Garden I and II fractures of the femoral neck.
Acta Orthop. Belg. 57(1991) 53-57
51. Kutscha-Lissberg, F., Schildhauer, T.A., Kollig, E., Muhr, G.
Die Osteosynthese der medialen Schenkelhalsfraktur
Chirurg 72 (2001) 1253-1265

52. Lagerby, M., Asplund, S., Ringqvist, I.
Cannulated screws for fixation of femoral neck fractures.
No difference between Uppsala screws and Richards screws in a randomized prospective study of 268 cases.
Acta Orthop. Scand. 69 (1998) 387-391
53. Leadbetter, G.W.
Closed reduction of fractures of the neck of the femur.
J. Bone Joint Surg. 20 (1938) 108-113
54. Linde, F., Andersen, E., Hvass, I., Madsen, F., Pallesen, R.
Avascular femoral head necrosis following fracture fixation.
Injury 17 (1986) 159-163
55. Lindequist, S., Malmquist, B., Ullmark, G.
Fixation of femoral fracture. Prospective comparison of von Bahr screws, Gouffon screws, and Hessel pins.
Acta Orthop. Scand. 60 (1989) 293-298
56. Lu-Yao, G.L., Keller, R.B., Littenberg, B., Wennberg, J.E.
Outcomes after displaced fractures of the femoral neck. A meta-analysis of one-hundred and six published reports.
J. Bone Joint Surg. (Am.) 76 (1994) 15-25
57. Lykke, N., Lerud, P.J., Stromsoe, K., Thorngren, K.G.
Fixation of fractures of the femoral neck. A prospective, randomized trial of three Ullevaal hip screws versus two Hansson hook pins.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 85 (2003) 426-430
58. Madsen, F., Linde, F., Andersen, E., Birke, H., Hvass, I., Poulsen, T.D.
Fixation of displaced femoral neck fractures. A comparison between sliding screw plate and four cancellous bone screws.
Acta Orthop. Scand. 58 (1987) 212-216
59. Masson, M., Parker, M.J., Schoelzel, S.
Internal fixation versus arthroplasty for intracapsular proximal femoral neck fractures in adults
Chochrane review in: *The Chochrane Library* 4 (2005) 1-84 Oxford update software.

60. Maurer , S.G., Wright, K.E., Kummer, F.J., Zuckerman, J.D., Koval, K.J.
Two or three screws for fixation of femoral neck fractures?
Am. J. Orthop. 32 (2003) 438-442
61. Moher, D., Jadad, A.J., Nichol, G., Penman, M., Tugwell, P., Walsh, S.
Assessing the Quality of Randomized Controlled Trials: An Annotated Bibliography of Scales and Checklists.
Control .Clin. Trials 16 (1995) 62-73
62. Moher, D., Sampson, M., Campbell, K., Beckner, W., Lepage, L., Gaboury, I., Berman, B.
Assessing the Quality of reports of randomized trials in pediatric complimentary and alternative medicine.
BMC Pediatrics 2 (2002)
63. Müller, M.E.
Klassifikation und internationale AO-Dokumentation der Femurfarkturen.
Unfallheilkunde 83 (1980) 251-259
64. Neander, G., Adolphson, P., von Sivers, K., Dahlborn, M., Dalen, N.
Bone and muscle mass after femoral neck fracture. A controlled quantitative computed tomography study of osteosynthesis versus primary total hip athroplasty.
Arch. Orthop. Trauma Surg. 116 (1997) 470-474
65. Olerud, C., Rehnberg, L., Hellquist, E.
Internal fixation of femoral neck fractures (two methods compared).
J. Bone Joint Surg. (Br.) 73 (1991) 16-19
66. Ovesen, O., Poulsen T.D., Andersen, I., Jensen, P.E., Damholt Ü.W.
Uppsala screws versus dynamic hip screw for internal fixation of femoral neck fractures.
Acta Orthop. Scand. 68 Suppl. 274 (1997) 40
67. Parker, M.J.
Garden grading of intracapsular fractures: meaningful or misleading?
Injury 24 (1993) 241-242
68. Parker, M.J.
Evidence-based results depending on the implant used for stabilizing femoral neck fractures.
Injury 33 (2002) 15-18

69. Parker, M.J., Anand, A.K.
What is the true mortality of hip fractures?
PublicHealth 105 (1991) 443-446
70. Parker, M.J., Banajee, A.
Surgical approaches and ancillary techniques for internal fixation of intracapsular proximal femoral fractures.
Chochrane review in: The Chochrane Library 4 (2005) 1-15 Oxford update software
71. Parker, M.J., Blundell, C.
Choice of implant for internal fixation of femoral neck fractures: a meta-analysis of 25 randomized trials including 4925 patients.
Acta Orthop. Scand. 69 (1998) 128-43
72. Parker, M.J., Khan R..J.K., Crawford, J., Pryor, G.A.
Hemiarthroplasty versus internal fixation for displaced intracapsular hip fractures in the elderly.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 84 (2002) 1150-1155
73. Parker, M.J., Porter, K.M., Eastwood, D.M., Schembi, W.M., Bernard, A.A.
Intracapsular fractures of the neck of femur. Parallel or crossed garden screws.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 73 (1991) 826-827
74. Parker, M.J., Pryor, A.G.
Internal fixation or arthroplasty for displaced cervical hip fractures in the elderly.
A randomised controlled trial of 208 patients.
Acta Orthop. Scand. 71 (2000) 440-446
75. Parker, M.J., Stockton, G.
Internal fixation implants for intracapsular proximal femoral fractures in adults.
Chochrane review in: The Chochrane Library 4 (2002) 1-72 Oxford Update Software
76. Parker, M.J., Tagg, C.E.
Internal fixation of intracapsular fractures.
J. R. Coll. Surg. Edinb. 47 (2002) 541-547
77. Paus, A., Gjengedal, E., Hareide, A., Jørgensen, J.
Dislocated fractures of the femoral neck treated with von Bahr screws or hip compression screw.
Results of a prospective, randomized study.
J. Oslo city hosp. 36 (1986): 55-61

78. Pauwels, F.
Der Schenkelhalsbruch. Ein mechanisches Problem.
Beilageheft. Z. Orthop. Chir. 63 (1935) 1-138
79. Puolakka, T.J.S., Laine, H.-J., Tarvainen, T., Alho, H.
Thompson Hemiarthroplasty is superior to ullevaal screws in treating displaced femoral neck fractures in Patients over 75 years.
A prospective randomized study with two year follow up.
Ann. Chir. Gynaecol. 90 (2001) 225-228
80. Putz, R., Pabst, R.
Sobotta, Atlas der Anatomie, Band 2.
Urban-Schwarzenbeck, München-Wien-Baltimore, 1993
81. Rehnberg, L., Olerud, C.
Fixation of femoral neck fractures. Comparison of the Uppsala and von Bahr screws.
Acta Orthop. Scand. 60 (1989) 579-584
82. Röden, M., Schon, M., Fredin, H.
Treatment of displaced femoral neck fractures: a randomized minimum 5 year follow up study of screws and bipolar hemiprotheses in 100 patients.
Acta Orthop. Scand. 74 (2003) 42-44
83. Rogmark, C., Carlsson, A., Johnell, O., Sernbo, I.
A prospective randomised trial if internal fixation versus arthroplasty for displaced fractures of the neck of the femur.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 84 (2002) 183-188
84. Roos, H., Hansson, L.I., Ohlin, P., Strömquist B.
Screws or hook pins in femoral neck fracture fixation?
Acta Orthop. Scand. 57 (1986) 250
85. Rydell, N.
Osteosynthesis of medial collum fractures with the "spring-loaded nail".
Acta Orthop. Scand. 35 (1964) 149-157
86. Sacks, H.S., Berrier, J., Reitman, D., Ancona-Berk, V.A., Chalmers, T.C.
Meta-Analyses of randomized controlled trials.
N. Engl. J. Med. 316 (1987) 450-455

87. Schulte-Bockholt, D., Schmidgen, A., Tinelli, M., Wentzensen, A.
Gelenkerhaltende Verfahren bei medialen und lateralen Schenkelhalsfrakturen.
Trauma Berufskrankh. 4 (2002) 461-466
88. Sernbo, I., Johnell, O., Baath, L., Nilsson J.A.
Internal fixation of 410 cervical hip fractures. A randomized comparison of a single nail versus two hook pins.
Acta Orthop. Scand. 61 (1990) 411-414
89. Sikorski, J.M., Barrington R.
Internal fixation versus hemiarthroplasty for the displaced subcapital fracture of the femur. A prospective randomised study.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 63 (1981) 357-361
90. Sörensen, A.I., Scavenius, M., Aagaard H., Rønnebech J., Törholm C.
Dynamic hip screw versus Hook-pins versus Uppsala screws in treatment of fracture of the cervical neck.
Acta Orthop. Scand. 67 Suppl. 267 (1996) 30
91. Sörensen, J.L., Varmarken, J.E., Bomler J.
Internal fixation of femoral neck fractures. Dynamic Hip and Gouffon screws compared in 73 patients.
Acta Orthop. Scand. 63 (1992) 288-292
92. Søreide, O., Mølster, A., Raugstad, T.S.
Internal fixation versus primary prosthetic replacement in acute femoral neck fractures: a prospective, randomized clinical study.
Br. J. Surg. 66 (1979) 56-60
93. Strömquist, B., Hansson, L.I., Nilsson, L.T., Thorngren, K.G.
Two-year follow-up of femoral neck fractures. Comparison of osteosynthesis methods.
Acta Orthop. Scand. 55 (1984) 521-525
94. Strömquist, B., Hansson, L.I., Palmer, J., Ceder, L., Thorngren, K.G.
Scintimetric evaluation of nailed femoral neck fractures with special reference to type of osteosynthesis.
Acta Orthop. Scand. 54 (1983) 340-347
95. Strömquist, B., Nilsson L.T., Egund, N., Thorngren, K.G., Wingstrand, H.
Intracapsular pressure in undisplaced fractures of the femoral neck.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 70 (1988) 192-194

96. Strömquist, B., Roos, H., Hansson, L.I., Ohlin P.
Fixation of fractures of the femoral neck using screws or hook pins. Radionuclide study and short-term results.
Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot. 74 (1988) 609-613
97. Szita, J., Cserhati, P., Bosch, U., Manninger, J., Bodzay, T., Fekete, K.
Intracapsular femoral neck fractures: The importance of early reduction and stable osteosynthesis.
Injury 33 (2002) 41-46
98. Tidermark, J., Ponzer S., Svensson O., Söderqvist A., Törnkvist H.
Internal fixation compared with total hip replacement for displaced femoral neck fractures in the elderly. A randomised controlled trial.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 85 (2003) 380-388
99. Tidermark, J., Zethraeus, N., Svensson, O., Törnkvist, H., Ponzer, S.
Quality of Life Related to Fracture Displacement among Elderly Patients with Femoral Neck Fractures Treated with Internal Fixation.
J. Orthop. Trauma 16 (2002) 34-38
100. Tronzo, R.G.
Hip nails for all occasions
Orthop. Clin. North Am. 5 (1974) 479-491
101. Trueta, J., Harrison, M.H.M.
The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 35 (1953) 442-461
102. Upadhyay, A., Jain, P., Mishra, P., Maini, L., Gautum, V.K., Dhaon, B.K.
Delayed internal fixation of fractures of the neck of the femur in young adults. A prospective, randomised study comparing closed and open reduction.
J. Bone Joint Surg. (Br.) 86 (2004) 1035-1040
103. Van Dortmont, L.M., Douw, C.M., van Breukelen, A.M., Laurens, D.R., Mulder, P.G., Wereldsma, J.C., van Vugt, A.B.
Cannulated screws versus hemiarthroplasty for displaced intracapsular femoral neck fractures in demented patients.
Ann. Chir. Gynaecol. 89 (2000) 132-1377

104. Von Bahr, V., Syk, B., Walheim, G.

Osteosynthesis of femoral neck fracture using screws.

Acta Chir. Scand. 140 (1974) 277-282

105. Wihlborg, O.

Fixation of femoral neck fractures. A four-flanged nail versus threaded pins in 200 cases.

Acta Orthop. Scand. 61 (1990) 415-418

106. Zuckerman, J.D.

The internal fixation of intracapsular hip fractures. A review of the first one hundred years.

Orthop. Rev. 9 (1982) 85-95