

Versorgung pertrochantärer Femurfrakturen

Vergleichende Analyse mit PFN vs. TGN

Hintergrund und Fragestellung

Proximale Femurfrakturen sind in der BRD die dritthäufigste Frakturlokalisation beim Erwachsenen. Da es sich um eine typische Altersfraktur handelt, steigt die Inzidenz. Die adäquate chirurgische Versorgung stellt heute die sofort belastungsstabile Osteosynthese dar. Dennoch erreicht nur die Hälfte der Patienten den Ausgangszustand wieder, ein Drittel stirbt innerhalb des 1. Jahres [3].

Ziel der Studie war es, im Rahmen der klinikinternen Qualitätskontrolle die beiden verwendeten Implantate „proximal femoral nail“ und „trochanteric gamma nail“ hinsichtlich intraoperativem Handling zu untersuchen und die Komplikationen zu analysieren.

Patientengut und Methoden

In einem 2-Jahres-Zeitraum konnten 114 der aufgrund einer proximalen Femurfraktur mit einem proximalen Femurnagel (PFN) oder einem „trochanteric gamma nail“ (TGN) versorgten Patienten in diese prospektive Untersuchung eingeschlossen werden. Aus der Studie ausgeschlossen wurden Patienten <18 Jahren, Patienten mit pathologischen Frakturen oder deren Frakturtyp nicht der AO-Klassifikation zuzuordnen war und Patienten mit Refrakturen, Pseudarthrosen oder Mehretagenverletzungen. Zur Beurteilung des perioperativen Risikos anhand vorbestehender Allgemeinerkrankungen wurde die ASA-Klassifikation herangezogen [15].

Weiterhin wurden der prä- und der postoperative Hämoglobingehalt des Blutes, der Grad der Mobilisation und Komplikationen während des stationären Aufenthalts übernommen. Der Nachbeobachtungszeitraum betrug 1 Jahr. Alle innerhalb dieser Zeitspanne aufgetretenen Komplikationen fanden Berücksichtigung. Die Operationsberichte aller Studienpatienten wurden bezüglich Operationsdauer, Durchleuchtungszeit, Narkoseart und Ausbildungsstand des Operateurs ausgewertet.

Die Frakturen wurden nach der AO-Klassifikation anhand der Unfallaufnahmen klassifiziert. Die Nageleintrittsstelle wurde mit den Vorgaben aus den Operationsanleitungen der Implantathersteller verglichen und nur dann als korrekt bewertet, wenn die angegebenen Zielkoordinaten erreicht wurden.

Die CCD-Winkel nach Marknagelososteosynthese wurden gemessen und mit den Winkeln auf der unverletzten Seite verglichen. Postoperative Beinlängenunterschiede wurden anhand der röntgenologischen Beziehung des Trochanter minor zu den Sitzbeinästen bestimmt.

Die Röntgenaufnahmen nach erfolgter Mobilisation wurden mit den postoperativen Röntgenaufnahmen verglichen und auf eine Fraktur- und Materialdislokation sowie Materialbruch hin überprüft.

Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden zu der zu untersuchenden Größe jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung, Minimum und Maximum, der Median sowie die 25%- und 75%-Perzentile angegeben.

Der U-Test nach Mann, Whitney und Wilcoxon wurde angewandt, um die TGN-Patientengruppe mit der PFN-Patientengruppe hinsichtlich Durchleuchtungszeit, Operationsdauer, Blutverlust, HB-Abfall, Beinlängendifferenz, CCD-Winkeldifferenz und SHS-Gelenkspaltabstand miteinander zu vergleichen. Eine mögliche Abhängigkeit zwischen dem verwendeten Implantat und aufgetretenen Operationskomplikationen wurde mit dem χ^2 -Test überprüft.

Ergebnisse

Der Fraktur lag in 99 Fällen (86,8%) ein banaler Sturz zugrunde. In 7 Fällen (6,1%) handelte es sich um einen Sturz aus innerer Ursache; 6 Unfälle ereigneten sich im Straßenverkehr; 2 Patienten (1,8%) erlitten einen Sturz aus großer Höhe.

Es waren 88 (77,2%) Frauen und 26 (22,8%) Männer betroffen. Der Altersdurchschnitt betrug 78,9 (25–98) Jahre. Bei den männlichen Patienten betrug der Altersdurchschnitt 68,5 Jahre, bei den weiblichen 82,0 Jahre. Der Altersgipfel lag zwischen 81 und 90 Jahren (■ **Abb. 1**).

Ältere Patienten erlitten meist Mono-verletzungen. Im gesamten Patientengut fanden sich nur in 8 Fällen (7,0%) Begleitverletzungen. Drei Patienten (2,6%) waren der Gruppe ASA 1, 50 (43,9%) der Gruppe ASA 2, 51 (44,7%) der Gruppe ASA 3 und 10 (8,8%) der Gruppe ASA 4 zuzuordnen; 33 Frakturen (28,9%) ließen sich der AO-Klassifikation A1 zuordnen, 58 Frakturen (50,9%) der Klassifikation A2 und 23 Frakturen (20,2%) der Klassifikation A3 (■ **Abb. 2**).

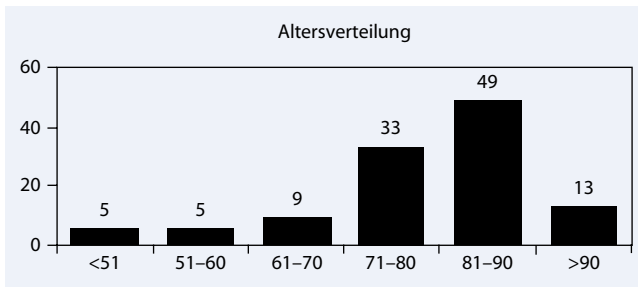


Abb. 1 ◀ Altersverteilung (n=114)

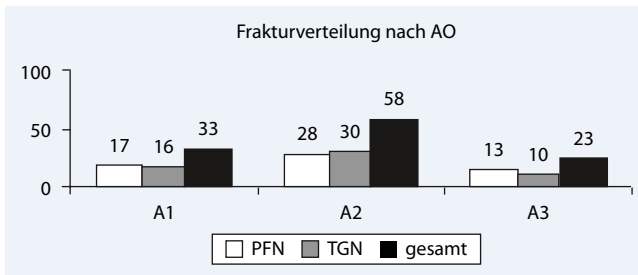


Abb. 2 ◀ Verteilung der Frakturen nach AO

Von den 114 Patienten wurden 58 mit einem PFN operativ versorgt; 56-mal wurde der TGN verwendet; 91-mal (79,8%) fand die Operation in Vollnarkose statt, 23-mal (20,2%) in Spinalanästhesie.

Die durchschnittliche Dauer zwischen Unfallereignis und Eintreffen des Patienten in der Klinik betrug 3,8 h, zwischen Unfallereignis und operativer Versorgung 13,2 h. 43 Patienten (37,7%) wurden innerhalb der ersten 6 h nach erfolgtem Trauma operiert. 59 Patienten (51,8%) zwischen 6 und 24 h nach dem Trauma und 12 (10,5%) nach >24 h.

Perioperative Ergebnisse

Die geschlossene Reposition gelang 111-mal (97,4%), 3-mal (2,6%) musste offen reponiert werden. Die durchschnittliche Operationsdauer (Schnitt-/Nahtzeit) zur Implantation eines PFN betrug 78,2 min, eines TGN 79,0 min. Die Operationsdauer stieg mit zunehmender Schwere der Fraktur (AO-Klassifikation) an. Dies trifft jedoch nicht für die Versorgung von A1-Frakturen mit einem TGN zu. Sie dauerte mit durchschnittlich 85,5 min länger, als die Versorgung der A2-Fraktur mit einem TGN (72,8 min) und 20 min länger als die Versorgung einer A1-Fraktur mit einem PFN (65,3 min), (■ Tab. 1).

Ein Vergleich beider Implantate bezüglich der Operationsdauer erbrachte keinen relevanten Unterschied ($p > 0,05$). Bei isolierter Betrachtung der A1-Frak-

turen nach AO ergab sich mit einer um 20 min kürzeren Operationsdauer beim PFN im Vergleich zum TGN jedoch eine signifikante Differenz zwischen den Implantaten ($p = 0,017$).

Die durchschnittliche Durchleuchtungszeit bei der Implantation eines PFN betrug 2,4 min, bei der Implantation eines TGN 2,3 min. Bei A1-Frakturen wurde durchschnittlich 1,8 min durchleuchtet, bei A2-Frakturen 2,5 min und bei A3-Frakturen 2,9 min. Ein Vergleich beider Implantate bezüglich der Durchleuchtungszeit erbrachte sowohl für alle Patienten, als auch innerhalb der AO-Klassen keinen signifikanten Vorteil eines Implantats ($p > 0,05$).

Der intraoperative Blutverlust betrug beim PFN durchschnittlich 383 ml und beim TGN 343 ml. Der Blutverlust war bei den A3-Frakturen mit 500/494 ml höher als bei den A1- und A2-Frakturen (334/304 ml, 357/317 ml).

Der durchschnittliche perioperative Abfall des Hämoglobingehaltes betrug beim PFN 2,7 g/dl und beim TGN 2,8 g/dl. Er war bei beiden Implantaten bei den A1-Frakturen geringer als bei A2- und A3-Frakturen. In 15 Fällen (13,2%) mussten während der Operation Erythrozytenkonzentrate verabreicht werden.

Sowohl bei einer Betrachtung des gesamten Patientenguts, als auch innerhalb der AO-Klassen, ergab sich kein signifikant geringerer Blutverlust bei der Implantation eines der beiden Marknägel ($p > 0,05$).

Intraoperative Komplikationen

Von 114 Patienten konnten 107 Operationsberichte ausgewertet werden (54 PFN-/53 TGN-Implantationen); 78,5% (40-mal PFN, 44-mal TGN) aller Operationen verliefen komplikationslos. In 10 Fällen (7-mal PFN, 3-mal TGN) traten Probleme beim Einbringen des Nagels in den Markraum auf. Bei der Implantation des PFN wählte der Operateur in 3 Fällen einen zu großen Nageldurchmesser, sodass während der Operation der Nagel gewechselt werden musste. In 3 Fällen kam es zur Fragmentdislokation beim Einbringen des Nagels, es handelte sich jeweils um A3-Frakturen. In einem Fall musste während der Operation von einem PFN auf einen TGN gewechselt werden, da sich der PFN aufgrund der starken Antekurvatur des Femurs nicht weit genug einbringen ließ. Beim TGN waren alle Probleme bei der Nagelinsertion in einer Fragmentdislokation begründet.

Bei beiden Implantaten gab es in 6 Fällen Probleme beim Einbringen der Schenkelhalschraube. Beim PFN war in 2 Fällen die Platzierung von Schenkelhals- und Antirotationsschraube im Schenkelhals schwierig. In 4 Fällen gab es Probleme beim Durchtritt der Schenkelhalschraube durch den Nagel. Dieses Problem war nach Austausch eines verbogenen Zielbügels eliminiert. Beim TGN musste in 4 Fällen der Versorgung einer A1.1- oder A1.2-Fraktur ein Kirschner-Draht als temporärer Antirotationsschutz in den Schenkelhals eingebracht werden. In 2 Fällen blockierte die Schenkelhalschraube vor Erreichen der gewünschten Position (■ Tab. 2).

Der Vergleich beider Implantate ergab keine Abhängigkeit zwischen dem Auftreten einer intraoperativen Komplikation und dem verwendeten Marknagel ($p > 0,05$).

Spezifische postoperative Komplikationen

Bei 12 Osteosynthesen (10,5%) kam es postoperativ zu einer Dislokation des eingebrachten Materials. Patienten, die mit einem PFN versorgt wurden waren 8-mal (7,0%) betroffen, die TGN-Gruppe 4-mal (3,5%).

M. Müller · A. Seitz · L. Besch · R.E. Hilgert · A. Seekamp
Versorgung pertrochantärer Femurfrakturen.
Vergleichende Analyse mit PFN vs. TGN

Zusammenfassung

Hintergrund. Ziel der operativen Therapie pertrochantärer Femurfrakturen ist es, den präoperativen Mobilitätsgrad des Patienten schnellstmöglich wiederherzustellen. Es sollte untersucht werden, ob mit dem „proximal femoral nail“ (PFN) oder dem „trochanteric gamma nail“ (TGN) ein besseres operatives Ergebnis erzielt werden kann. Im Fokus standen operationstechnische Unterschiede und Frühkomplikationen.

Patienten und Methoden. In diese prospektive Studie konnten 114 der mit einem PFN und TGN versorgten Patienten eingeschlossen werden. Das Durchschnittsalter lag bei 78,9 Jahren. Es erfolgte eine klinische und radiologische Evaluierung.

Ergebnisse. Bei isolierter Betrachtung der 31A1-Frakturen ergab sich eine um 20 min kürzere Operationsdauer beim proximalen Femurnagel (PFN). 78,5% aller Operationen verliefen komplikationslos. In 10 Fällen (7-mal PFN, 3-mal TGN) traten Probleme beim Einbringen des Nagels in den Markraum auf. Bei 12 (10,5%) Osteosynthesen [8-mal PFN (7%), 4-mal TGN (3,5%)] kam es postoperativ zu einer Dislokation des eingebrachten Osteosyn-

thesematerials. Ein Cut-out trat beim PFN in 4 Fällen auf, einmal war der Z-Effekt die Ursache; 2-mal kam es zum Abkippen der Fraktur im Varussinn. In der TGN-Gruppe trat ein Cut-out in 2 Fällen auf. In einem Fall kam es zu einer sekundären Varisierung ohne Cut-out. Ein signifikant höheres Auftreten einer Komplikation lag bei keinem der verwendeten Implantate vor ($p>0,05$).

Schlussfolgerung. Der PFN eignet sich aufgrund der höheren Rotationsstabilität des Doppelschraubensystems, besser zur Versorgung der 31A1-Frakturen. Bei geringer Femurschaftlänge und bei starker Antekurvation des Femurs kommt es aufgrund des Nageldesigns zu Problemen bei der Insertion des PFN in den Markraum. Es ist sinnvoll, bereits präoperativ in Abhängigkeit von Frakturmorphologie und Patientenanatomie gezielt eines der beiden Implantate auszuwählen.

Schlüsselwörter

Proximale Femurfraktur · Proximaler Femurnagel · „Trochanteric gamma nail“ · Komplikationen

Proximal femur fractures. Results and complications after osteosynthesis with PFN and TGN

Abstract

Background. The primary aim of surgery for pertrochanteric fractures of the femur is to regain preoperative mobility as quickly as possible. The aim of this study was to investigate whether clinical or radiological differences could be found between proximal femoral nails (PFN) and trochanteric gamma nails (TGN), with particular attention given to technical differences in implantation and early complications.

Patients and methods. This prospective study included 114 patients with PFN or TGN. Their average age was 78.9 years. Clinical and radiological examinations were evaluated over a 24-month period.

Results. The implantation time for PFN was 20 min less than for TGN in patients with 31A1 (AO) fractures, and 78.5% of all operations were complication-free. Problems occurred in 10 cases (seven PFN, three TGN) during nail insertion and were, in the case of TGN, all caused by fragment dislocation. Postoperative dislocation of the implant was ob-

served in 12 cases [eight PFN (7%), four TGN (3.5%)]. Cut-out occurred in four cases with PFN implants, one of which was attributed to z-effect, and in two cases with TGN. Secondary varus deviation without cut-out occurred in one case with TGN and two cases with PFN. No significant differences in complication rates could be found between the two implants ($p>0.05$).

Conclusions. PFN are better suited to 31A1 fractures because of their higher rotational stability from the use of dual screws. A short femur and high antecurvature can cause insertion problems in PFN because of the nail design. It is advisable to choose the type of implant during preoperative planning after considering fracture type and patient anatomy.

Keywords

Proximal femur fractures · Proximal femur nail · Trochanteric gamma nail · Complications

Ein Cutting-out der Schenkelhals- oder Antirotationsschraube trat beim PFN in 4 Fällen auf, in einem Fall war der Z-Effekt die Ursache. Ein Patient mit bereits konsolidierter Fraktur war nach der Materialentfernung beschwerdefrei, bei 3 Patienten wurde ein Hüftgelenkersatz erforderlich. Bei 2 Patienten kam es zu einem Abkippen der Fraktur im Varussinn, ohne dass die Schenkelhalschraube den Hüftkopf oder den Schenkelhals perforierte. 2-mal kam es zu einem Auswandern der Schenkelhalschraube nach lateral und Schmerzen im Bereich des Tractus iliotibialis.

In der TGN-Gruppe trat ein Cutting-out der Schenkelhalschraube in 2 Fällen auf. Beide Patienten erhielten einen Hüftgelenkersatz. In einem Fall trat eine sekundäre Varisierung ohne Cutting-out der Schenkelhalschraube auf, die nicht therapiebedürftig war. Aufgrund einer Traktusreizung durch die Schenkelhalschraube musste in einem Fall eine Materialentfernung erfolgen. Materialbrüche und Refrakturen traten in keiner der beiden Gruppen auf (■ Tab. 3, ■ Abb. 3).

Ein statistisch signifikant höheres Auftreten einer Komplikation lag bei keinem der verwendeten Implantate vor ($p>0,05$).

Radiologische Auswertung

Von 114 durchgeführten Operationen konnte 113-mal ein gutes Repositionsergebnis erreicht werden. In einem Fall trat bei der Versorgung einer A3.1-Fraktur mit einem PFN eine primäre Fehlstellung in der Fraktur im Varussinn auf. In den postoperativ angefertigten Röntgenbildern fanden sich keine Materialfehlagen. Der mittlere Abstand der Spitze der Schenkelhalschraube zum Gelenkspalt betrug beim PFN 16 mm und bei TGN 13 mm. Alle Nägel lagen im proximalen und im distalen Fragment korrekt im Markraum. Alle Implantate waren distal statisch verriegelt, Fehllagen des Verriegelungsbolzen ventral oder dorsal des Nagels traten nicht auf.

Die Schenkelhalschraube lag 56-mal (49,1%) in der a.-p.-Röntgenaufnahme zentral im Femurkopf; 25-mal (21,9%) lag sie kranial, 33-mal (29,0%) lag sie kaudal der vom Hersteller angegebenen Position.

Frakturtyp	Parameter	PFN	TGN
AO31A1	Durchleuchtungszeit [min]	1,9	1,6
	Operationsdauer [min]	65,2	85,6
	Blutverlust [ml]	334,1	303,6
	Hb-Abfall [g/dl]	2,3	2,1
AO31A2	Durchleuchtungszeit [min]	2,6	2,4
	Operationsdauer [min]	81,5	72,8
	Blutverlust [ml]	357,4	316,7
	Hb-Abfall [g/dl]	2,9	3,0
AO31A3	Durchleuchtungszeit [min]	2,7	3,1
	Operationsdauer [min]	88,1	87,0
	Blutverlust [ml]	500,0	494,4
	Hb-Abfall [g/dl]	2,7	3,0

Komplikationen	Implantat		Gesamt
	TGN	PFN	
Keine	44	40	84
Einbringen des Nagels	3	7	10
Platzierung der Schraube	6	6	12
Sonstige	-	1	1
Gesamt	53	54	107

Komplikationen	Implantat		Gesamt
	TGN	PFN	
Keine	53	50	103
Sekundärer Varus ohne Cutting-out	1	2	3
Sekundärer Varus mit Cutting-out	1	4	5
Traktusreizung	1	2	3
Gesamt	56	58	114

AO-Klasse	Schenkelhalsschraube	Lage	TGN	PFN	Gesamt
1	SHS a.-p.	Zentral	7	9	16
		Kranial	1	5	6
		Kaudal	8	3	11
	Gesamt		16	17	33
2	SHS a.-p.	Zentral	16	16	32
		Kranial	8	7	15
		Kaudal	6	5	11
	Gesamt		30	28	58
3	SHS a.-p.	Zentral	1	7	8
		Kranial	3	1	4
		Kaudal	6	5	11
	Gesamt		10	13	23

Während beim PFN kraniale und kaudale Abweichungen gleichhäufig vorkamen, überwogen beim TGN die kaudalen. Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Implantaten bezüglich der Platzierbarkeit

der Schenkelhalsschraube in der a.-p.-Ebene ($p > 0,05$, **Tab. 4**).

In der axialen Röntgenaufnahme lagen 62 (54,4%) Schenkelhalsschrauben zentral im Femurkopf. Abweichungen nach ventral waren mit 41 Fällen (36,0%) mehr als 3-

mal so häufig als Abweichungen nach dorsal (11 Fälle, 9,6%). Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Implantaten bezüglich der Platzierbarkeit der Schenkelhalsschraube in der axialen Ebene ($p > 0,05$).

Diskussion

Bei der operativen Versorgung der instabilen pertrochantären Fraktur stellt nach heutigem Kenntnisstand der Marknagel das Verfahren der Wahl dar [17]. Nach seiner Vorstellung im Jahre 1988 wurde der Gammanagel von vielen Operateuren gegenüber der dynamischen Hüftschraube favorisiert [10]. Mit dem proximalen Femurnagel steht ein konkurrierendes Marknagelsystem zur Verfügung [31].

Die epidemiologischen Daten der Studie decken sich mit den Ergebnissen einer retrospektiv durchgeführten Multicenterstudie der AIOD Deutschland e.V. aus den Jahren 1991–1997 [23].

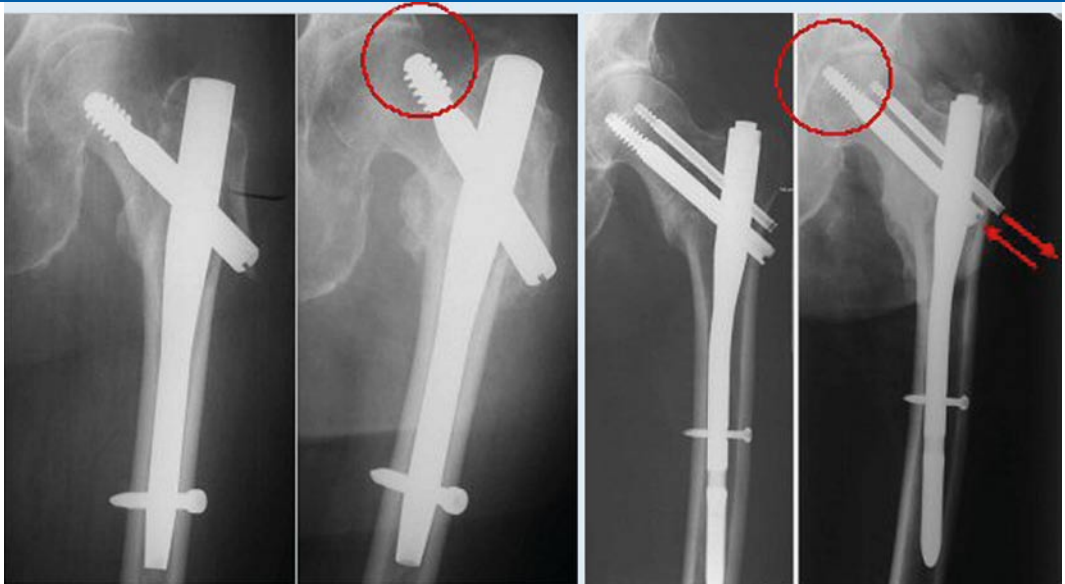
Im eigenen Krankengut bestand zum Unfallzeitpunkt in der Regel eine deutliche Polymorbidität. 53,3% der verunfallten Patienten waren der ASA-Klassifikation III oder IV zuzuordnen. In einer vergleichbaren Studie war dieser Anteil mit 52,4% nahezu gleich hoch [11].

Therapie

Während in anderen Analysen die Dauer des präoperativen Krankenhausaufenthalts mit 2,9 Tagen beziffert wird, konnte die Studie zeigen, dass 90% der Patienten zum günstigsten Zeitpunkt operiert wurden [11]. Dieser liegt innerhalb der ersten 24 h nach erfolgtem Trauma. Ziel der Behandlung sollte es trotz Komorbiditäten sein, den präoperativen Aktivitätsgrad des Patienten schnellstmöglich wiederherzustellen, da die perioperative Mortalität 48 h nach Aufnahme um das 10Fache zunimmt [20].

In biomechanischen Untersuchungen am Kunststoffknochen vermag eine tiefe Platzierung der Schenkelhalsschraube die Stabilität des Material-Implantat-Verbandes signifikant zu verbessern [26]. Dabei ergab eine Erhöhung der Eindringtiefe von 32 auf 38 mm eine um 36,1% verbesserte Stabilität.

Abb. 3 ▶ Darstellung typischer Komplikationen nach Stabilisierung pertrochantärer Femurfrakturen mit intramedullären Kraftträgern (TGN, PFN), Cut-out und Z-Effekt



Stürmer u. Dresing [24] geben kraniale Schraubenfehlagen beim Gammanagel mit 19,4% an, bei der DHS dagegen nur mit 8,7%. Mit einem durchschnittlichen Schraubenspitzen-Gelenkspalt-Abstand von 16 mm für den PFN und 13 mm für den TGN ließ sich für diesen Parameter statistisch kein signifikanter Vorteil eines Implantats nachweisen. Biomechanisch gesehen erscheint die in der Operationsanleitung des TGN geforderte, zentrale Platzierung der Schenkelhalsschraube im Femurkopf nicht sinnvoll. Beim PFN soll die SHS in der Mitte der unteren Hälfte des Femurkopfes zu liegen kommen. Die Anzahl kaudaler „Schraubenfehlagen“ beim TGN erhöht die Stabilität des Knochen-Implantat-Systems und wurde von den Operateuren bewusst so gewählt.

Die Operationsdauer lag deutlich über der anderer Studien [1, 16, 27, 29] und ist bei sehr ähnlicher Verteilung der Frakturen am ehesten durch einen hohen Anteil an Ausbildungsoperationen zu erklären (55%). Der bei A1-Frakturen beobachtete Zeitvorteil des PFN gegenüber dem TGN erklärte sich aus dem Fakt, dass bereits beim Einbringen der Kopfschrauben das Doppelschraubensystem des PFN bezüglich Rotationsstabilität Vorteile bietet.

Bei der Evaluation der intraoperativen Durchleuchtungszeiten wurde bereits das Repositionsmanöver berücksichtigt. Sie liegen ein Drittel unterhalb derer vergleichbarer Studien [19, 29]. Suhm et al. [25] errechneten eine mittlere Strahlendosis von 14 mSv für eine Osteosynthese

mit dem PFN bei durchschnittlich 3,3 min Durchleuchtungszeit. Da ein linearer Zusammenhang zwischen Durchleuchtungszeit und Strahlendosis besteht, sollte möglichst wenig durchleuchtet werden.

Der durchschnittliche intraoperative Blutverlust war bei der Implantation eines PFN und eines TGN etwa gleich hoch und differierte im eigenen Patientengut nicht von vergleichbaren Untersuchungen [9, 11, 19].

Intraoperative Komplikationen

In der Literatur differiert das Auftreten von Komplikationen während einer Marknagelosteosynthese zwischen 0 und 14,6% [5, 21, 27]. Als Komplikationsmöglichkeiten werden Abbrüche des Trochanter major, Femurschaftfrakturen oder ein primär unbefriedigendes Repositionsergebnis genannt [11, 30]. Schwierigkeiten im Umgang mit dem Implantat oder dem Instrumentarium scheinen bei gelungenem Operationsergebnis nur selten Berücksichtigung zu finden. Da im eigenen Patientenkollektiv auch operationstechnische Probleme bei den intraoperativen Komplikationen aufgezählt sind, erscheint ein reibungsloser Ablauf in 78,5% aller Eingriffe als ein gutes Ergebnis.

Probleme bei der Nagelinsertion treten am häufigsten bei A3-Frakturen auf. Implantatunabhängig ist aufgrund der Frakturmorphologie ein unbefriedigendes Repositionsergebnis im Sinne einer primären Varussfehlstellung bei die-

sem Frakturtyp am häufigsten [22]. In diesen Fällen ist eine Erweiterung der Inzision für die Schenkelhalsschraube zu empfehlen, um das dislozierte Fragment reponieren zu können. Da ein Vorbohren beim PFN nicht erforderlich ist, treten hier vermehrt Probleme beim Einbringen des Nagels auf. Aber auch die Diskrepanz zwischen dem Nageldesign des PFN und der Antekurvation des Femurs kann Problemsituationen hervorrufen. Aufgrund der Länge des Nagels von 240 mm läuft die Nagelspitze im Schaftbereich auf die ventrale Femurkortikalis auf. Denkbar wäre ein entsprechend der Femurkurvation vorgebogenes Nageldesign, was jedoch „Rechts“- und „Linksmodelle“ erfordern würde [30].

In der Literatur werden Situationen beschrieben, bei denen es bei der Nagelinsertion zur Femurschaftfraktur, gekommen sei [29]. Schaftfrakturen treten aber auch bei der Implantation anderer Marknagelsysteme auf und werden in 1,7–4,0% der Fälle beobachtet [2, 6, 28].

Wenig Beachtung in der Literatur finden die im eigenen Patientenkollektiv in 4 Fällen während der TGN-Implantation aufgetretenen Probleme durch eine Mitrotation des Kopf-Hals-Fragments beim Einbringen der SHS. Bei 16 operativ mit einem TGN versorgten A1-Frakturen entspricht dies jedoch einer Rate von 25% und führte zu einer signifikant erhöhten Operationsdauer bei der Versorgung von A1-Frakturen im Vergleich zum PFN. Da bei diesen Frakturen eine gute medi-

ale Abstützung besteht werden sie in vielen Kliniken mit der dynamischen Hüftschraube und einer zusätzlichen kranialen Antirotationsschraube versorgt [12].

Postoperative Komplikationen

Die Belastungsstabilität der Osteosynthese ist eine Grundvoraussetzung für einen komplikationsfreien postoperativen Verlauf. In den ausgewerteten Verläufen mussten sich deshalb 5,3% der Patienten einer Reoperation unterziehen. In der Literatur schwanken die Angaben zwischen 4 und 18% mit einer Häufung bei 10%. Analog zum eigenen Patientengut wurde meist ein Hüftgelenkersatz durchgeführt [4, 7, 11, 14]. Sowohl klinische Studien, als auch biomechanische Versuche haben gezeigt, dass die Anzahl von Materialdislokationen durch ein striktes Platzieren der SHS nah am Adam-Bogen vermindert werden kann. Primäre Varusfehlstellungen bei der Reposition begünstigen ein späteres Auswandern der Schenkelhalschraube und müssen vermieden werden [8, 26, 30].

Uneinigkeit herrscht darüber, ob ein Doppelschraubensystem das Cutting-out verhindern kann. Herrera et al. [11] fanden ein Cutting-out beim Gammanagel 5-mal häufiger als beim PFN, dieses Verhältnis war bei der Anzahl der Varusdislokationen ohne Cutting-out genau umgekehrt. Hohendorff et al. [13] beschrieben das Cutting-out-Phänomen besonders bei hochgradigen Verletzungen. Friedl u. Clausen [8] konnten im Leichenexperiment keinen wesentlichen Stabilitätsunterschied zwischen der Einzelschraubenfixation des Gammanagels und der Doppelschraubenfixation des PFN feststellen. Tschöke [26] dagegen stellte einen höheren Schwellenwert im Migrationsverhalten des Doppelschraubensystems fest. Dieser Vorteil kehrte sich bei zu weit medialer Platzierung der Antirotationsschraube um [26].

Werner-Tutschku et al. [30] fanden bei einer Nachuntersuchungsstudie von 70 mit einem PFN versorgten Patienten keinen Zusammenhang zwischen der Stellung der Antirotationsschraube zur Schenkelhalschraube und dem Auftreten eines Cutting-out oder eines Z-Effekts. Wesentlichen Einfluss schrieb er da-

gegen dem CCD-Winkel der reponierten Fraktur zu. Lag dieser $<125^\circ$, so zeigte sich eine deutliche Zunahme der Inzidenz bei der Komplikationen.

In der vorliegenden Studie zeigte sich keine Abhängigkeit zwischen der Häufigkeit des Auftretens eines Cutting-out und dem ausgewählten Implantat. Als unbeeinflussbarer Faktor scheint die Knochenqualität des operierten Patienten eine nicht unerhebliche Rolle zu spielen [26].

Als Ausdruck des Zusammensinterns der Fraktur kommt es bei beiden Implantaten zu einem lateralen Heraustreten der Schenkelhalschraube. Werner-Tutschku et al. [30] beobachteten diesen, bei Gleitschrauben-Nagel-Implantaten gewünschten Effekt bei 71,9% der Patienten, ohne dass daraus eine Reoperation resultierte. Aufgrund eines chronischen Reizzustandes des Tractus iliotibialis musste im eigenen Patientengut in 3 Fällen eine Materialentfernung erfolgen. In einer spanischen Vergleichsstudie zwischen PFN und Gammanagel wurde aus diesem Grund der Gammanagel doppelt so häufig entfernt wie der PFN, ohne dass jedoch eine statistische Signifikanz vorlag [11]. Dieses Ergebnis überrascht, da der Operateur beim Gammanagel/TGN im Gegensatz zum PFN über die Möglichkeit verfügt, ein Gleiten der Schenkelhalschraube zu blockieren. Dennoch scheint diese Option nur selten genutzt zu werden, da sie die Rigidität des Systems erhöht und es plausibel erscheint, dass dadurch die Gefahr eines Cutting-out erhöht wird. Biomechanische Untersuchungen hierzu finden sich in der Literatur nicht.

Fazit für die Praxis

Der „proximal femoral nail“ und der „trochanteric gamma nail“ eignen sich zur belastungsstabilen Versorgung pertrochantärer Femurfrakturen. Dennoch können aufgrund der eigenen Ergebnisse in Zusammenschau mit der Literaturrecherche folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Der PFN eignet sich aufgrund der höheren Rotationsstabilität des Doppelschraubensystems, besser zur Versorgung der A1-Frakturen. Dies spiegelt sich in einer signifikant kürzeren Operationsdauer wieder.

- Bei kleinem Schenkelhalsdurchmesser ist die korrekte Platzierung von Schenkelhalschraube und Antirotationsschraube des PFN technisch schwierig.
- Bei geringer Femurschaftlänge und bei starker Antekurvatur des Femurs, kommt es aufgrund des Nageldesigns zu Problemen bei der Insertion des PFN.
- Aufgrund der oben gezogenen Schlussfolgerungen ist es sinnvoll, bereits präoperativ in Abhängigkeit von Frakturmorphologie und Patienten-anatomie gezielt eines der beiden Implantate auszuwählen.
- Implantatunabhängig verringern die Implantation der Schenkelhalschraube dicht am Adam-Bogen und eine Frakturposition mit einem großen CCD-Winkel die Wahrscheinlichkeit eines Implantatversagens.

Korrespondenzadresse

Dr. M. Müller

Klinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
Arnold-Heller-Straße 7, 24105 Kiel
muellerm@unfchir.uni-kiel.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Ahrengart L, Tornkvist H, Forander P et al. (2002) A randomized study of the compression hip screw and gamma nail in 426 fractures. *Clin Orthop* 401: 209–222
2. Aune A, Ekeland A, Odegard B et al. (1994) Gamma nail vs. compression screw for trochanteric femoral fractures. 15 reoperations in a prospective randomized study of 378 patients. *Acta Orthop Scand* 65: 127–130
3. Balk R, Hahn F, Tarcea B (2002) Die proximale Femurfraktur. *Operat J* 17: 80–84
4. Banan H, Al-Sabti A, Jimulia T, Hart AJ (2002) The treatment of unstable, extracapsular hip fractures with the AO/ASIF proximal femoral nail (PFN) – our first 60 cases. *Int J Care Injured* 33: 401–405
5. Benum P (1993) Kommentar zum Beitrag von Asche G, Asche H Die Gammanagelung. Ein neues Verfahren zur Stabilisierung pertrochantärer Femurfrakturen. *Operat Orthop Traumatol* 5: 74–75
6. Boriani S, De Lure F, Betelli G et al. (1994) The results of a multicenter Italian study on the use of the gamma nail for the treatment of pertrochanteric and subtrochanteric fractures: a review of 1181 cases. *Chir Organi Mov* 79: 193–203
7. Dávid A, Heyde D von der, Pommer A (2000) Therapiemöglichkeit trochantärer Frakturen. *Orthopade* 29: 294–301
8. Friedl W, Clausen J (2001) Experimentelle Untersuchungen zur Optimierung der Belastungsstabilität von Implantaten für proximale Femurfrakturen. *Chirurg* 7: 873–881

9. Fritz T, Hiersemann K, Krieglstein C, Friedl W (1999) Prospective randomized comparison of gliding nail and gamma nail in the therapy of trochanteric fractures. Arch Orthop Trauma Surg 119: 1–6
10. Guyer P, Landolt M, Keller H, Eberle C (1991) Der Gamma-Nagel bei per- und intertrochantären Femurfrakturen – Alternative oder Ergänzung zur DHS? Akt Traumatol 21: 242–249
11. Herrera A, Domingo LJ, Calvo A et al. (2002) A comparative study of trochanteric fractures treated with the gamma nail or the proximal femoral nail. Int Orthop 26: 365–369
12. Hoffmann R, Kolbeck S, Schütz M, Haas NP (1999) Treatment of proximal fractures of the femur. Int J Care Inj 30: 21–30
13. Hohendorf B, Meyer P, Menezes D et al. (2005) Behandlungsergebnisse und Komplikationen nach PFN-Osteosynthese. Unfallchirurg 108: 938–953
14. Josten C, Verheyden P (1999) Pertochantäre Pseudarthrosen. Chirurg 70: 1209–1215
15. Larsen R (1999) Anästhesie in der Unfallchirurgie. In: Mutschler W, Hass N (Hrsg) Praxis der Unfallchirurgie, 1. Aufl. Thieme, Stuttgart, S 109–125
16. Megas P, Kaisidis A, Zouboulis P et al. (2005) Vergleichsstudie der Versorgung pertrochantärer Femurfrakturen – trochanteric Gamma-Nagel vs. PFN. Z Orthop Ihre Grenzgeb 143: 252–258
17. Mockwitz J, Ernst S (2001) Operative Versorgung per- und subtrochantärer Frakturen. Osteosynth Int 2001: 211–215
18. Radford PJ, Needhoff M, Webb JK (1993) A prospective randomized comparison of the dynamic hip screw and the Gamma Locking Nail. J Bone Joint Surg Br 75: 789–793
19. Saudan M, Lübbecke A, Sadowski C et al. (2002) Pertochanteric fractures: Is there an advantage to an intramedullary nail. J Orthop Trauma 16: 386–393
20. Schulte-Bockholt D, Grützner PA, Schmidgen A, Wentzensen A (2002) Die pertrochantäre Femurfraktur. OP 17: 122–127
21. Schwab E, Höntzsch D, Weise K (1998) Die Versorgung instabiler per- und subtrochantärer Femurfrakturen mit dem proximalen Femurnagel (PFN). Akt Traumatol 28: 56–60
22. Simmermacher R, Bosch A, Van der Werken C (1999) The AO/ASIF proximal femoral nail (PFN): a new device for the treatment of unstable proximal femoral fractures. Int J Care Injured 30: 327–332
23. Strasser E, Gahr RH (1998) Deutsche Gamma-Nagel-Studie (Vorläufige Ergebnisse). In: Gahr RH, Leung K-S, Rosenwasser MP, Roth W (Hrsg) Der Gamma-Nagel – Standortbestimmung nach den ersten 10 Jahren. Einhorn, Reinbek, S 352–362
24. Stürmer KM, Dresing K (1995) Pertochanteric fractures. Zentralbl Chir 120: 862–872
25. Suhm N, Jacob AL, Zuna I et al. (2001) Strahlenexposition des Patienten durch intraoperative Bildgebung bei Marknagelosteosynthesen. Radiologe 41: 91–94
26. Tschöke SK (2001) Das Migrationsverhalten von Schenkelhalschrauben in pertrochantären Frakturen. Eine experimentelle biomechanische Analyse. Medizinische Dissertation, Universität Gießen
27. Verheyden AP, Josten C (2003) Die intramedulläre Osteosynthese der pertrochantären Femurfraktur mit dem proximalen Femurnagel (PFN). Operat Orthop Traumatol 15: 20–37
28. Wagner R, Blattner TR, Weckbach A (1998) Problemlösung der extraartikulären, koxalen Femurfraktur durch das „Gleitschrauben-Nagel-Prinzip“. Unfallchirurg 101: 894–900
29. Weise K, Schwab E (2001) Intramedulläre Kraftträger zur Versorgung der per- und subtrochantären Femurfraktur. Chirurg 72: 1277–1282
30. Werner-Tutschku W, Lajtai G, Schmiedhuber G et al. (2002) Intra- und perioperative Komplikationen bei der Stabilisierung von per- und subtrochantären Femurfrakturen mittels PFN®. Unfallchirurg 105: 881–885
31. Windolf J, Hollander DA, Krämer S, Hakimi M (2001) Der proximale Femurnagel (PFN)-Verfahren der Wahl zur belastungsstabilen Versorgung von 31-A-Frakturen alter Menschen. Akt Traumatol 2001: 57–63

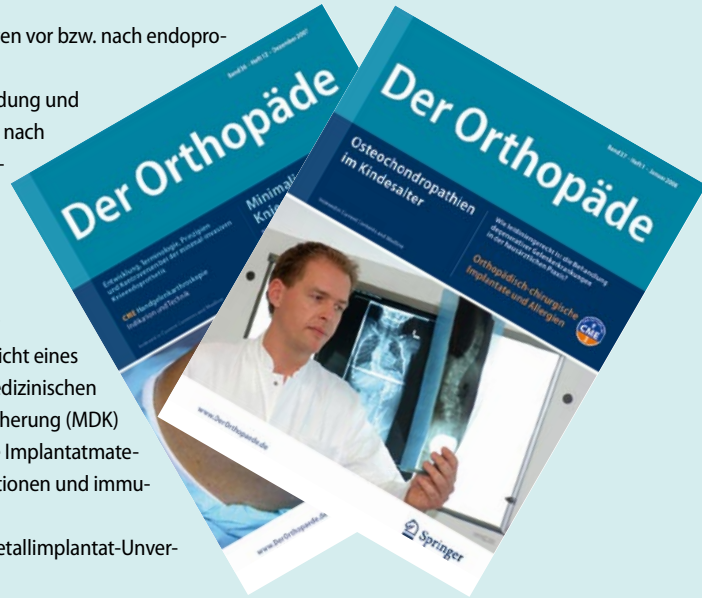
Der Orthopäde

Die Zeitschrift „Der Orthopäde“ bietet Ihnen jeden Monat umfassende und aktuelle Beiträge zu interessanten Themenschwerpunkten aus allen Bereichen der Orthopädie. In mehreren Übersichtsartikeln wird ein Sachgebiet vertiefend dargestellt.

Heft 2/2008: Implantatallergie

- Metallallergie bei Patienten vor bzw. nach endoprothetischem Gelenkersatz
- Rezidivierende Ergussbildung und granulomatöse Synovitis nach Knieendoprothesen-implantation bei Latexallergie
- Allergie auf Knochenzement-Bestandteile
- Implantatallergien in der Knieendoprothetik aus Sicht eines Unfallchirurgen beim Medizinischen Dienst der Krankenversicherung (MDK)
- Degradable synthetische Implantatmaterialien: Klinische Applikationen und immunologische Aspekte
- Allergiediagnostik bei Metallimplantat-Unverträglichkeit
- Alternative Werkstoffe und Lösungen in der Knieendoprothetik für Patienten mit Metallallergien

CME: MRT des Kniegelenks



Heft 3/2008: Knorpelschäden am oberen Fußgelenk

- Autologe Chondrozytentransplantation am oberen Sprunggelenk – rational oder irrational?
- Technik der Mikrofrakturierung zur operativen Therapie von Knorpelläsionen am Talus
- Transplantation osteochondraler Zylinder am oberen Sprunggelenk
- Korrekturosteotomien am distalen Unterschenkel und Rückfuß
- Konservative Therapie bei Knorpelschäden am oberen Sprunggelenk
- Die autologe Knorpelzelltransplantation zur Behandlung von Knorpelläsionen am Talus

Nutzen Sie unser Kombinationsabonnement für „Der Orthopäde“ und „Der Unfallchirurg“.

Abonnements und Einzelheftbestellung:

Springer Medizin Verlag
Kundenservice
Haberstr. 7
69126 Heidelberg
Tel. +49/6221/345-4303; Fax: -4229
Subscriptions@springer.com

www.DerOrthopaede.de

Hier steht eine Anzeige.

