

Felix Bonnaire · Ralf Hellmund · Thomas Lein

Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie,  
Städtisches Klinikum Dresden-Friedrichstadt, Dresden

# DHS

## Stärken und Schwächen der Platten-Schrauben-Kombinationen

### Zusammenfassung

Die dynamische Hüftschraube (DHS), „sliding hip screw“ (SHS), Richard's screw, sliding compression screw oder Pohl-Laschenschraube ist auf eine Idee von Ernst Pohl, Gerhard Küntschers Entwicklungsingenieur, zurückzuführen. Stärken sind die hohe intraoperative Sicherheit, Rotationssicherheit bei stabilen 31.A1-Frakturen und Dynamik im Frakturbereich, die eine Knochenbruchheilung unter Belastung begünstigt. Schwächen sind: fehlende Abstützung des instabilen Kopf-Hals-Fragments nach lateral mit der Folge einer Medialisierung des Schafts und ungenügende Rotationssicherung bei den instabilen 31.A2- und 31.A3-Frakturen. Fehlbohrungen bei ungenügender Lage des zentralen Führungsdrahts können aufgrund des großen Bohrdefekts verheerende Folgen haben. Die Ergänzung des Implantats mit einer Trochanterstabilisierungsplatte (TSP) führte zu einem modularen System. Konkurrenz für das Produkt entstand mit der Entwicklung eines geschlossenen, intramedullären Verfahrens, welches als  $\gamma$ -Nagel Anfang der 90er Jahre auf den Markt kam. Die randomisierten Studien konnten bisher im Gegensatz dazu keine besseren Ergebnisse für die intramedullären Verfahren beweisen. Die Auswertung aller randomisierten, prospektiven Studien ergab im Gegenteil bis einschließlich 1999 eine niedrigere Rate an Femurschaftfrakturen und eine niedrigere Rate an Reoperationen bei der Anwendung der DHS. Die verbesserten Versionen der intramedullären Verfahren werden den Beweis ihrer Überlegenheit noch an-

hand von weiteren Studien erbringen müssen.

### Schlüsselwörter

DHS · Hüftnahe Frakturen · Schenkelhalsfrakturen · Pertrochantere Frakturen · Extramedulläre und intramedulläre Implantate

Die DHS (dynamische Hüftschraube, „dynamic hip screw“, „sliding hip screw“, Richard's screw oder Pohl-Laschenschraube) geht auf die Erfindung von Ernst Pohl, Gerhard Küntschers Entwicklungsingenieur zurück, der sein Patent auf eine „Verbindungs Vorrichtung für gelenknahe Knochenbrüche“ am 30.9.1954 erhielt [26]. Der erste Entwurf in der Anmeldung vom 7.12.1951 sah noch etwas abenteuerlich aus, lässt jedoch bereits ein wesentliches Merkmal der Verbindung erkennen: die Möglichkeit des Gleitens eines Kraftträgers im Kopf-Hals-Fragment in einer Plattenhülse, die mit der Platte am proximalen Oberschenkel befestigt ist und eine „Dynamik“ im Bruchbereich ermöglicht. Ernst Pohl formulierte in der Patentschrift Nummer 918531 des Deutschen Patentamts:

**„... Darüber hinaus wird Beachtung genommen auf die Erzielung so großer Stabilität der**

**Verbindung, dass in einem sehr großen Prozentsatz der Fälle eine Belastung des gebrochenen Gliedes schon vor dem Zusammenheilen der Bruchflächen statthaft ist, wobei aber zusätzlich dafür gesorgt wird, dass trotzdem bei dem regelmäßig im Heilungsprozess stattfindenden Abbau der Bruchenden die Bruchflächen in Berührung bleiben.“**

Das Implantat war für Oberschenkelbrüche im hüftnahen und knienahen Bereich vorgesehen (Abb. 1).

Schumpelick u. Jantzen [31] setzten das Implantat für pertrochantere Frakturen ein und publizierten ihre Ergebnisse 1953 im „Chirurg“ [31]. Der Artikel wurde ins amerikanische „Journal of Bone and Joint Surgery“ übersetzt [32], und es erfolgten zahlreiche Entwicklungen von Implantaten, die auf der Laschenschraube basierten. Das geniale dyna-

© Springer-Verlag 2003

Priv.-Doz. Dr. Felix Bonnaire  
Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs-  
und Handchirurgie,  
Städtisches Klinikum Dresden-Friedrichstadt,  
Friedrichstraße 41, 01067 Dresden,  
E-Mail: Bonnaire-Fe@khdf.de,  
Tel.: 0351-4801301, Fax: 0351-4801309

F. Bonnaire · R. Hellmund · T. Lein

## The dynamic hip screw. Advantages and disadvantages of extramedullary plate-screw devices

### Abstract

The dynamic hip screw (DHS), or sliding hip screw (SHS), Richards's screw, sliding compression screw or Pohl's flanged screw, is based on an idea of Ernst Pohl, a development engineer working for Gerhard Küntschner. The advantages of this device are its high intraoperative safety, rotational stability in stable 31.A1 fractures, and the dynamics allowed in the fracture area, which leads to improved fracture healing with weight-bearing. Over the years it has become apparent that it also has limitations: lacking lateral support for the unstable head-neck fragment leading to medialisation of the shaft and inadequate rotational safety in unstable 31.A2 and 31.A3-fractures. Faulty drilling with inadequate positioning of the guidewire can have deleterious effects owing to the resultant large drilling defect. The addition of a trochanteric stabilisation plate (TSP) to the implant has led to a modular system that can mitigate the weaknesses of the original version of the implant. Competition for this product emerged with the development of a closed intramedullary procedure using an implant that has been marketed as the gamma nail since the early 1990s. Nonetheless, evaluation of all randomised, prospective studies published up to 1999 inclusive has shown a lower rate of femur fractures and a lower rate of revision operation following use of the DHS. The improved versions of intramedullary devices will have to demonstrate their supposed superiority in further studies.

### Keywords

DHS · Hip fractures · Intracapsular neck fractures · Trochanteric fractures · Extramedullary devices · Intramedullary devices

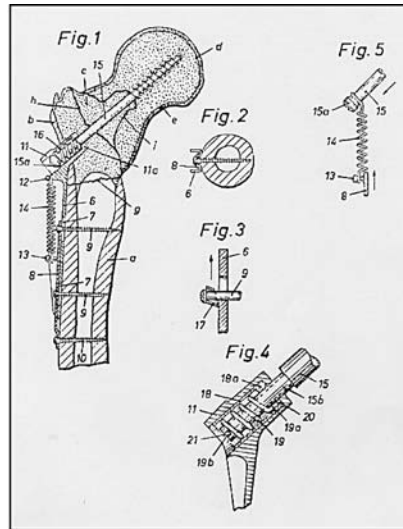


Abb. 1 ▲ 1. Entwurf der Pohl-Laschenschraube als „Verbindungsvorrichtung für gelenknahe Knochenbrüche“ vom 7.12.1951. Die Dynamik der Vorrichtung ist zusätzlich durch eine Feder im Gleitzylinder gesichert. Wenn auch die Dimensionen und die technischen Details zu klein und etwas barock erscheinen, ist das Prinzip der DHS bereits erkennbar

mische Prinzip wurde mit dem Prinzip der kanülierten Kopfschraube für den Kraftträger im Kopf-Hals-Fragment verbunden. Dadurch entstand ein Implantat mit einem unschätzbaren Vorteil, der hohen intraoperativen Sicherheit. Richard erfand die Kompressionschraube zur interfragmentären Impaktierung, die AO verbesserte die Rotationsstabilität durch Anschliff der Hüftschraube, bot unterschiedliche Winkel des Platten-Schrauben-Zylinders an und erhöhte die Stabilität und die Gleitfähigkeit der Schrauben-Platten-Verbindung. Zudem wurden Zielgerät, Dreistufenbohrer und Messgeräte zur Vereinfachung der Anwendung entwickelt. Die Erzeugerfirmen Synthes/Stratec und Synthes/Mathys brachten das Implantat 1979 auf den Markt.

Ernst Pohl erkannte frühzeitig auch eine Schwäche des Implantats: die Rotationsinstabilität bei instabilen Brüchen und die Möglichkeit der Medialisierung des Schafts. Sein erweitertes Patent wurde bereits 1958 ausgegeben. Es beinhaltet eine Verlängerung der Platte am Oberschenkel nach kranial zum Einbringen einer weiteren Schraube in das proximale Kopf-Hals-Fragment zur Sicherung der Rotation und zur Abstützung des Trochanters (Abb. 2).

Unter Berücksichtigung dieser Überlegungen und deren Wiederaufnahme durch die Fa. Mecron und durch die technische Erweiterung durch eine flache, auf die DHS anschaubare, nach proximal verlängerte Platte mit multiplen Schraubenlöchern entstand die heutige DHS der AO, die als modulares System mit der Trochanterstabilisierungsplatte (TSP) die Schwächen der ersten Generation ausgleichen kann (Abb. 3).

Die allgemeinen Stärken der DHS können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die offene Operation erlaubt eine anatomische Achsenreposition und evtl. notwendige Zusatzmaßnahmen wie Cerclagenfixationen bei langen Spiralfrakturen.
- Das dynamische Prinzip führt in der Regel zur sicheren Frakturheilung ohne zentrale Perforation des Hüftkopfs.
- Die Schenkelhalschraube kann, im Gegensatz zu den Nagelsystemen, bei welchen die Eintrittsstelle des Nagels – mehr dorsal oder ventral – die

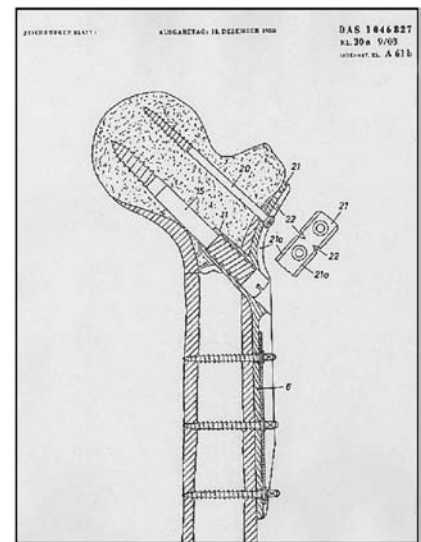


Abb. 2 ▲ Erweiterter Entwurf von Ernst Pohl, der 1958 als Patent anerkannt wurde, in seiner Zeichnung für das Patentamt: Die Schwäche der Rotationssicherung im ersten Entwurf ist durch die feste Verbindung der Platte mit einer 2. Schraube im Kopf-Hals-Fragment beseitigt. Diese Konstruktion verhindert mit der Erweiterung der Platte in Richtung Trochanter major auch die Medialisierung des Schafts durch laterales Gleiten des Kopf-Hals-Fragments mit der Hüftschraube. Es könnte auch von einer Abstützung gesprochen werden

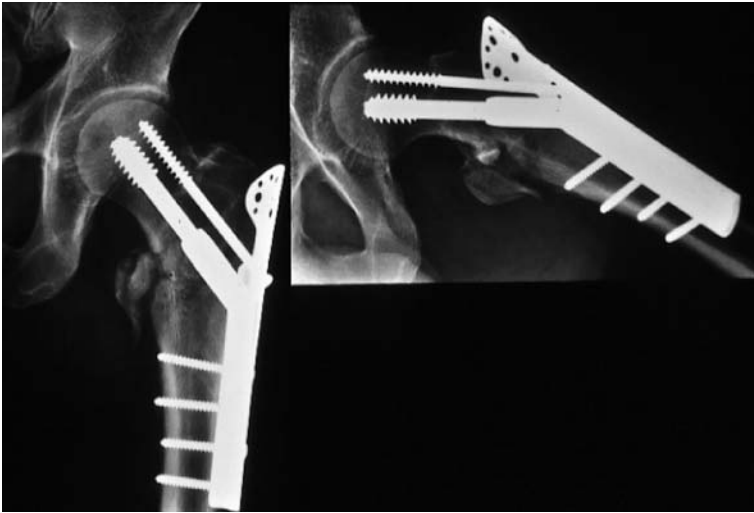


Abb. 3 ▲ Modulares System der DHS mit Trochanterstabilisierungsplatte mit Rotations-sicherung des Kopf-Hals-Fragments und Widerlager am Trochanter major. Dieses Widerlager verhindert die Medialisierung des Schafts. Über zusätzliche Schrauben und Cerclagen kann der Trochanter gegen Dislokationstendenzen geschützt werden

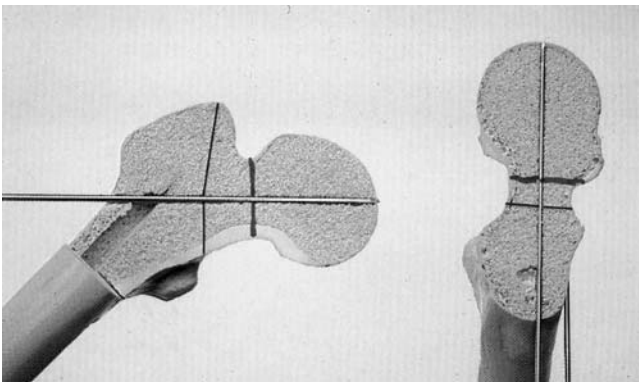


Abb. 4 ▲ Im Gegensatz zu den Nagelverfahren kann bei der Planung der DHS der Führungsdraht vollständig frei gezielt und eingebracht werden. Bei den intramedullären Systemen kann die Zielbohrung erst dann erfolgen, wenn der Nagel in situ ist. Damit ist durch die Lage des Nagels – mehr dorsal, mittig oder ventral – die Zielrichtung des Führungsdrahts vorgegeben und die zielgenaue Platzierung des Schraube behindert

Richtung der Schenkelhals-Kopf-Komponente vorgibt, vollkommen frei in der axialen Ebene platziert werden (Abb. 4).

- Bei verbleibenden Restinstabilitäten können modulare Erweiterungen mit der Trochanterabstützplatte und Rotations-sicherungen erfolgen.
- Die DHS ist für alle Frakturen des proximalen Femurs geeignet.
- Die DHS hat bisher die größte intraoperative Sicherheit und geringsten Reosteosyntheseraten [4].
- Sie ist ohne Extensionstisch auf einem Normaltisch bei Zusatzverletzungen anwendbar (Abb. 5).

Die Schwächen des Systems sind zusammengefasst:

- Nachteil der erhöhten lokalen Komplikationen durch das offene Vorgehen
- Biomechanische Nachteile des extramedullären Kraftträgers erlauben nicht immer die gewünschte Vollbelastung.
- Bei instabilen Frakturen kann die einfache Montage die Rotationsstabilität nicht gewährleisten.
- Eine Medialisierung des Schaftfragments mit ausbleibender Frakturheilung und Beinverkürzung ist bei per-

trochanterer Fraktur und fehlender Trochanterstabilisierung möglich.

- Fehlbohrungen können verheerende Folgen haben.
- Die Grundversion ist für höhergradig instabile pertrochantere Brüche nicht geeignet.
- Durch die große Bohrung entsteht ein großer Defekt an der lateralen Kortikalis, der nach Metallentfernung eine Sollbruchstelle darstellen kann [6].

Bis auf die grundsätzlichen Nachteile des offenen Verfahrens und die biomechanischen Nachteile können alle Nachteile durch die Verwendung einer Trochanterstabilisierungsplatte mit Zusatzsicherung der Rotation bei per- und subtrochanteren Frakturen ausgeglichen werden.

### Mediale Schenkelhalsfrakturen

Die DHS war ursprünglich von den Produzenten und Chirurgen nur zur Versorgung der pertrochanteren Frakturen vorgesehen, obwohl Pohl auch die Stabilisierung von medialen Schenkelhalsfrakturen bei seiner Idee ausdrücklich mit einbezogen hatte. Hintergrund für die Zurückhaltung der Chirurgen beim Einsatz der DHS für diese Frakturen mögen der große Bohrdefekt nach Einsatz des Dreistufenbohrers und das große Volumen der Schenkelhals-schraube gewesen sein, sodass eine zusätzliche Schädigung der gefährdeten Perfusion des Femurkopfs befürchtet wurde. Nach eigenen Messungen beträgt das verdrängte Volumen von Schenkelhals-schraube und Plattenzylinder  $5,0 \text{ cm}^3$ , das verdrängte Volumen von  $3 \text{ 6,5-mm-Spongiaschrauben}$  mit kurzem Gewinde  $4,8 \text{ cm}^3$ ; d. h. ein gravierender Unterschied ist nicht nachzuweisen.

Die Lernkurve in der Anfangsphase der Anwendung der DHS stand zunächst einer Erweiterung des Indikationsspektrums für das Implantat entgegen. Mit zunehmender Sicherheit im Vorgehen und in Anbetracht der guten Resultate bei den pertrochanteren Frakturen und nicht zuletzt wegen der schlechten Resultate mit Winkelplatten und Schraubenosteosynthesen bei medialen Frakturen versuchten immer mehr Autoren, das dynamische Prinzip des Implantats in Verbindung mit einer sicher kontrollierbaren Lage der Schenkelhals-schrau-

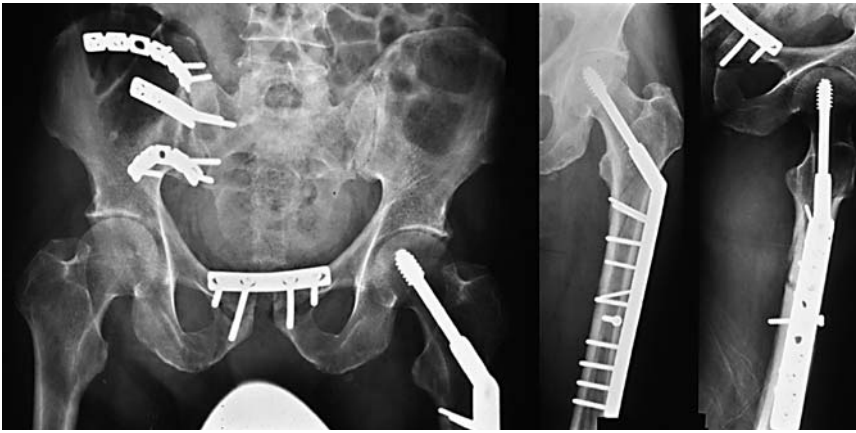


Abb. 5 ▲ Liegen weitere versorgungspflichtige Verletzungen vor – in diesem Beispiel eine Typ-C-Fraktur des Beckens –, ist mit dem DHS-System eine gleichzeitige Operation in Rückenlage auf einem Universalstisch möglich, ohne dass Umlagerungen oder Lagerungen auf dem Extensionstisch notwendig sind. Auch proximale Schaftfrakturen sind auf diese Art und Weise zu versorgen

be und einer Kompressionsmöglichkeit auch für diese Indikation anzuwenden [5, 33, 34]. Hierbei wurden teils überraschend gute, aber auch schlechte Ergebnisse mitgeteilt, sodass die Indikation auch heute noch umstritten und nicht von allen Unfallchirurgen anerkannt ist [22].

In den eigenen Händen und in einer AO-Sammelstudie von Kuner et al. [20] zeigte sich das Implantat allen anderen Implantaten bezüglich Implantatkomplikationen, Pseudarthrosen und Hüftkopfnekrosen statistisch nachweisbar überlegen.

Die Frage, welche Rolle die Stabilität für die Heilung der Schenkelhalsschraube auch im Fall des kompletten Perfusionsausfalls oder einer -störung spielt, wurde aktuell. Von anderen Untersuchungen war bekannt, dass eine Reperfusion von autogenen Knochentransplantaten bei der Anwendung von stabilen Fixationen mit ständigem Kontakt möglich war [25]. Im Fall von dislozierten subkapitalen Frakturen (Garden IV) muss in einem hohen Prozentsatz der Fälle von nicht mehr durchbluteten Femurköpfen ausgegangen werden. Nur durch eine stabile Fixation mit kontinuierlichem Frag-

mentkontakt kann eine Revaskularisierung erreicht werden. Die mechanischen Voraussetzungen zur Lösung dieses Problems scheinen bei der DHS ideal.

Eigene Testversuche an Kadaverknochen, an welchen steil verlaufende, instabile Frakturen unter Standardbedingungen gesetzt wurden, konnten die mechanische Überlegenheit der DHS gegenüber den 3 Spongiaschrauben und der 130°-Winkelplatte nachweisen. Zudem war der Effekt einer weiteren, kranial von der Schenkelhalschraube gelegenen Schraube zur Verminderung der Rotation unter Berücksichtigung der interfragmentären Bewegung und der Gesamtkraftaufnahme bis zum Osteosyntheseversagen auffallend gut ( $p < 0,001$ ) (Abb. 6, 7).

Die Vorteile der DHS mit Antirotationsschraube waren v. a. bei schlechter Knochenqualität auffällig. Es konnte gezeigt werden, dass eine Vollbelastung nach Schenkelhalsbrüchen und Stabilisierung mit einer DHS und einer Zugschraube möglich ist, ohne dass ein frühes Osteosyntheseversagen zu befürchten ist [3]. Diese Untersuchungsergebnisse wurden durch Deneka et al. [9] 1997 bestätigt (Abb. 8).

Auch in der weiteren klinischen Kontrolle zeigte die DHS sehr gute Ergebnisse, sodass mittlerweile in vielen Kliniken, in Skandinavien, in den USA und in Frankreich, auch ältere Menschen mit Schenkelhalsfrakturen mit ei-



Abb. 6 ◀ Stabilität von 4 verschiedenen Osteosyntheseverfahren bei experimentell hergestellten, steil verlaufenden medialen Schenkelhalsfrakturen Typ Pauwels III. Von links nach rechts: Belastungsanordnung in der Universalprüfmaschine; unter 2-Bein-Stand-Krafteinleitung erzeugte Fraktur; getestete Implantate zur Frakturversorgung: 130°-Winkelplatte und Spongiasozugschraube, 3 Spongiasozugschrauben, DHS ohne und mit zusätzlicher Spongiaschraube

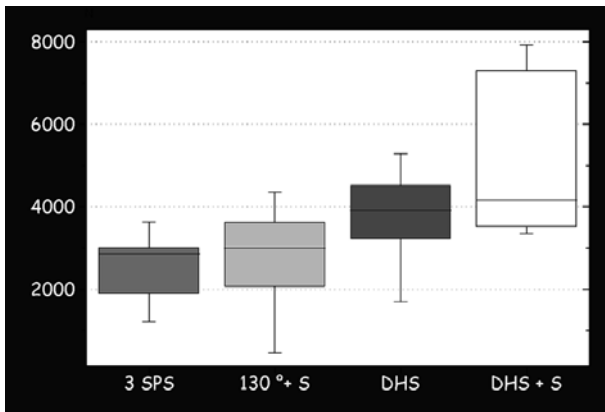


Abb. 7 ▲ **Durchschnittlich erreichte Maximalbelastung bis zur Versagensgrenze der ausgetesteten Osteosynthesen (Darstellung im Box-Plot).** 3 Spongiosaschrauben und die 130°-Winkelplatte unterscheiden sich nicht signifikant in der Stabilität, wobei die Spongiosaschrauben eine geringere Streubreite der Belastungsgrenze haben und eine geringere Bruchspaltbewegung zulassen. Die DHS hat signifikant bessere Belastungsergebnisse. Die zusätzliche Spongiosaschraube verbessert die Stabilität nochmals wesentlich, sodass für instabile Frakturen eine derartige Montage vorzuziehen ist

ner DHS versorgt werden [15, 16, 27, 29]. Durch die Entwicklung perkutaner Verfahren mit stärkeren Spongiosaschrauben (AO) wird vermutlich ein neuer Trend zur gelenkerhaltenden Therapie der Schenkelhalsfrakturen auch beim betagten Menschen einsetzen.

### Stabile pertrochantere Frakturen

Die so genannten stabilen pertrochanteren Frakturen, einschließlich der früheren lateralen Schenkelhalsfraktur (31.A1 nach AO), sind sämtlich mit der DHS belastungsstabil zu versorgen. Eine Erweiterung des Systems mittels zusätzlichen Schrauben, Cerclagen oder der Trochanterstabilisierungsplatte ist

nicht erforderlich, da keine Rotationsinstabilität vorliegt. Nach geschlossener Reposition der Fraktur meist aus einer Varus- und Rekurvationsstellung heraus, kann bei guter Knochenqualität eine 2-Loch-DHS und bei der üblicherweise vorliegenden Osteoporose eine 4-Loch-Platte benutzt werden. Es ist so gut wie nie notwendig, einen anderen als den Standard-135°-Winkel einzusetzen. Eine derartige Montage ist risikoarm, effektiv und kostengünstig (etwa 500 DM). In prospektiven, randomisierten, vergleichenden Studien wurde nachgewiesen, dass die extramedullären, dynamischen Verfahren den extramedullären, starren Verfahren wie der Winkelplatte und den intramedullären, retrograden Nageltechniken (Simon-Weidner, En-

der) für diese Indikation in den Resultaten überlegen sind [2, 16]. Eine Stabilisierung dieser Brüche mit einem intramedullären antegraden Implantat scheint u. E. ein biomechanisches Over-treatment zu sein, birgt je nach Implantat das Risiko einer Oberschenkelchaftfraktur am Nagelende, ist vielleicht weichteilschonender, aber sicher die teurere Lösung [8, 23, 24].

### Instabile pertrochantere Frakturen

Studien aus den 80er Jahren haben gezeigt, dass mit der DHS zwar geringere Versagensraten gegenüber den damals noch gebräuchlichen 130°-Winkelplatten zu erreichen waren, dass aber bei den Frakturen mit intertrochanteren Trümmerzonen (A2.2, A2.3) und bei den Frakturen mit großem medio-dorsalen Fragment übermäßige Gleitvorgänge und Medialisierungen des Schafts eintreten können, die mit einer relevanten Beinverkürzung und Muskelsuffizienz der Glutealmuskulatur einhergehen und Bruchheilungsstörungen verursachen können [4]. Mit zusätzlichen Trochanter-minor-Refixationen und Zuggurtungen über den Trochanter major wurde versucht, bei den 4-Fragment-Frakturen zusätzliche Stabilität zu gewinnen. Dies war mit einer Reosteosyntheserate von 2–5% nicht immer von ausreichendem Erfolg begleitet [4] (Abb. 9, 10).

Ein weiteres Problem waren die A3.1–3.3-Frakturen, bei welchen nie eine primäre volle Belastbarkeit erreicht werden konnte. Als Problem waren hier v. a. die Rotationsinstabilität des Kopf-Hals-Fragments, aber auch die stabile Fixation des Trochanter major an das Kopf-Hals-Fragment erkannt worden.



Abb. 8 ► **Klinisches Beispiel einer Garden-III-Fraktur, die mit einer DHS und einer zusätzlichen Spongiosaschraube versorgt wurde. Gute anatomische Ausheilung der Fraktur ohne funktionelle Beeinträchtigung**

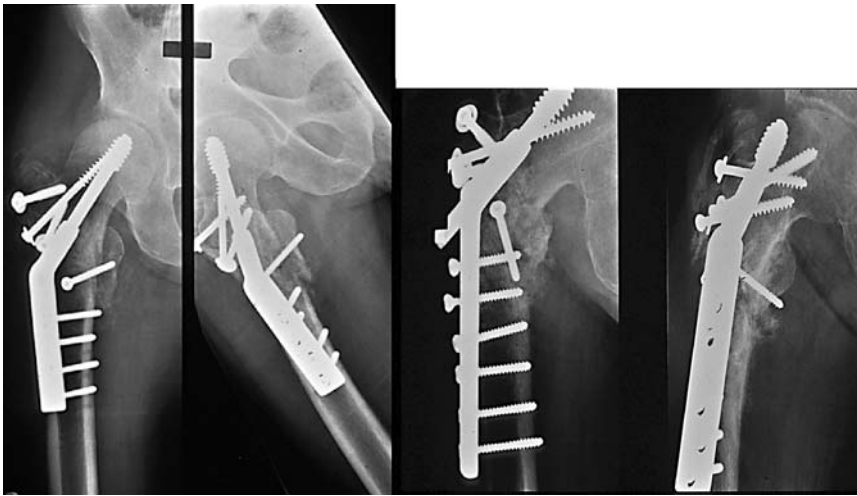


Abb. 9 ▲ Beispiel für den vergeblichen Versuch der Herstellung einer Rotationsstabilität einer instabilen pertrochanteren Fraktur: Der Operateur versucht mit zusätzlichen Schrauben die notwendige Stabilität zu erreichen. Dies gelingt nicht mit einer einfachen DHS, und es resultiert ein kraniales Auswandern der Schenkelhalschraube, da die Fraktur nicht verheilt



Abb. 11 ▲ Resultat der fortbestehenden Instabilität eines instabilen Bruchtyps bei Versorgung ohne TSP: Medialisierung des Schafts, ausbleibende Frakturheilung und zuletzt „cutting out“ der Schenkelhalschraube



Abb. 10 ◀ Weiteres Beispiel für die Not eines Operateurs, der die Bedeutung der Rotationssicherung des proximalen Fragments und die Fixation des Trochanter major erkannt hat. Versuch, mit einer zusätzlichen Zuggurtung zum Ziel zu kommen. Zum Zeitpunkt der Versorgung war noch keine Trochanterstabilisierungsplatte verfügbar

Die Fa. Mecron® griff den Gedanken von E. Pohl wieder auf und entwickelte eine verlängerte Platte, die den Trochanter major abstützte und eine Dislokation nach lateral und kranial verhindern sollte (Mecron-Platte).

Die AO erkannte das zusätzliche Potenzial einer modularen Erweiterung der DHS durch das Aufsetzen einer flachen, perforierten Platte auf die DHS-Platte und die Möglichkeit der Rotationssicherung und Refixation des Trochanter major (Abb. 3).

Mechanische Tests an humanen Femurpräparaten, bei welchen mittels definierter Osteotomien A2.3- und A3.3-Frakturen nachgebildet wurden, konnten zeigen, dass diese Montage auch bei instabilen Frakturen einer primären vollen Belastung standhalten kann, wenn

auch niedrigere Versagensgrenzen gegenüber intramedullären Implantaten vorlagen [4] (Abb. 12, 13).

Die klinischen Resultate stimmten mit diesen Ergebnissen überein, sodass in den Augen einiger Autoren ein universelles Implantat zur Versorgung aller proximaler Frakturen vorliegt [1].

Als störend werden der große Zugang und die weite Freilegung der Weichteile zum Anbringen dieser Platte empfunden. Mit dem verkürzten, modifizierten transglutealen Zugang nach Bauer ist eine schonende und wenig kompromittierende Exposition möglich. Die Freilegung ermöglicht aber auch notwendige Zusatzmaßnahmen wie Cerclagen bei langstreckigen Spiralfrakturen und die Beseitigung von Muskelinterponaten (Abb. 14).

Mit der Entwicklung von intramedullären Implantaten, die eine geschlossene Reposition und primäre Vollbelastung über einen minimierten Zugang zusicherten, wurde immer mehr von der DHS mit TSP auf letztere Implantate umgestiegen, ohne dass eine Evidenz für ein besseres Gesamtergebnis vorgelegen hätte. Bis heute ist der wissenschaftliche Beweis eines besseren Ergebnisses bezüglich Reosteosyntheserate und Implantatausriss für die intramedullären Verfahren in dieser Indikation nicht er-

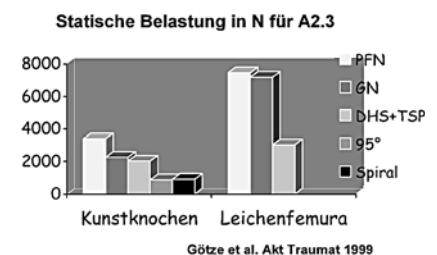


Abb. 12 ▲ Ergebnisse der statischen Belastung von verschiedenen Osteosynthesen bei instabilen Bruchtypen am proximalen Femur. Eine Vollbelastung ist bei humanen Femora bei den intramedullären Verfahren und bei der DHS mit TSP möglich. Die Vorteile der intramedullären Methoden für die Stabilität sind trotzdem signifikant. Diese Ergebnisse sind aber nicht mit dem Endergebnis für den Patienten gleichzusetzen. Intraoperative Komplikationen und postoperative Schaftbrüche sind die häufigsten Ursachen für Reosteosynthesen

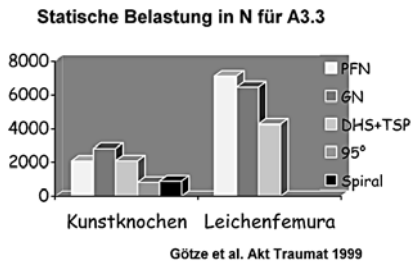


Abb. 13 ▲ Ergebnisse der mechanischen Tests für die A3.3-Frakturen, die als die am schwierigsten zu versorgenden Brüche mit den höchsten Heilungsstörungen gelten: Auch in dieser Indikation erreicht die DHS mit TSP eine Vollbelastbarkeit bei Mittelwerten um 4000 N, die weit über der physiologischen Vollbelastung liegen (1800–2600 N)

bracht [8, 21, 23, 24]. Nach der Analyse von prospektiven, randomisierten Studien stehen hohe Raten an Reosteosynthesen und Femurschaftfrakturen am Nagelende des  $\gamma$ -Nagels weiterhin gegen die geringen Reosteosyntheseraten und Komplikationen der DHS (Tabelle 1, 2).

Martyn Parker hat die 10 bis 1994 publizierten prospektiven und randomisierten Studien nach Qualität geord-

net und die Ergebnisse im Sinn der evidenzbasierten Medizin an 1794 Patienten hinterfragt [24] (Tabelle 1). Zu diesem Zeitpunkt waren die Rate der operativen bzw. postoperativen Femurfrakturen beim  $\gamma$ -Nagel auf das 2,6fache bzw. das 2,1fache erhöht und die Reoperationsrate gar auf das 3,4fache gegenüber der DHS. Parker [24] konnte nach dieser Metaanalyse das intramedulläre Verfahren für die extraartikulären Frakturen des proximalen Femurs nicht generell empfehlen.

5 Jahre später veröffentlichte er in der Cochrane Library eine Nachfolge-studie mit 14 folgenden Studien mit den gleichen Einschlusskriterien mit 1977 Patienten [23]. Er fand weiterhin ein erhöhtes Risiko für intraoperative Femurfrakturen (24/833 vs. 4/846 Fälle Peto-Odds-Ratio=4,44) und spätere Femurfrakturen um das Implantat (52/819 vs. 26/836 Peto-Odds-Ratio=2,05) und damit eine erhöhte Reoperationsrate und schloss, dass eine Evidenz der Vorteile des intramedullären Verfahrens nicht nachgewiesen werden kann (Tabelle 2). Unterschiede in der Häufigkeit der Wundinfektionen, Mortalität und allge-

meinen Komplikationen zeigten kein signifikantes Ausmaß. Parker gestand zu, dass für bestimmte Bruchtypen, wie dem subtrochanteren Bruch, Vorteile möglich seien, dass aber nach einer Lernkurve noch weitere Studien nötig seien, um die Evidenz zu beweisen.

### Sub- und intertrochantere Frakturen

Subtrochantere Frakturen stellen eine besondere Entität dar. Eingeschlossen sind die intertrochanteren und die umgekehrt verlaufenden Frakturen (reverse obliquity fractures) mit Unterbrechung der lateralen Kortikalis unterhalb des Trochanter major (31.A3 nach AO). Die proximalen Schaftfrakturen laufen manchmal in diese Region aus (Abb. 14).

Es liegen immer hochgradig instabile Frakturen ohne Abstützung der Fragmente zwischen Kopf-Hals- und Schaftfragment vor. Die Frakturen neigen zur Varusdeformität und haben nicht selten eine Anteversion des proximalen Hauptfragments, die geschlossen nur schwer oder überhaupt nicht zu beseitigen ist (Abb. 14). Wird diese Achsenfehlstellung nicht beseitigt, resultiert ein ventral klaffender Frakturspalt – möglicherweise mit Muskelinterponat – und die Heilung des Knochens kann gestört sein. Bei Vollbelastung verläuft die Kraftübertragung allein durch das proximale Fragment über den Implantatkraftaufnehmer im Kopfbereich und wird über den Nagel oder die Platte übernommen.

Bleibt die Heilung in der Fraktur aus, kommt es entweder zu einem „cutting out“ des zentralen Kraftträgers aus dem Femurkopf oder zum Implantatbruch. Bei diesen Frakturen resultieren nach neuesten Literaturangaben bis zu 32% Behandlungsfehlschläge. Eine ungenügende Reposition ist eindeutig mit einer höheren Rate an ausbleibenden Heilungen assoziiert [14].

Eine achsengerechte Reposition mit Fragmentkontakt und Fixation des Trochanter major ist daher die erste wesentliche Forderung für eine komplikationslose Heilung des Knochens. Die Rotationsstabilität des proximalen Fragments muss die 2. Forderung an die Osteosynthese sein. Diese Voraussetzungen erfüllt die 95°-Kondylenplatte am besten und hat in dieser Indikation auch bessere Ergebnisse als die DHS



Abb. 14 ◀ Extremform einer proximalen Femurfraktur mit Beteiligung des Schafts. Durch die grobe Dislokation der Fragmente interponieren sich Muskelanteile und verhindern eine heilungsgerechte geschlossene Reposition. Die Wiederherstellung der Achsen und die Fragmentadaptation im Schaftbereich sind jedoch Voraussetzungen für eine komplikationslose Heilung. Die Lösung dieser Aufgabe gelang durch eine offene Reposition, Beseitigung des Muskelinterponats, Adaptierung der Fragmente mit Cerclagen und Rotationsicherung des proximalen Kopf-Hals-Fragments

Tabelle 1

**Nach Parker u. Pryor [24] modifizierte Tabelle der prospektiven und randomisierten oder quasi randomisierten, kontrollierten 10 Studien, die der Analyse der Ergebnisse unter den Gesichtspunkten der evidenzbasierten Medizin zugrunde gelegt haben: Bei dieser ersten Analyse wurden die Resultate der  $\gamma$ -Verriegelungsnagelung bis einschließlich 1994 und die der DHS erfasst und miteinander verglichen. Diese Daten wurden in einer Nachfolgestudie auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse anderer intramedullärer Verfahren bis 1999 ergänzt und als Cochrane Library Document publiziert [23]**

Autor	Jahr	Land	Patientenanzahl	Durchschnittsalter	Score
Bridle et al. [7]	1991	England	100	82	5
Benum et al. [2]	1992	Norwegen	460	81	4
Fornander et al. [7]	1992	Schweden	209	81	5
Guyer et al. [13]	1992	Schweiz	100	81	2
Hogh et al. [18]	1992	Dänemark	299	–	2
Leung et al. [21]	1992	Hongkong	186	80	4
Sabharwal et al. [30]	1992	Kanada	101	80	5
Hoffman u. Linsky [17]	1993	Neuseeland	67	80	8
Radford et al. [28]	1993	England	200	81	5
Goldhagen et al. [11]	1994	USA	72	78	4
Gesamt			1794		

Tabelle 2

**Ergebnisdarstellung unter Berücksichtigung der in Tabelle 1 zitierten Daten**

Autor		Operative Femurfraktur	Femurfraktur im Verlauf der Behandlung	Cutting out	Reoperation
Bridle et al. [7]	DHS	0	0	5,9	5,9
	$\gamma$ -Nagel	0	8,2	4,1	12,2
Benum et al. [2]	DHS	0	0	0,9	1,3
	$\gamma$ -Nagel	1,8	2,2	2,2	6,8
Fornander et al. [7]	DHS	1,0	0	2,9	7,7
	$\gamma$ -Nagel	0	1,9	2,9	5,8
Guyer et al. [13]	DHS	0	0	6,0	12,0
	$\gamma$ -Nagel	2,0	0	2,0	10,0
Hogh et al. [18]	DHS	–	–	4,0	4,0
	$\gamma$ -Nagel	–	–	6,3	8,1
Leung et al. [21]	DHS	2,1	0	3,2	7,7
	$\gamma$ -Nagel	3,2	2,2	2,2	5,7
Sabharwal et al. [30]	DHS	0	0	2,0	4,1
	$\gamma$ -Nagel	3,8	1,9	5,7	9,4
Hoffman u. Linsky [17]	DHS	0	2,8	2,8	2,8
	$\gamma$ -Nagel	9,7	3,2	3,2	3,2
Radford et al. [28]	DHS	1,0	0	3,0	3,0
	$\gamma$ -Nagel	6,0	10,0	2,0	6,0
Goldhagen et al. [11]	DHS	1,0	0	0	0
	$\gamma$ -Nagel	1,8	2,9	5,9	8,8
Gesamt	DHS	0,5	0,1	2,5	3,9
	$\gamma$ -Nagel	3,1	2,2	3,1	7,3
Prozentuale Zunahme bezüglich $p$ (Differenz)	$\gamma$ -Nagel	2,6	2,1	0,6	3,4
		<0,001	<0,001	NS	0,005–0,001

[14]. Allerdings erfüllt sie nicht die 3., wesentliche Forderung bei älteren Patienten nach sofortiger Belastungsstabilität. In dieser Hinsicht hat die DHS mit TSP Vorteile [19].

Eine für die Reposition notwendige offene Reposition erfordert einen großen, weichteilbelastenden Zugang. Die Refixation des Trochanter major in guter Stellung ist essenziell zur Erhaltung der Muskelbalance und Vermeidung der Varusstellung unter Dauerbelastung. Sie kann über eine Fixationsplatte oder über einen intramedullären Nagel als Gegenlager erfolgen. Über den Nagel allein gelingt eine achsengerechte und gute Fragmentadaptierung nicht immer in ausreichender Form, sodass Osteosyntheseversagen bei diesen Frakturen häufig sind. Die DHS mit einer TSP kann diese Forderung erfüllen, benötigt aber einen großen Zugang. Die Winkelplatte braucht einen großen Zugang und erlaubt postoperativ keine Vollbelastung.

Die ideale Lösung ist schwierig zu realisieren und kann in halb offenen Repositionsverfahren, Zuhilfenahme von Cerclagen und anschließender intramedullärer Fixation liegen. Obwohl die Tendenz zur intramedullären Osteosynthese auch in dieser Indikation unverkennbar ist, liegen noch keine definitiven Ergebnisse zugunsten der Nageltechniken vor. Weitere randomisierte Studien sind notwendig, um diese Fragen zu klären [23]. Mittlerweile ist die 2. Generation der intramedullären Implantate mit technischen Verbesserungen und langen Versionen auf dem Markt, und die Lernkurve des Verfahrens ist flach geworden. Die grundsätzlichen Überlegungen zu den Vor- und Nachteilen der Verfahren bleiben ebenso wie die Forderung nach dem wissenschaftlich geführten Beweis eines besseren Ergebnisses für den Patienten mit dem jeweiligen Verfahren bestehen. Es wäre aus diesen Gründen falsch, die extramedullären Verfahren wie die DHS und die Trochanterstabilisierungsplatte ganz aus dem Sortiment der Frakturversorgung am proximalen Femur zu streichen. Die Vorteile des Implantats sind weiterhin evident.



### Literatur

1. Babst R, Martinet O, Renner N, Rosso R, Bodoky A, Heberer M, Regazzoni P (1993) Die DHS-Abstützplatte für die Versorgung der instabilen proximalen Femurfrakturen. *Schweiz Med Wochenschr* 123: 566–568
2. Benum P, Grontvedt T, Braten M, Walloe A, Ekeland A, Raugstad S, Fasting O (1992) Gamma nail versus CHS in intertrochanteric and subtrochanteric fractures: a preliminary report of a prospective randomized study. *Acta Orthop Scand [Suppl 247]* 63: 7–8
3. Bonnaire F (2000) Neue Aspekte in der Behandlung von medialen Schenkelhalsfrakturen. *Hefte Unfallchir* 277: 46–58
4. Bonnaire F, Götschin U, Kuner EH (1992) Früh- und Spätergebnisse nach 200 DHS-Osteosynthesen zur Versorgung peritrochanterer Femurfrakturen. *Unfallchirurg* 95: 246–253
5. Bonnaire F, Müller B, Kohlberger E (1993) Kopferhaltende Operationsmethoden bei der Schenkelhalsfraktur des Erwachsenen. *Hefte Unfallchir* 228: 44–75
6. Bonnaire F, Kuner EH, Steinemann S (1999) Experimentelle Untersuchungen zum Stabilitätsverhalten am coxalen Femurende nach Montage und Entfernung von DHS-Implantaten am nicht frakturierten Leichenfemur. *Unfallchirurg* 94: 366–371
7. Bridle SH, Patel AD, Bircher M, Calvert PT (1991) Fixation of the intertrochanteric fractures of the femur: a randomised prospective comparison of the gamma nail and the dynamic hip screw. *J Bone Joint Surg Br* 73: 330–334
8. Chinoy MA, Parker MJ (1999) Fixed nail plates versus sliding hip systems for the treatment of trochanteric femoral fractures: a meta analysis of 14 studies. *Injury* 30: 157–163
9. Deneka DA, Simonian PT, Stankewich CJ, Eckert D, Chapman JR (1997) Biomechanical comparison of internal fixation techniques for treatment of unstable basicervical femoral neck fractures. *J Orthop Trauma* 11: 337–343
10. Fornander P, Thorngren KG, Törnqvist H, Ahren-gart L, Lindgren U (1992) Swedish experience of the first 209 randomized patients with gamma nail vs. screw plate. *Acta Orthop Scand [Suppl 248]* 63: 90
11. Goldhagen PR, O'Connor DR, Schwarze D, Schwartz E (1994) A prospective comparative study of the compression hip screw and the gamma nail. *J Orthop Trauma* 8: 367–372
12. Götze B, Bonnaire F, Weise K, Friedl HP (1998) Belastbarkeit von Osteosynthesen bei instabilen per- und subtrochanterären Femurfrakturen: Experimentelle Untersuchungen mit PFN, Gamma-Nagel, DHS/Trochanterstabilisierungsplatte, 95°-Condylenplatte und UFN/Spiralklinge. *Aktuelle Traumatol* 28: 197–204
13. Guyer P, Landoldt M, Eberle C, Keller H (1992) Der Gamma-Nagel als belastungsstabile Alternative zur DHS bei der instabilen proximalen Femurfraktur des alten Menschen. *Helv Chir Acta* 58: 697–703
14. Haidukewitch GJ, Israel TA, Berry DJ (2001) Reverse obliquity fractures of the intertrochanteric region of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 83-A: 643–650
15. Hegge HG, Hatten S, Patka P, Van Mourik JC, Breederveld RS (1989) Results of dynamic hip screw osteosynthesis for intracapsular fractures of the femoral neck. *Neth J Surg* 41: 27–30
16. Heyse-Moore GH (1996) Fixation of intracapsular femoral neck fractures with a one plate dynamic hip screw. *Injury* 27: 181–183
17. Hoffman CW, Linskey TG (1993) Intertrochanteric fractures of the femurs; a randomised prospective comparison of the gamma nail and the Ambi hip screw. *J Bone Joint Surg Br [Suppl I]* 75: 50
18. Høgh J, Andersen K, Duus B, Hansen D, Hellberg S, Jakobsen B, Jensen J, Jensen PE, Mikkelsen S, Schroder H, Soelberg M (1992) Gamma nail versus DHS in the treatment of trochanteric and subtrochanteric fractures. *Acta Orthop Scand [Suppl 248]* 63: 87
19. Kostuj T, Luka M, Smektala R (2000) Subtrochanteric Femurfrakturen – Osteosynthese mit DHS und Trochanterabstützplatte. *Aktuelle Traumatol* 30: 168–172
20. Kuner EH, Lorz W, Bonnaire F (1995) Schenkelhalsfrakturen beim Erwachsenen: gelenkerhaltende Operationen. I. Ergebnisse der AO-Sammelstudie mit 328 Patienten. *Unfallchirurg* 98: 251–258
21. Leung KS, So WS, Shen WY, Hui PW (1992) Gamma nails and dynamic hip screws for peritrochanteric fractures: a randomised prospective study in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br* 74: 345–351
22. Messmer P, Soklic P, Matter P (1993) Femoral neck fracture and femoral head necrosis. *Helv Chir Acta* 59: 993–997
23. Parker MJ, Handoll HHG (2001) Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extracapsular hip fractures (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 2, 2001. Update Software, Oxford, [http://www.update-software.com/CLIP/CL...F=&H=&D=1&L=376N=400&M=1081&C=398&T=\\*](http://www.update-software.com/CLIP/CL...F=&H=&D=1&L=376N=400&M=1081&C=398&T=*)
24. Parker MJ, Pryor GA (1996) Gamma versus DHS-nailing for extracapsular femoral fractures. *Int Orthop* 20: 163–168
25. Perren SM (1979) Physical and biological aspects of fracture healing with special reference to internal fixation. *Clin Orthop* 138: 175–196
26. Pohl E (1951) Verbindungsvorrichtung für gelenknahe Knochenbrüche. Deutsches Patentamt, Patentschrift Nr. 918531, patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 7.12.1951
27. Putz P, Coussaert E, Delvaux D, Long Pretz P, Thys R, Cantraine F (1990) Osteosynthesis of lesions of the proximal femur using dynamic screw plates. Multicenter study: 1871 cases. *Int Orthop* 14: 285–292
28. Radford PJ, Needoff M, Webb JK (1993) A prospective randomised comparison of the dynamic hip screw and the gamma locking nail. *J Bone Joint Surg Br* 75: 789–793
29. Rau FD, Manoli A 2nd, Morawa LG (1982) Treatment of femoral neck fractures with the sliding compression screw. *Clin Orthop* 163: 137–140
30. Sabharwal S, O'Brien PJ, Meek RN, Blachut P, Broekhuysen HM (1992) Intertrochanteric hip fracture fixation – gamma versus dynamic hip screw. A randomized prospective study. *J Bone Joint Surg Br [Suppl III]* 74: 281
31. Schumpelick V, Jantzen PM (1953) Die Versorgung der Frakturen im Trochanterbereich mit einer nichtsperrenden Laschenschraube. *Chirurg* 24: 506–509
32. Schumpelick V, Jantzen PM (1955) A new principle in the operative treatment of trochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 37-A: 693–698
33. Siebler G, Kuner EH (1986) Erste Erfahrungen mit der Dynamischen Hüftschraube bei der Osteosynthese medialer Schenkelhalsfrakturen. *Unfallchirurgie* 12: 312
34. Von der Flüe M, Schnyder S, Blanc Ch (1987) Erfahrungen und Resultate nach DHS-Osteosynthesen mit erweiterter Indikationsstellung. *Z Unfallchir Versicherungsmed* 80: 2–6