

Stabilitätsmessungen bei Osteosynthesen am proximalen Femur

H. Schöttle, H.-D. Sauer und K. H. Jungbluth

Abteilung für Unfallchirurgie der Chirurgischen Klinik des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf (Dir.: Prof. Dr. K. H. Jungbluth), Martinistr. 52, D-2000 Hamburg-Eppendorf, Bundesrepublik Deutschland

Measurements of Stability of Operative Osteosynthesis on the Proximal Femur

Summary. Bending burdening of stable and unstable per- and subtrochanteral fractures after osteosynthesis with Y-nails (Küntscher), Ender-nails, 130° and 95° angled plates of the AO were tested in a comparative experimental study. The unstable fractures were also tested after treatment with osteosynthesis and additional application of bone cement in the artificial defect.

The essential results were as follows: in the group of stable per-trochanteral fractures the Ender-nails bear in the mean 147 kp, the 130° angle plate 200 kp.

In the fracture-group with lacking medial support a highly burdening osteosynthesis could only be achieved by filling up the defects with bone cement.

The 95°-angled plate-osteosynthesis combined with bone cement bearing more than 300 kp was superior to the other procedures in the unstable per- and subtrochanteral fractures. In our investigation the stabilizing forces of muscles and fascia have not been taken into consideration.

Zusammenfassung. In einer vergleichenden Untersuchung wurde die Biegebelastbarkeit stabiler und instabiler per-trochanterer und subtrochanterer Frakturmodelle nach Osteosynthesen am Knochenpräparat mit Y-Nägeln, Ender-Nägeln, 130°-Winkelplatten und 95°-Kondylenplatten der AO getestet. Bei den instabilen Bruchformen wurden auch Verbundosteosynthesen mit Knochenzement geprüft.

Bei der stabilen Form der per-trochanteren Fraktur ist die Ender-Nagelung mit durchschnittlich 147 kp, die Winkelplatten-Osteosynthese mit ca. 200 kp belastbar.

Bei fehlender medialer Abstützung gelingt eine hochbelastbare Osteosynthese mit den geprüften Methoden nur dann, wenn der Defekt am Adam'schen Bogen mit Knochenzement aufgefüllt wird.

Die mit mehr als 300 kp belastbare Kondylenplatten-Verbundosteosynthese der instabilen per- und subtrochanteren Fraktur erwies sich bei einmaliger Belastung stabiler als die anderen getesteten Verfahren.

Die Versuchsergebnisse sind synoptisch in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Bis zum 65. Lebensjahr ist die anatomische Rekonstruktion von Frakturen an der unteren Extremität vorrangig, wobei dem Patienten Entlastungszeiten von rd. 12 Wochen zugemutet werden können. Beim älteren Menschen kommt es auf die belastungsstabile Frakturversorgung an, damit die Gehfähigkeit bei diesen oft unbeholfenen Patienten möglichst rasch wiederhergestellt wird.

Ziel der Untersuchung war, die Tragfähigkeit von exemplarisch ausgewählten intra- und extramedullären Osteosynthesen bei experimentell gesetzten stabilen und instabilen pertrochanteren und subtrochanteren Brüchen zu messen.

Geprüft wurde auch, ob bei den instabilen Frakturen durch Verbundosteosynthesen die beim greisen Patienten anzustrebende sofort belastungsstabile Frakturversorgung möglich ist. Besonders interessierte uns die Stabilität der Ender-Nagel-Verbundosteosynthese, eine Methode, über die wir 1976 erstmals berichtet haben [1].

Material und Methode

Für die Untersuchungen wurden 63 Femura verwendet. 55 Knochen stammten von über 60jährigen, 8 von Personen, die zwischen dem 30. und 60. Lebensjahr verstorben waren. Diese Präparate wurden osteotomiert, mit Osteosynthesen versorgt und in einem Materialprüfungsstand¹ kontinuierlich steigender Druckbelastung in der physiologischen Achse ausgesetzt. Bei einem Hubweg von 3,5 cm betrug die maximale Belastbarkeit 350 kp. Jedes Präparat wurde vor und nach Belastung photographiert und geröntgt. Die Röntgenbilder wurden durch Projektion auf Pergamentpapier dreifach vergrößert und einer vergleichenden Analyse unterzogen.

Versuchsgruppe 1

Modell einer *stabilen pertrochanteren Oberschenkelfraktur*, hergestellt durch 140°-Osteotomie durch das Trochantermassiv (Abb. 1).

- 1.1 Ender-Nagelung ($n = 10$),
- 1.2 130°-4-Loch-Winkelplatte ($n = 5$).

Versuchsgruppe 2

Modell einer *instabilen pertrochanteren Fraktur*, hergestellt durch zwei sich kreuzende Osteotomien durch das Trochantermassiv im Winkel von 120 und 160° zur Femurschaftachse (Abb. 2).

- 2.1 Ender-Nagelung ($n = 8$),
- 2.2 130°-4-Loch-Winkelplatte ($n = 4$),
- 2.3 Y-Nagelung ($n = 6$),
- 2.4 Ender-Nagelung + Palacos® ($n = 6$),
- 2.5 130°-6-Loch-Winkelplatte + Palacos® ($n = 4$),
- 2.6 95°-7-Loch-Kondylenplatte + Palacos® ($n = 4$).

In den Gruppen 2.4 und 2.5 stammten 4 der Präparate von Personen, die zwischen dem 30. und 60. Lebensjahr verstorben waren, die anderen 4 von über 60jährigen.

¹ Der Materialprüfungsstand wurde in Zusammenarbeit zwischen Herrn Sauer und der Fachhochschule für Bau- und Vermessungswesen in Hamburg von den Herren Jung und Lindner gebaut



Abb. 1. Modell stabiler petrochanterer Fraktur vor und nach Belastung

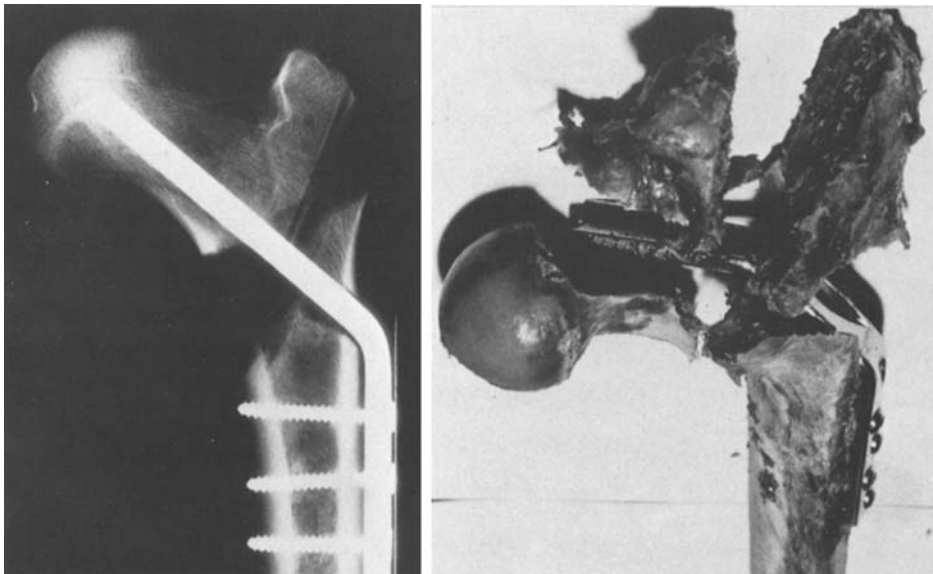


Abb. 2. Modell instabiler petrochanterer Fraktur vor und nach Belastung

Bei Oberschenkelknochen von 30- bis 60jährigen ist es wegen der meist noch engen Markhöhle und der harten Kopfspongiosa oft schwierig oder gar unmöglich, 3 Federnägel einzutreiben. Deshalb wurden für alle Ender-Nagelungen (sowie für die Y-Nagelungen) nur Knochen von über 60jährigen verwendet. In den Versuchsgruppen 2.3 und 3.1 (Y-Nagelungen) wurden je drei 10 mm und drei 12 mm starke Längsnägel verwendet.

Versuchsgruppe 3

Modell einer *subtrochanteren Fraktur*, hergestellt durch 2 Osteotomien, die sich im rechten Winkel treffen, es entsteht ein subtrochanterer keilförmiger Defekt mit medialer Basis, der mit Palacos® aufgefüllt wird (Abb. 9).

- 3.1 Y-Nagel ($n = 6$),
- 3.2 95°-Kondylenplatte ($n = 4$)
- 3.3 Ender-Nagelung + Palacos® ($n = 3$),
- 3.4 95°-12-Loch-Kondylenplatte + Palacos® ($n = 3$).

Ergebnisse

Versuchsgruppe 1.1

Bei Belastung stabiler perthrochanterer Frakturen nach Ender-Nagelung kommt es initial zu einer Gleitbewegung des Kopf-Hals-Fragmentes, bis die Nägel der medialen Corticalis anliegen. Danach folgt eine Kippung des proximalen Fragmentes über die mediale Corticalis, wobei der Frakturspalt lateral klafft.

Die Belastbarkeit dieser Osteosynthese liegt im Durchschnitt bei 147 kp (Tabelle 1). Überschreitet man das Belastungsmaximum, wird am proximalen Schaft die mediale Corticalis unter Ausbruch eines Fragmentes gesprengt. Der dadurch bedingte Verlust der medialen Abstützung hat Verkürzung, Varisierung und Lateralisation des Schaftfragmentes zur Folge (Abb. 1).

Femur	1.1 Ender-Nägel	1.2 130°-WP
Nr.	maximale Belastbarkeit in kp	
1	200	240
2	150	180
3	130	220
4	80	190
5	130	160
6	100	
7	130	
8	150	
9	180	
10	215	
Mittelwerte:	~ 147 kp	~ 200 kp

Tabelle 1. Biegebelastbarkeit stabiler perthrochanterer Femurfrakturen

Versuchsgruppe 1.2

Die Winkelplatten-Osteosynthesen sind bei den stabilen pertrochanteren Brüchen durchschnittlich mit 200 kp belastbar. Bei Überschreitung der Stabilitätsgrenze verbiegt sich die Klinge; der Schenkelhals kann zusätzlich frakturieren. Schließlich rutscht der Kopf ganz vom Osteosynthesematerial ab.

Versuchsgruppe 2.1

Die Belastung der Ender-Nagel-Osteosynthesen führt bei den instabilen Bruchformen zur Verkürzung des Oberschenkels. Die Fragmente werden gestaucht, wobei die Nägel 2—3 cm tiefer treten, bis die medialen Corticales aufeinanderstehen. Dieser Vorgang erhöht die Stabilität der Osteosynthese. Bei zunehmender Belastung kommt es zur Varisierung, zur plastischen Verbiegung der Nägel und schließlich zu dreieckförmigen Ausbrüchen der medialen Corticalis proximal am Schaft. Die durchschnittliche Belastbarkeit dieser Osteosynthese beträgt 95 kp (Tabelle 2).

Versuchsgruppe 2.2

Bei fehlender medialer Abstützung beträgt die durchschnittliche Belastbarkeit der Winkelplatten-Osteosynthese etwa 105 kp (Tabelle 2). Unter der einwirkenden Kraft, die vollständig auf das Osteosynthesematerial übertragen wird, verbiegt sich die Klinge, und der Kopf rutscht ab. Häufig zerbricht hierbei der Schenkelhals (Abb. 2).

Versuchsgruppe 2.3

Die mit dem 12 mm starken Längsnagel durchgeführten Osteosynthesen sind durchschnittlich mit 120 kp belastbar; bei Verwendung des 10 mm starken Nagels

Tabelle 2. Biegebelastbarkeit instabiler pertrochanterer Femurfrakturen

Femur	2.1 Ender-Nägel	2.2 130°-WP	2.3 Y-Nagel 10 mm 12	2.4 Ender-N. + Palacos®	2.5 130°-WP + Palacos®	2.6 95°-Kondylenpl. + Palacos®
Nr.	maximale Belastbarkeit in kp					
1	70	110	95	110	205	320
2	80	90		130	100	210*
3	120	100		110	160	260
4	60	120	95		150	180*
5	80		80		275	
6	110			120	240	
7	155					
8	90					
Mittelwerte	~ 96 kp	~105 kp	90 120 ~105 kp	~173 kp	~214 kp	~321 kp

* Knochen von Personen, die zwischen dem 30. und 60. Lebensjahr verstarben. Die anderen Präparate stammten von über 60jährigen Menschen

beträgt die Tragfähigkeit nur 90 kp (Tabelle 2). Bei zunehmender Belastung verbiegt sich zunächst der Längsnagel und schließlich auch der Quernagel im Bereich des Knochendefektes im Varussinne (Abb. 3).

Versuchsgruppe 2.4

Ender-Nagel-Osteosynthesen der instabilen pertrochanteren Frakturform, bei denen der mediale Defekt und die angrenzende Markhöhle mit Knochenzement aufgefüllt werden, sind mit durchschnittlich 173 kp belastbar (Tabelle 2).

Die in Knochenzement eingebetteten Nägel bilden mit dem Kopf-Hals-Fragment eine stabile Einheit. Bei starker Belastung lockert sich der in die distale Markhöhle reichende Palacoszapfen. Unter Verbiegung der Nägel kommt es zur Varisierung, wobei die Palacos-Plombe geringgradig nach medial kippt. Bei zunehmender Belastung wird die Zugfestigkeit des Knochenzementes überschritten: Die Palacos®-Plombe frakturiert im Verlauf der Osteotomie am Schaftfragment von lateral nach medial fortschreitend. Hierdurch wird eine weitere Varisierung und Lateralverschiebung des Schaftes ermöglicht. Die Hauptbelastung liegt auf der medialen Schaftcorticalis, wo im vorderen Anteil bei maximaler Belastung regelmäßig eine längsgerichtete Fissur entsteht. Die mediale Abstützung geht jedoch nicht verloren, so daß keine Verkürzung des Oberschenkels entsteht (Abb. 4).

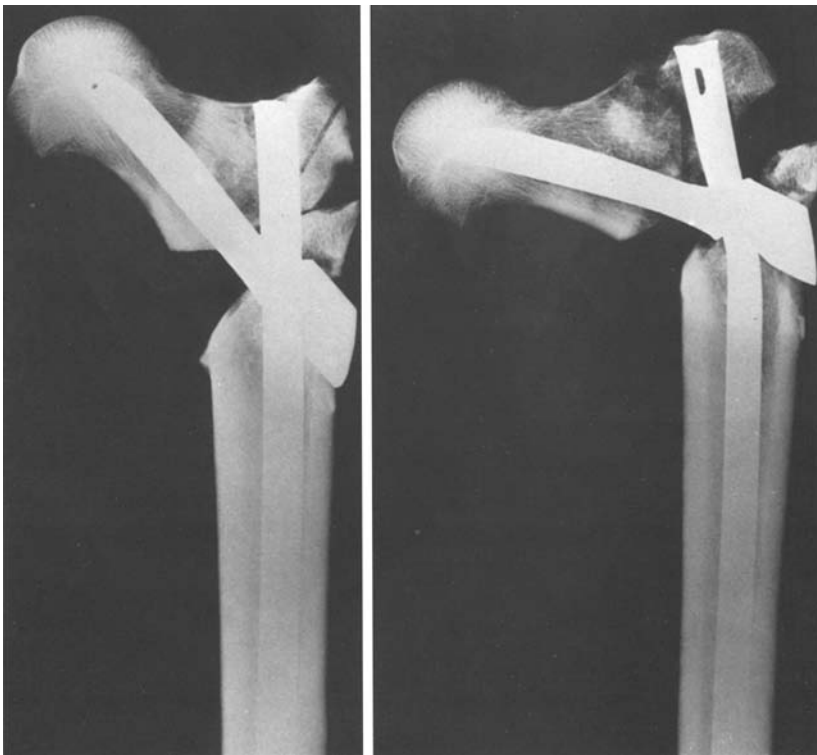


Abb. 3. Y-Nagelung instabiler pertrochanterer Fraktur vor und nach Belastung

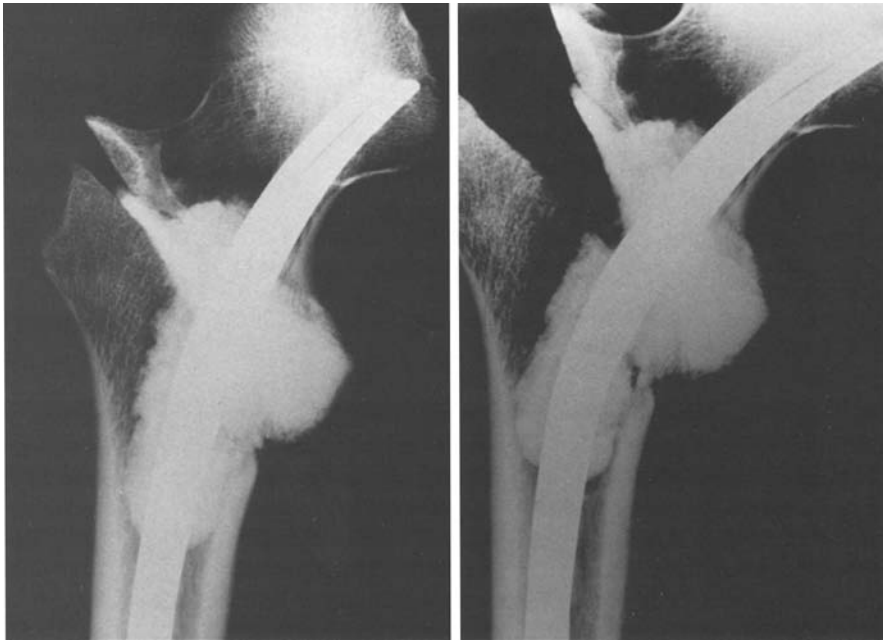


Abb. 4. Ender-Nagel-Verbundosteosynthese instabiler Fraktur vor und nach Belastung

Versuchsgruppe 2.5

Die Winkelplatten-Verbundosteosynthesen sind mit durchschnittlich 214 kp belastbar (Tabelle 2). Die Knochenzementplombe ist in der Markhöhle des Schaftes mit einer Schraube fixiert und füllt den medialen Defekt aus. Auch nach Überschreiten der Belastungsmaxima bleibt die Einheit Schaftfragment—Palacosplombe erhalten. Die Plattenklinge verbiegt sich über diesem stabilen Block unter zunehmender Varisierung und Lateralisation des Schaftes. Schließlich gibt das Klingengerüst nach, und der Kopf rutscht ab (Abb. 5).

Versuchsgruppe 2.6

Mit durchschnittlich 321 kp wiesen die Kondylenplatten-Verbundosteosynthesen die höchste Belastbarkeit auf. Der Knochenzement reicht nach proximal bis zur Klinge, nach distal bis in den Schaft und ist mit 2 Schrauben am Femur fixiert (Abb. 9). Dadurch bildet er ein stabiles Drucklager. Bei maximaler Belastung verbiegt sich die Klinge über dem Palacos®, wodurch die Stabilität verlorengeht (Abb. 6).

In unseren Versuchen ergab die Belastbarkeit der Osteosynthesen bei den 2 Altersgruppen größenordnungsmäßig keine Unterschiede. Wegen der geringen Fallzahl ist eine sichere Beurteilung jedoch nicht möglich.

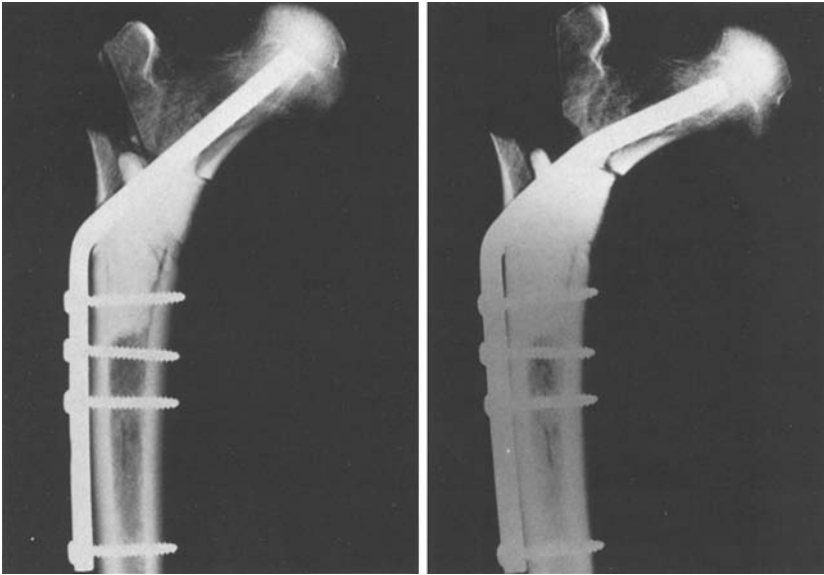


Abb. 5. Winkelplatten-Verbundosteosynthese instabiler perthrochanterer Fraktur vor und nach Belastung

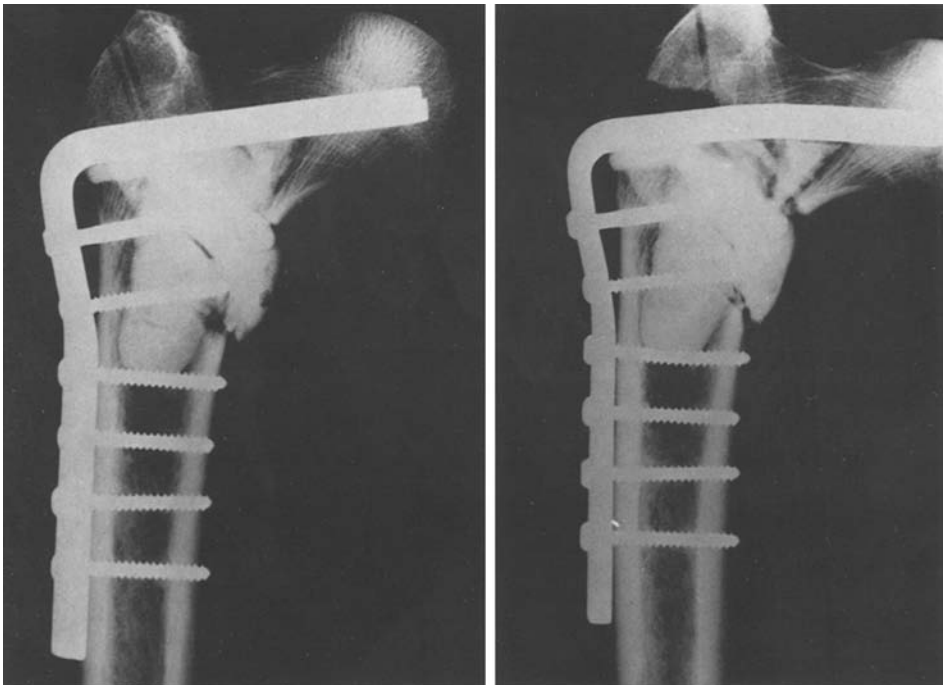


Abb. 6. Kondylenplatten-Verbundosteosynthese instabiler perthrochanterer Fraktur vor und nach Belastung

Versuchsgruppe 3.1

Die mit dem 12 mm starken Längsnagel durchgeführten Osteosynthesen sind durchschnittlich mit 107 kp belastbar; bei Verwendung des 10 mm starken Nagels beträgt die Tragfähigkeit nur 83 kp. Der Längsnagel verbiegt sich am Knochendefekt im Varussinne, während sich der Quernagel nicht deformiert (Abb. 7).

Versuchsgruppe 3.2

Bei der subtrochanteren Fraktur verbiegt sich die 95°-Kondylenplatte am Defekt im Varussinne bei zunehmender Belastung, wobei durchschnittlich die Tragfähigkeit dieser Osteosynthese 115 kp beträgt (Abb. 8).

Versuchsgruppe 3.3

Die Ender-Nagel-Verbundosteosynthese der subtrochanteren Fraktur mit medialem Defekt ist durchschnittlich mit 132 kp belastbar. Die medial liegende Palacos®-Plombe ist mit dem Fragment nur lose verbunden, so daß es bei Belastung zunehmend zur Varisierung kommt. Dabei erleiden die Nägel am Defekt eine nicht volle reversible Abknickung. Wird das Belastungsmaximum nicht überschritten, entsteht keine Verkürzung (Abb. 9).

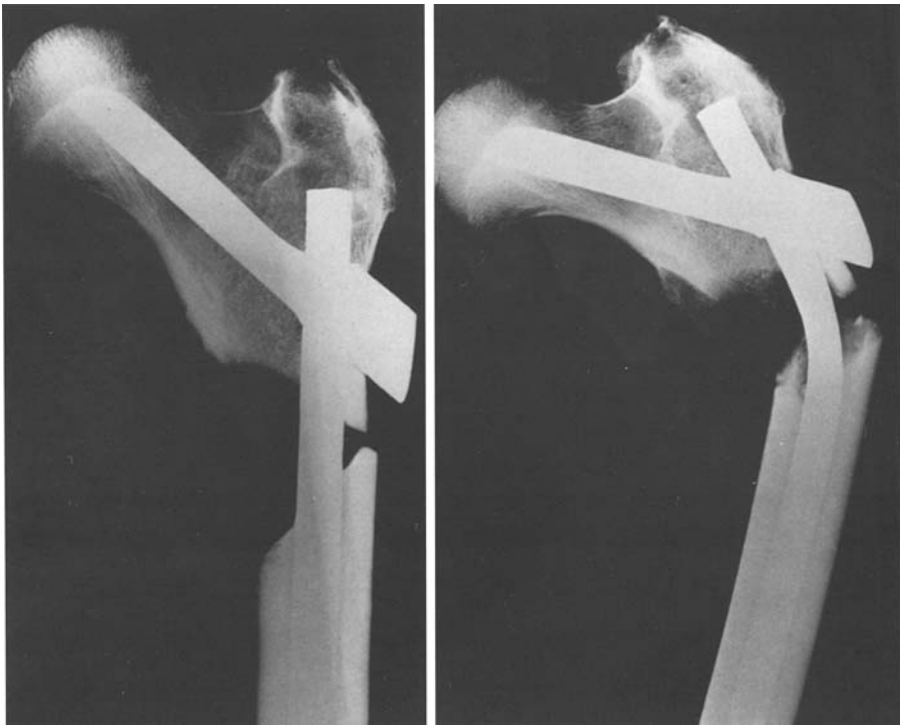


Abb. 7. Y-Nagelung subtrochanterer Fraktur vor und nach Belastung

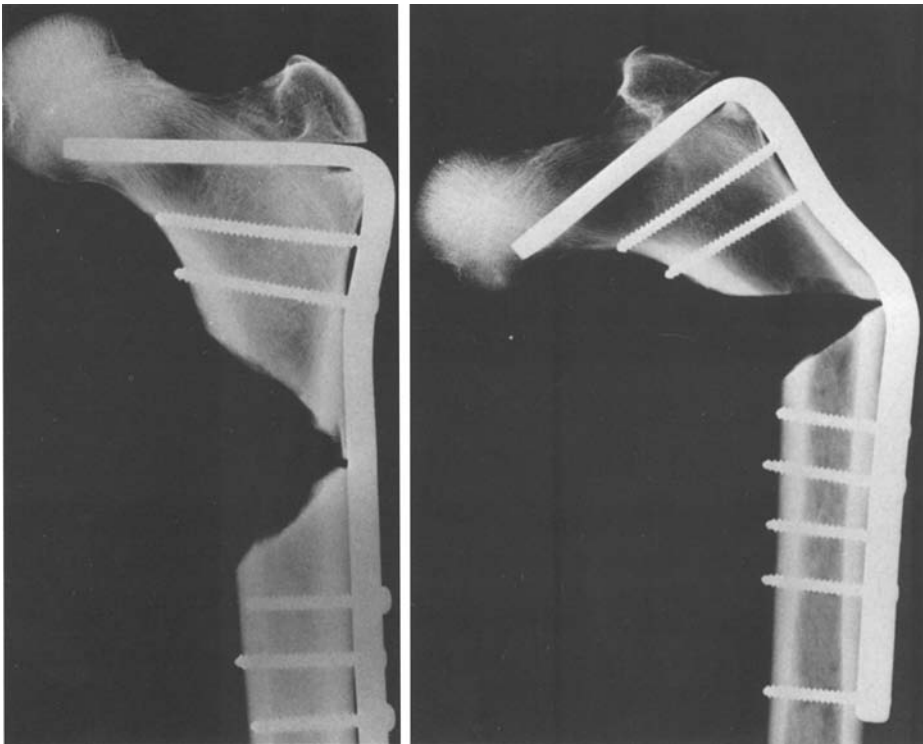


Abb. 8. Kondylenplatten-Osteosynthese subtrochanterer Fraktur vor und nach Belastung

Versuchsgruppe 3.4

Bei den Kondylenplatten-Verbundosteosynthesen ist der Knochenzement-Defekt mit 2—3 durch die Platte gehenden Schrauben fixiert. Die Plombe kann dadurch bei Belastung nicht nach medial ausweichen. In 2 Fällen hielten die Osteosynthesen eine maximale Belastung von 335 kp aus, wobei es in einem Fall zur lateralen Schenkelhalsfraktur kam (Abb. 10). Bei der 3. Osteosynthese ging bei Belastung mit 320 kp die mediale Abstützung durch Absprengung eines Palacos®-Fragmentes verloren, es resultierte eine geringe Varisierung und Abknickung der Klinge.

Diskussion

Durch die Untersuchungen von O. Fischer [2] ist bekannt, daß beim 75 kg schweren Mann in der Mitte der Standbeinperiode auf den Femurkopf Drucke bis etwa 200 kp auftreten.

Demnach weisen folgende von uns getesteten Osteosynthesen beim Gehen volle Tragfähigkeit auf: bei der stabilen pertrochanteren Fraktur die 130°-



Abb. 9. Ender-Nagel-Verbundosteosynthese subtrochanterer Fraktur vor und nach Belastung

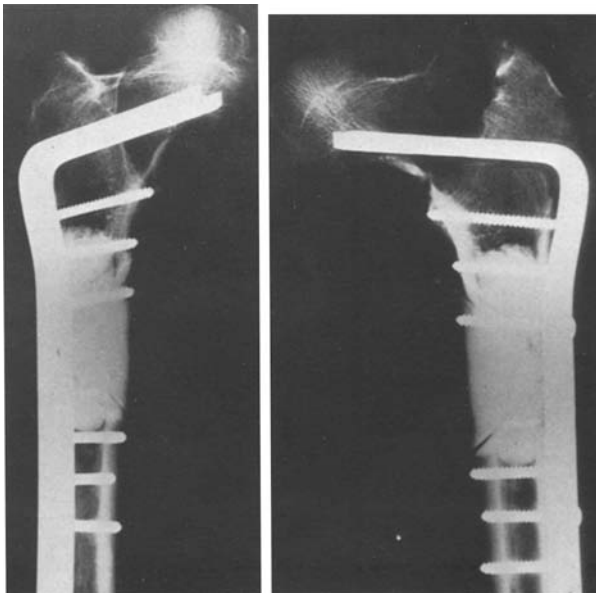


Abb. 10. Kondylenplatten-Verbundosteosynthese subtrochanterer Fraktur vor und nach Belastung

Tabelle 3. Biegebelastbarkeit subtrochanterer Femurfrakturen

Femur	3.1 Y-Nagel 10 mm 12	3.2 95°-Kondylen- platte	3.3 Ender-N. + Palacos®	3.4 95°-Kondylen- platte + Palacos®
Nr.	maximale Belastbarkeit in kp			
1	110	100	125	330
2	100	140	125	335
3	80	100	145	320
4	90	120		
5	80			
6	110			
Mittelwerte	83 107 ~95 kp	~115 kp	~132 kp	~328 kp

Winkelplatte, bei der instabilen Bruchform die Verbundosteosynthesen, sowohl mit der 130°-Winkelplatte als auch mit der 95°-Kondylenplatte. Bei subtrochanteren Brüchen mit medialem Defekt erwies sich ebenfalls die Kondylenplatten-Verbundosteosynthese als belastungsstabil.

Die klinische Erfahrung bei 49 nachuntersuchten Fällen [3] lehrt jedoch, daß auch die Ender-Nagel-Osteosynthese bei der stabilen pertrochanteren Fraktur sofort voll tragfähig ist, obwohl die durchschnittliche Belastbarkeit im Experiment nur 147 kp betrug. Ebenfalls voll tragfähig ist nach unseren Erfahrungen bei 20 Fällen die Ender-Nagel-Verbundosteosynthese der instabilen pertrochanteren Fraktur, die am Präparat durchschnittlich mit 172 kp belastbar war.

Die Diskrepanz zwischen den experimentellen und den klinischen Befunden läßt sich durch folgende Faktoren erklären:






1. Beim vorsichtigen unterstützten Gehen in der postoperativen Behandlung liegen die Belastungsspitzen erheblich niedriger als beim normalen dynamischen Gang.

2. Den in vivo durchgeführten Osteosynthesen kommt eine höhere Tragfähigkeit zu, ist doch die innere Stabilität, insbesondere der trochanteren Eversionsbrüche, sehr groß, weil die Hauptfragmente durch die kräftige Sehnenansatzplatte der kleinen Glutäen und das dorsale Periost zusammengehalten werden [4].

Mit den extramedullären Osteosyntheseverfahren wurde in den meisten Versuchsgruppen eine größere Stabilität als mit den intramedullären erreicht. Trotzdem sind die Winkel- und Kondylenplatte hinsichtlich Materialbruch gefährdeter, da ihre Biegespannung um das 1,8- bzw. 2,7fache höher liegt als bei intramedullären Kraftträgern [5].

Während die Tragfähigkeit der Ender-Nagel-Osteosynthese im Experiment bei 10 000 Belastungszyklen um etwa ein Drittel abnimmt [6], ist bei den extramedullären Osteosyntheseverfahren wegen der 2- bis 3fach höheren Biegespannung ein stärkerer Abfall der Belastbarkeit zu erwarten. Dem Stabilitätsabfall bei intermittierender Belastung wirken jedoch in vivo die Vorgänge der Frakturheilung entgegen.

Tabelle 4. Durchschnittliche Belastbarkeit

	WINKEL- PLATTE	KONDYLEN- PLATTE	Y-NAGEL 10 + 12 mm ϕ (12 mm ϕ)	ENDER-NÄGEL
	200 kp			147 kp
	105 kp		105 kp (120 kp)	96 kp
	214 kp	321 kp		173 kp
		115 kp	95 kp (107 kp)	
		328 kp		132 kp

Unsere Untersuchungsergebnisse unterstreichen die große Bedeutung des medialen Tragfeilers für die Stabilität der Frakturen im Trochanterbereich. Die extramedullären Kraftträger können durch Wiederherstellung der medialen Abstützung vor Materialbruch geschützt werden. Es gelingt bei der Winkelplatten-Osteosynthese mit Hilfe des in den Defekt und die angrenzende Markhöhle eingebrachten Knochenzementes die Tragfähigkeit der stabilen Frakturform zu erreichen. Bei der Kondylenplatte wird extreme Belastbarkeit erzielt, wenn auch die Klinge mit Zement unterfüttert wird. Die mit Schrauben sowohl an der Platte als auch am Femur fixierte Palacos®-Plombe wirkt als Drucklager, welches die bei Belastung auftretenden vertikalen Kräfte auf das distale Fragment überleitet [7].

Der Stabilitätsgewinn durch Auffüllung des medialen Defektes der instabilen petrochanteren Fraktur mit Knochenzement beträgt bei der Winkelplatte 114%, bei der Ender-Nagelung 81%.

Die Tragfähigkeit der Ender-Nagel-Osteosynthese wird nicht durch die Biegespannung des Implantates, sondern durch die Stabilität der medialen proximalen Schaftcorticalis begrenzt, auf welche die längsbelastenden Kräfte übertragen werden [8].

Bei Überlastung wird sowohl bei der stabilen als auch der instabilen Bruchform durch den punktförmig einwirkenden Druck der Nägel die proximale Schaftcorticalis gesprengt (Abb. 1). Diesem Vorgang wird durch die Auffüllung medialer Defekte und der angrenzenden Markhöhle mit Knochenzement entgegengewirkt.

Durch die Palacos®-Einbettung der Nägel am Defekt wird ein Lager geschaffen, das die hier auftretenden starken Druckkräfte gleichmäßiger auf den proximalen Femurschaft verteilt. Gleichzeitig verhindert der Knochenzement die Verkürzung des Femur und vermindert die Varisierung. Auch hierdurch wird die Sprengkraft der Nägel reduziert.

Durch diese Befunde wird verständlich, daß die Nagel-Verbundosteosynthese des instabilen Bruches eine um ca. 17% höhere Tragfähigkeit aufweist als die einfache Ender-Nagelung der stabilen Fraktur.

Die Stabilität der Y-Nagel-Osteosynthese hängt unter anderem vom Querschnitt des Längsnagels ab. Wird der 12 mm starke Längsnagel verwendet, erreicht man beim instabilen pertrochanteren Bruch mit durchschnittlich 120 kp eine höhere Tragfähigkeit als mit den anderen getesteten Kraftträgern.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß die Belastbarkeit von Osteosynthesen am proximalen Femur mit Hilfe von Palacos® bedeutend gesteigert werden kann. Die Verwendung von Knochenzement ist bei der Versorgung von Frakturen meist jedoch nur beim über 65jährigen Patienten angezeigt, wenn die Wiederherstellung der Gehfähigkeit nur mit einer voll belastbaren Osteosynthese erreicht werden kann.

Literatur

1. Schöttle, H., Sauer, H.-D., Adam, O.: Die Nagel-Verbundosteosynthese bei instabilen per- und subtrochanteren Frakturen. Unfallchirurgie **2**, 149 (1976)
2. Fischer, O.: Der Gang des Menschen. Leipzig: Teubner 1899
3. Schöttle, H., Sauer, H.-D., Mommsen, U.: Osteosynthesen am proximalen Femur mit dem Ender-Nagel. Akt. Traumat. **6**, 147 (1976)
4. Neuhold, R., Dialer, S.: Pathologisch-anatomisches Referat zu den Brüchen durch das Trochantermassiv. Hefte Unfallheilk. **106**, 11 (1970)
5. Teubner, E.: Vergleichende Kraftanalyse ausgewählter Osteosynthese-Materialien für pertrochantere Oberschenkelfrakturen. Chirurg **46**, 562 (1975)
6. Martinek, H., Wielke, B., Egkher, E., Fasol, P., Passl, R., Spängler, H.: Das Verhalten mit Federnägeln versorgter pertrochanterer Oberschenkelbrüche unter Belastung. Arch. orthop. Unfall-Chir. **86**, 235 (1976)
7. Ritter, G., Grünert, A.: Belastungsversuche zu Biomechanik und Stabilität von Kombinationosteosynthesen am Schenkelhals. Langenbecks Arch. klin. Chir. Suppl. Chir. Forum, 217 (1974)
8. Saucer, H.-D., Schöttle, H., Jungbluth, K. H.: Stabilitätsmessungen bei Ender-Nägeln und AO-Winkelplatten. Unfallchir. **2**, 121 (1976)

Eingegangen am 12. April 1977