

P. Megas
A. Kaisidis
P. Zouboulis
M. Papas
A. Panagopoulos
E. Lambiris

Vergleichsstudie der Versorgung pertrochantärer Femurfrakturen – trochanteric Gamma-Nagel vs. PFN

Trochanteric Gamma Nail vs Proximal Femoral Nail for Pertrochanteric Fractures: A Comparative Study

Zusammenfassung

Studienziel: Eine retrospektive Vergleichsstudie der Stabilisierung trochantärer Femurfrakturen, mittels trochanteric Gamma-Nagel (TGN) und PFN (proximaler Femurnagel). **Methode:** Im Zeitraum 1998–2003 wurden 97 TGN implantiert, im Vergleich zu 83 PFN von 1999 bis 2003. Anhand des AO-Klassifikationsschemas wurden die meisten Frakturen als A3 eingeteilt. Es wurden 87 TGN- und 65 PFN-Patienten 1, 3, 6 und 12 Monate postoperativ, klinisch und radiologisch, nachuntersucht. **Ergebnisse:** Die TGN-Operationszeit erwies sich durchschnittlich als geringer. Die intraoperativen Komplikationen des TGN (17,5%) sowie des PFN (28,8%) werden analysiert und entgegengestellt. Mit dem TGN ergaben sich zu 18,4% Spät-Komplikationen im Vergleich zu 27,6% beim PFN. Frakturkonsolidierung erfolgte zu 94,2% und 89,3% mit dem TGN beziehungsweise PFN. Die GN-Reoperationsrate lag bei 10,3% und des PFN bei 24,6%. Ein gutes klinisches Ergebnis erreichten 65% der TGN- und 62% der PFN-Patienten. **Schlussfolgerung:** Die Versorgung instabiler trochantärer Frakturen mittels TGN und PFN erweist sich als zuverlässig. Zur Diskussion steht das häufigere Auftreten des Cut-out beim PFN und der Varus-Fehlstellung beim TGN. Die höhere Reoperationsrate und Operationsdauer des PFN spricht für eine anspruchsvollere operative Technik. Komplikationen, die auf das Nageldesign und auf operationstechnische Fehler zurückkommen, können vermindert werden.

Schlüsselwörter

PFN · trochanteric Gamma-Nagel · Z-Effekt · Cut-out · umgekehrter Z-Effekt

Abstract

Aim: We have performed a retrospective comparative study between the trochanteric gamma nail (TGN) and the proximal femoral nail (PFN). **Method:** During the period 1998–2003, 97 TGN and 83 PFN were used for the treatment of pertrochanteric fractures. Most of the fractures were of the A3 type according to the AO/ASIF classification. Clinical and radiological follow-ups were available for 87 TGN and 65 PFN. **Results:** The mean operative time for the TGN was shorter than that for the PFN. Intraoperative complications were noted in 17.5% and 28.8% for the TGN and PFN groups, respectively. Late complications occurred in 18.4% for TGN compared to 27.6% of the PFN. Union was achieved in 94.2% and 89.3% of the patients treated with the TGN and PFN, respectively. The reoperation rates were 10.3% and 24.6% for the TGN and the PFN, respectively. Clinical outcomes were good for both groups (65% in the TGN, 62% in the PFN group). **Conclusion:** Treatment of pertrochanteric fractures using the TGN and PFN implants is quite reliable. The major complication was cut-out and occurred mostly in the PFN group, while varus deformity was more frequent in the TGN group. The PFN was associated with a higher rate of reoperation and longer operative time, probably due to a more demanding technique.

Key words

PFN · trochanteric gamma nail · Z effect · cut-out · reverse-Z effect

Institutsangaben

Orthopädische Klinik · Universitätsklinikum Patras · Griechenland

Korrespondenzadresse

Dr. med. Aristotelis Kaisidis · Orthopädische Universitätsklinik Patras · Rio-Patras 26504 · Griechenland · E-mail: ariskaisidis@hotmail.com

Bibliografie

Z Orthop 2005; 143: 252–258 · © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
DOI 10.1055/s-2005-836453
ISSN 0044-3220

Bei per- und subtrochantären Femurfrakturen liegt unser Bestreben in der Stabilisierung der Fraktur mittels des geeigneten Osteosyntheseimplantates, um die Frühmobilisation und Vollbelastung zu gewährleisten. Mit zunehmender Frakturinstabilität steigt die mechanische Überlegenheit der intramedullären Kraftträger, wie des trochanteric Gamma-Nagels (TGN – Howmedica) und des PFN (proximaler Femurnagel – Synthes) [1–4].

Material – Methode

Diese retrospektive Vergleichsstudie präsentiert zwei Patientengruppen mit trochantären Femurfrakturen, die operativ versorgt wurden. Die erste Gruppe von 97 Patienten wurde im Zeitraum 1998–2003 mittels TGN behandelt. Betroffen waren 44 Männer und 53 Frauen, mit einem Durchschnittsalter von 67,5 Jahren (54–97 Jahre). Sechs dieser Patienten zeigten eine unzureichende Nachuntersuchung auf (maximal 3 Monate postoperativ) und konnten zur weiteren Kontrolle nicht aufgefunden werden, und vier Patienten sind aus operationsunabhängigen Gründen verstorben (maximal 5 Monate postoperativ). Eine klinische und radiologische Nachuntersuchung von mindestens 12 Monaten konnte an 87 Patienten durchgeführt werden. Die zweite Gruppe von 83 Patienten wurde mittels PFN, im Zeitraum 1999–2003, versorgt. Das Durchschnittsalter betrug 72 Jahre (25–88 Jahre) und betroffen waren 31 Männer und 52 Frauen. Bei 13 Patienten konnte eine Nachuntersuchung bis maximal 4 Monate postoperativ erfolgen, ohne mögliche Benachrichtigung zur weiteren Kontrolle, und 5 Patienten sind aus operationsunabhängigen Gründen maximal 6 Monate postoperativ verstorben. Eine einjährige Nachuntersuchung war bei 65 dieser Patienten möglich.

Zur Evaluation herangezogen wurden alle Röntgenbilder, die intraoperativen Probleme, die durchschnittliche Operationsdauer, postoperative Komplikationen, die Konsolidierungs- und Reoperationsrate, wie auch das klinische Ergebnis beider Methoden. Die Nachuntersuchung erfolgte 1, 3, 6 und 12 Monate postoperativ, und darüber hinaus nach Absprache. Voraussetzung zur Aufnahme in dieser Studie war eine Mindestnachuntersuchung von 12 Monaten, um die Beurteilung der Befunde zu vereinheitlichen und damit die klinischen und radiologischen Ergebnisse ausreichend zuverlässige sowie auch repräsentative Schlussfolgerungen zulassen. Alle Patienten beider Gruppen wurden mit dem klinischen Salvati- & Wilson-Score evaluiert [5].

Die intramedulläre Frakturversorgung erfolgte durch zwei in Marknagelungen erfahrenen Operateuren, welche sowohl TGN als auch PFN-Implantate einsetzten. Die operative Behandlung der Patienten wurde innerhalb 48 Stunden nach der Verletzung durchgeführt. Um die postoperative Komplikationsrate zu beschränken, wurde Rücksicht genommen auf die Optimierung des Allgemeinzustandes, mit kardialer und pulmonaler Rekompensation, Ausgleich des Wasser- und Elektrolythaushalts und Einstellung des Blutzuckers [6]. In der Regel wurden die Patienten am 2. postoperativen Tag mobilisiert.

Bei allen Patienten wurde präoperativ versucht, eine geschlossene Reposition des Bruches, unter Röntgenkontrolle, auf dem Ex-

tensionstisch zu erzielen. Vorbeugende Antikoagulantientherapie mit niedermolekularem Heparin wurde prä- und postoperativ für 4–6 Wochen angewandt. Antibiotika wurden vorbeugend für die ersten zwei postoperativen Tage verabreicht.

Die Einteilung der proximalen Femurfrakturen dieser Studie basierte auf dem AO-Klassifikationsschema [7]. In der TGN-Gruppe (97 Patienten) wurden die trochantären Femurfrakturen wie folgt eingeteilt: A1.3 (2–2,06%), A2.1 (3–3,1%), A2.2 (5–5,1%), A2.3 (5–5,1%), A3.1 (29–29,9%), A3.2 (24–24,7%), A3.3 (29–29,9%). Die PFN-Gruppe (83 Patienten) hatte keine A1-Fraktur aufzuweisen: A2.1 (7–8,4%), A2.2 (14–16,8%), A2.3 (17–20,5%), A3.1 (15–18,07%), A3.2 (13–15,6%), A3.3 (17–20,5%).

Eine A1-Fraktur kann mit allen zur Verfügung stehenden Implantaten versorgt werden. Die hochinstabilen A3-Frakturen sollten zunehmend mit den intramedullären Kraftträgern behandelt werden und hierzu eignen sich besonders der TGN und der PFN [4, 8–10]. Auf dieser Basis waren, in vorliegender Studie, die Entscheidungskriterien im Bezug auf die Wahl des intramedullären Kraftträgers (TGN oder PFN) chirurgbezogen.

Röntgenbildanalyse

Um die radiologischen Ergebnisse zu vereinheitlichen, wurden an allen prä-, intra- und postoperativen Röntgenbildern die gleichen Parameter analysiert:

- Der Abstand des proximalen Endes der Hüftgleitschraube (PFN) und der Schenkelhalsschraube (TGN, PFN) von der Knorpelgrenze des Femurkopfes,
- der Collum-Corpus-Diaphysen-Winkel (CCD-Winkel) und
- die Nagellänge und der Femurkopfdurchmesser.

Aufgrund der verschiedenen Projektionsebenen wurden alle Daten auf die Nagellänge (Fixgröße) und dem Femurkopfdurchmesser bezogen.

Statistische Auswertung

Zur Analyse der klinischen und radiologischen Ergebnisse wurde das Programm GraphPad 2.01 package verwendet (GraphPad Software Inc. USA). Die Tests Mann-Whitney und Wilcoxon matched pair test wurden zur Korrelation der nicht-kontinuierlichen Variablen beider Patientenkategorien herangezogen. Dabei werden Werte von $p < 0,05$ als statistisch signifikant angesehen.

Ergebnisse

Allgemeine Ergebnisse

Das klinische Ergebnis der nachuntersuchten Patienten, welches mit dem Salvati- & Wilson-Bewertungsschema festgelegt wurde, ergab bei 65% der TGN- und 62% der PFN-Patienten ein gutes Resultat ($p > 0,05$, statistisch nicht-signifikanter Unterschied), was einer Punktzahl von über 30 entspricht. Der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt betrug 9 Tage und zeigte keinen Unterschied zwischen den Methoden auf. Die Genesungsdauer in beiden Gruppen betrug im Mittel 12 Wochen.

Die durchschnittliche Operationsdauer in der TGN-Gruppe betrug 50 Minuten, im Gegensatz zu 67 Minuten, welche für eine PFN-Implantierung erforderlich waren. Dieser Unterschied zeigt eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Methoden auf ($p < 0,05$).

Die Konsolidierungsrate fiel in beiden Gruppen hoch aus, 94,2% und 89,3% der Frakturen mit TGN- beziehungsweise PFN-Versorgung ($p > 0,05$). Die allgemeine Reoperationsrate der mittels TGN behandelten Patienten betrug 10,3%, was einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) im Vergleich zum PFN ergibt (24,6%).

Intraoperative Komplikationen

Der am häufigsten implantierte TGN hatte einen CCD-Winkel von 125° (41 Patienten – 42%), im Vergleich zum PFN mit einem Winkel von 135° (42 Patienten – 50,6%).

Die TGN-Gruppe zeigte eine intraoperative Komplikationsrate von 17,5% (17 Patienten) auf:

Bei 3 TGN-Patienten (3,1%) musste die Fraktur offen reponiert werden.

Eine zusätzliche Fraktur der lateralen Kortikalis während der Aufbohrung mit dem 3-Stufen-Bohrer wurde bei 2 Gamma-Nagelungen (2,1%) festgestellt, ohne Änderung des operativen Vorgehens. Bei 2 (2,1%) Gamma-Nagelungen ergab sich eine zusätzliche Fraktur des Trochanter Major während der Nagelinsertion, ohne Verfahrens- und Konsolidierungsprobleme.

Eine Schaftfraktur unterhalb der Gamma-Nagelspitze (1,03%), hatte einen intraoperativen Verfahrenswechsel auf das lange Implantat zufolge.

Eine Fehlplatzierung der Schenkelhalsschraube wurde bei 5 Patienten (5,1%) festgestellt. Der Osteoporosegrad und die Schädigung der intramedullären Kopfdurchblutung durch mehrfaches Aufbohren, in Zusammenhang mit einer akzeptablen Platzierung, waren die Gründe des Verzichts auf eine korrektere Positionierung.

Distale Verriegelungsprobleme traten mit dem TGN 4-mal auf (4,1%). Dreimal war die Verriegelung mit dem Zielgerät nicht möglich und deshalb erfolgte sie in Freihandtechnik. Einmal ergab sich eine Fehlverriegelung – wobei die Schraube trotz BV-Kontrolle dorsal eingebracht wurde – die durch eine Reoperation korrigiert wurde.

Komplikationen beim Operationsablauf wurden bei 28,8% (24 Patienten) der PFN-Patienten ermittelt (signifikante Differenz, $p < 0,05$, im Vergleich zu den intraoperativen Komplikationen des TGN):

Probleme bei der Nagelinsertion sind bei 8 Patienten (9,6%) aufgetreten. Bei 4 Patienten war eine offene Reposition der Fraktur erforderlich um die Nageleinbringung zu erzielen. Viermal wurde die Platzierung des PFN-Nagels durch Aufbohrung des Femurchafts erreicht.

Nicht-Einbringung der Hüftgleitschraube trat 4-mal (4,8%) auf, ohne negative Auswirkungen auf die Frakturkonsolidierung (Abb. 1). Dieser Verzicht war aufgrund der zentralen Platzierung der Schenkelhalsschraube notwendig, um einem proximalen Cut-out vorzubeugen. Bei 5 Patienten (6%) ergaben sich Probleme bei der Positionierung der Hüftgleitschraube, aufgrund einer zu langen Schraube, die intraoperativ ausgewechselt wurde.

Bei 7 Patienten (8,4%) sind distale Verriegelungsprobleme aufgetreten. Hier war die Einbringung der Verriegelungsbolzen mit dem Zielgerät nicht möglich, so dass sie in Freihandtechnik erfolgte. Bei 53 der Frakturen mit PFN-Versorgung wurde eine statische Verriegelung mit zwei Bolzen durchgeführt und bei 30 eine dynamische Verriegelung mit einer Schraube, weil das ovale Nagelloch Mikrobewegungen zulassen kann.

Postoperative Komplikationen

Die Behandlung mittels trochanteric Gamma-Nagel zeigte zu 18,4% (16 Patienten) Spät komplikationen auf:

Ein Nagelbruch konnte einmal (1,1%) festgestellt werden, wobei das Implantat durch einen langen Gamma-Nagel ersetzt wurde (Abb. 2).

Bei einem Patienten (1,1%) wurde ein Ermüdungsbruch der Verriegelungsschraube ermittelt, so dass der Bolzen, der Frakturheilung willen, ausgewechselt wurde.

Ein Rotationsdefekt des Beines trat bei 2 Patienten (2,2%) auf, ohne Notwendigkeit einer Reoperation, aufgrund geringer Be-



Abb. 1 PFN ohne Implantierung der Hüftgleitschraube (HGS). Zentrale Positionierung der Schenkelhalsschraube.



Abb. 3 Penetration der TGN-schenkelhalschraube durch die Femurkopfkortikalis (Cut-out).



Abb. 2 Ermüdungsbruch des trochanteric Gamma-Nagels.

einflussung der Alltagstätigkeit, in Zusammenhang mit dem hohen Alter dieser Patienten.

Eine sekundäre Varus-Fehlstellung ($> 10^\circ$) des proximalen Femurs wurde insgesamt 5-mal (5,7%) ermittelt. Alle Patienten wurden konservativ behandelt, mit zufrieden stellender Mobilisierung.

In der TGN-Gruppe wurden 2 Pseudarthrosen (2,3%) festgestellt, eine septische und eine aseptische. Die septische Pseudarthrose wurde mittels Materialentfernung und intravenöser Applikation von Antibiotika versorgt, so dass sekundär eine Endoprothese implantiert wurde. Die aseptische Pseudarthrose wurde mittels Hüftprothese behandelt, in der gleichen Sitzung nach Entfernung des TGN.

Zur Penetration der Schenkelhalschraube durch die Kortikalis (Cut-out) kam es bei 3 Patienten (3,4%) (Abb. 3). Zweimal wurde der Nagel nach Frakturausheilung entfernt und beim dritten Patienten wurde das Implantat belassen.

In einem Fall (1,1%) ist ein massives Zurückgleiten der Schenkelhalschraube beobachtet worden (die kraniale Sicherheitschraube wurde nicht eingebracht), so dass der TGN entfernt und eine DHS implantiert wurde.

Eine Schaftfraktur unter der Nagelspitze wurde einmal beobachtet (1,1%). Diese Fraktur wurde erfolgreich mit dem langen Gamma-Nagel versorgt.

Die PFN-Gruppe zeigte eine postoperative Komplikationsrate von 27,6% (18 Patienten) auf (signifikanter Unterschied, $p < 0,05$, im Vergleich zu den postoperativen Komplikationen des TGN):

Drei Patienten (4,6%) wurden aufgrund eines Nagelbruches – vor der Frakturausheilung – reoperiert, wobei auf das lange Gamma-Nagel-Implantat gewechselt wurde.

Die bei einem Patienten (1,5%) aufgetretene aseptische Hüftkopfnekrose wurde mit Implantierung einer Totalendoprothese behandelt, wobei die Aktivität und das Alter in Betracht gezogen wurden.

Eine Dynamisierung des PFN wurde 3-mal (4,6%) durchgeführt, um die Konsolidierung der Fraktur zu beschleunigen. Dabei wurde eine Schraube entfernt und der zweite Bolzen im ovalen Loch belassen, weil Letzteres geringe Mikrobewegungen zulässt.

Eine zentrale Bewegung der Hüftgleitschraube mit gleichzeitiger lateraler Wanderung der Schenkelhalschraube (Z-Effekt) wurde 7-mal (10,8%) dokumentiert (Abb. 4). Zweimal wurde die Schraubenlage belassen und 5-mal die Hüftgleitschraube entfernt, ohne Probleme bei der Frakturheilung und der Funktionsfähigkeit des Hüftgelenkes.

Die seltene Komplikation des umgekehrten Z-Effekts, mit zentraler Migration der Schenkelhalschraube bei lateraler Wanderung der Hüftgleitschraube, wurde einmal (1,5%) festgestellt (Abb. 5). Die Konsolidierung wurde nicht beeinflusst, aber aufgrund funktioneller Beschwerden wurde die Hüftgleitschraube entfernt.

Ein Cut-out der Hüftgleitschraube durch die Kortikalis trat in 3 Fällen auf (4,6%). Zweimal wurde die zentrale Kortikalis des Femurkopfes penetriert, in Kombination mit einem Z-Effekt. Beim dritten Patienten wurde die Schenkelhals-Kortikalis penetriert, ohne zusätzlichen Z-Effekt. Der notwendige Implantatwechsel wurde mittels DHS(1) und Gamma-Nagel(2) durchgeführt.



Abb. 4 Z-Effekt in Kombination mit einer Penetration der Femurkopfkortikalis (Cut-out). Reoperation mittels Gamma-Nagel.



Abb. 5 Umgekehrter Z-Effekt.

Analyse der Reoperationen

Alle Reoperationen die auf operationstechnische Fehler, mechanische Probleme und andere Gründe zurückzuführen sind werden in Tab. 1 dargestellt [2, 4, 11, 12].

Die Reoperationen aufgrund mechanischer Probleme ergaben einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den beiden intramedullären Nägeln. Somit wurden 33,3% der Reoperationen aus der TGN-Gruppe wegen mechanischen Versagens durchgeführt, im Gegensatz zu 18,7% der reoperierten PFN-Patienten.

Eine signifikante Differenz ($p < 0,05$) wird auch bei den operationstechnischen Fehlern festgestellt, denn 44,4% im Vergleich zu 56,2% der Reoperationen der TGN- beziehungsweise PFN-Gruppe waren aufgrund chirurgbezogener Fehler notwendig.

Die anderen Gründe, die eine eigene Kategorie darstellen, zeigten keinen signifikanten Unterschied ($p > 0,05$) zwischen den

beiden intramedullären Kraftträgern auf (22,2% und 25% der Reoperationen der TGN- beziehungsweise PFN-Gruppe).

Hinsichtlich der Entstehung des Z-Effekts (7-mal) wurde ermittelt, dass der CCD-Winkel 3-mal 135° , 2-mal 130° und 2-mal 125° betrug. In allen drei cut-out-Fällen der PFN-Patienten wurde ein Winkel von 125° festgestellt, 2-mal in Kombination mit einem Z-Effekt. Beim umgekehrten Z-Effekt wurde ebenfalls ein Winkel von 125° gemessen. Die PFN-Gruppe hatte insgesamt 13 Patienten (20%) mit einem CCD-Winkel von 125° , wobei 4 dieser Patienten (30,7%) diese Komplikationen aufzeigten. Somit steigt die Inzidenz solcher Problemsituationen bei einem CCD-Winkel von 125° (statistisch signifikant, $p < 0,05$).

Diskussion

Die mit dem TGN dokumentierte intraoperative Schaftfraktur (1,03%) wird der Häufigkeit dieser Komplikation mit dem Standard-Gamma-Nagel aus unserer Erfahrung (1,66%) und den Angaben der Literatur (1,7–4%) [4, 13, 14] entgegengesetzt. Das Überbohren des Marknagel-Durchmessers, die distale Verriegelung

Tab. 1 Die Summe der Reoperationen in beiden Patienten-Gruppen und ihre Einteilung in drei Kategorien

	PFN		TGN	
Reoperationen	16 (24,6%)		9 (10,3%)	
1. operationstechnische Fehler	Cut-out	3	Cut-out	2
	Z-Effekt	5	Fehlverriegelung	1
	umgekehrter Z-Effekt	1	massives Zurückgleiten der	
	Summe	9 (56,2%)	Schenkelhalsschraube	1
2. mechanisches Versagen	Materialbruch	3	Summe	4 (44,4%)
	Summe	3 (18,7%)	Materialbruch	2
3. andere Gründe	Hüftkopfnekrose	1	Fraktur unter der GN-Spitze	1
	Dynamisierung	3	Summe	3 (33,3%)
	Summe	4 (25%)	Pseudarthrosen	2
			Summe	2 (22,2%)

lung mit nur einer Schraube, der TGN-Durchmesser von 11 mm und das Vermeiden des Hammerschlags sind Parameter, die diese Komplikation minimieren können. Das Nicht-Aufkommen einer Schaftfraktur nach Insertion eines PFN sollte am Titanium-Implantat liegen, denn somit kommt es, im Vergleich zum stickstoffhaltigem Werkstoff Orthinox[®] des TGN, zu unterschiedlicher Verstärkung der Femurrigidität.

Die höhere postoperative Rate ($p < 0,05$) des PFN-Bruches (4,6%) im Vergleich zum TGN (1,1%) sollte auf das Material zurückzuführen sein. Der Orthinox[®]-Werkstoff besitzt gegenüber herkömmlichen rostfreien Stählen im halbverfestigtem Zustand eine um ca. 15% höhere Festigkeit und eine noch höhere im Vergleich zum Titanium [15].

Die zusätzliche intraoperative Fraktur der lateralen Kortikalis (2,1%) während der Aufbohrung mit dem 3-Stufen-Bohrer vor der Insertion des TGN (die Aufbohrung ist beim PFN kein Standardverfahren), ändert nicht das operative Vorgehen, weil sich der intramedulläre Kraftträger auch für „instabile“ Frakturen eignet.

Probleme bei der Nagelinsertion kamen beim PFN zu 9,6% auf, ohne Beschreibung solcher Situationen in der TGN-Gruppe. Die Frakturdislokation und der zu enge Markraum in Kombination mit ausgeprägter Antekurvatur des Femurs können diese Insertionsprobleme hervorrufen. Die Länge des PFN (240 mm) im Vergleich zum TGN (180 mm) und das Fehlen von Links- und Rechtsmodellen, erschweren die Nageleinbringung nach distal, aufgrund der Diskrepanz zwischen Nageldesign und ventraler Kurvatur des Femurs. Obwohl die Markraumaufbohrung beim PFN nicht vorgesehen ist, konnte ihre Anwendung die Insertion besonders erleichtern.

Zur Vorbeugung des Cut-out-Phänomens sollte die zentrale Spitze der TGN-Schenkelhalschraube und der PFN-Hüftgleitschraube (HGS) mindestens 10–20 mm vor der Femurkopfkortikalis enden. Anspruchsvoller ist die korrekte Platzierung der Hüftgleitschraube, weil die knappe Platzierung der PFN-Schenkelhalschraube über den Adam'schen Bogen Voraussetzung für die nicht zu weit proximale Positionierung der HGS ist. Somit können die technischen Schwierigkeiten, die leicht höher aufgetretene Cut-out-Rate ($p > 0,05$) beim PFN (4,6%) gegenüber dem TGN (3,4%) erklären.

Der CCD-Winkel ist besonders zu beachten, weil ein Winkel von $> 25^\circ$ die Komplikationen des Cut-out, Z-Effekt und des seltenen umgekehrten Z-Effekts minimieren können.

Im Gegensatz zu anderen Studien [11, 16, 17] wurde eine sekundäre Varus-Fehlstellung von $> 10^\circ$ hauptsächlich in der TGN-Gruppe (5,7%) beobachtet. Somit ergibt sich ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zum PFN, obwohl keine Reoperation notwendig war.

Die aseptische Hüftkopfnekrose bei einem PFN-Patienten tritt möglicherweise auf, weil die Position der Schenkelhals- und Hüftgleitschraube während der Platzierung mehrmals geändert wurde und somit die Femurkopfdurchblutung kompromittiert

wurde. Die korrekte Lage des Ziehdrahtes muss, zur Vorbeugung der Komplikation, sichergestellt werden.

Die operationstechnischen Komplikationen und die mechanischen Probleme die zu Reoperationen führen, zeigen einen deutlichen Unterschied auf, sowohl im Bezug auf die Lernkurve als auch auf die Biomechanik der beiden Kraftträger. Die chirurgbezogenen Komplikationen des PFN weisen auf eine anspruchsvollere Technik hin, so dass die Erlernung der Methode eine deutlichere Verminderung der Probleme beziehungsweise Reoperationen, im Vergleich zum TGN, zu erwarten lässt. Zum anderen führen die mechanischen Probleme des TGN öfter zu Reoperationen als die des PFN. Der neue Gamma-3-Titannagel als Ersatz des trochanteric Gamma-Stahlnagels, soll die biomechanischen Probleme (Schaftfrakturen) seines Vorgängers minimieren und eine einfachere Handhabung der Instrumente bieten.

Literatur

- Sernbo I, Johnell O. Changes in bone mass and fractures type in patients with hip fractures. A comparison between the 1950s and the 1980s in Malmö, Sweden. *Clin Orthop Relat Res* 1989; 238: 139–147
- Werner-Tutschku W, Lajtai G, Schmiedhuber G, Lang T, Pirkel C, Orthner E. Intra- und perioperative Komplikationen bei der Stabilisierung von per- und subtrochantären Femurfrakturen mittels PFN. *Unfallchirurg* 2002; 105: 881–885
- Kyle RF, Cabanela ME, Russel TA, Swiontkowski MF, Winquist RA, Zuckerman JD, Schmidt AH, Koval KJ. Fractures of the proximal part of the Femur. In: Jackson DW (eds). *Instructional Course Lectures. AAOS* 1995; Vol. 44
- David A, der Heyde D von, Pommer A. Therapiemöglichkeit trochantärer Frakturen. *Orthopäde* 2000; 29: 294–301
- Salvati A, Wilson D. Long-term results of femoral-head replacement. *J Bone Joint Surg [Am]* 1973; 55: 516–524
- Parker MJ, Pryor GA. The timing of the surgery for proximal femoral fractures. *J Bone Joint Surg [Br]* 1992; 74: 203–264
- Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. *Manual of internal fixation*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1991
- Curtis MJ, Jinnah RH, Wilson V, Cunningham BW. Proximal femoral fractures, a biomechanical study to compare intramedullary and extramedullary fixation. *Injury* 1994; 25: 99–104
- Gibbons CL, Gregg Smitz SJ, Carrell TW, Murray DW, Simpson AH. Use of the Russel-Taylor reconstruction nail in femoral shaft fractures. *Injury* 1995; 26: 389–392
- Goldhagen PR, O'Connor DR, Schwarze D, Schwarz E. A prospective comparative study of the compression hip screw and the gamma nail. *J Orthop Trauma* 1994; 8: 367–372
- Herrera A, Domingo LJ, Calvo A, Martinez A, Cuenca J. A comparative study of trochanteric fractures treated with the Gamma nail or the proximal femoral nail. *Int Orthop* 2002; 26: 365–369
- Simmermacher RKJ, Bosch AM, der Werken C Van. The AO/ASIF-proximal femoral nail (PFN): a new device for the treatment of unstable proximal femoral fractures. *Injury* 1999; 30: 327–332
- Aune AK, Ekland A, Odegaard B, Groggaard B, Alho A. Gamma nail vs. compression screw for trochanteric femoral fractures. 15 reoperations in a prospective, randomized study of 378 patients. *Acta Orthop Scand* 1994; 65: 127–130
- Schick CH, Wolfer R, Walter M, Hennig FF. Possibilities for early ambulation and longterm outcome of treatment of trochanteric fractures with the dynamic hip screw and gamma nail. *Langebecks Arch Chir* 1996; 113 (Suppl): 991–993
- Harder HE. Technische Entwicklung des Gamma-Nagels. In: Gahr RH, Leung KS, Rosenwasser MP, Roth W: *Der Gamma-Nagel*. Einhorn-Verlag 1998; 84–90
- Rosenblum SF, Zuckerman JD, Kummer FJ, Tom BSA. Biomechanical evaluation of the gamma nail. *J Bone Joint Surg [Br]* 1992; 74: 352–357

- ¹⁷ Parker MJ, Pryor GA. Gamma nail versus DHS nailing for extracapsular femoral fractures. Meta-analysis of ten randomised trials. *Int Orthop* 1996; 20: 163 – 168

