

# „Intramedullary claw“ zur Stabilisierung subkapitaler Humerusfrakturen

## Ein Vergleich mit anderen semirigiden Techniken

**Gemeinsam mit der Schenkelhals- und der distalen Radiusfraktur ist die subkapitale Humerusfraktur (skHF) eine der häufigsten Frakturen im unfallchirurgischen Alltag. Weil die Osteoporose ein wesentlicher Faktor für das Auftreten dieser Fraktur ist, findet sich die skHF häufig bei älteren Frauen (bis zu 400/100.000/Jahr) [1]. In Anbetracht des steigenden Durchschnittalters der Bevölkerung wird auch die Anzahl der skHF zunehmen [2]. Während bei älteren Patienten meist ein indirektes Trauma durch Sturz auf den gestreckten Arm zur Fraktur führt, ist die Ursache bei jüngeren Patienten oft ein Rasanztrauma [3].**

Die konservative Behandlung der unverschobenen skHF führt zu befriedigenden Langzeitergebnissen. Bei nahezu einem Viertel der Fälle ist jedoch das Kopffragment disloziert; dies führt zu beträchtlicher Fehlstellung und macht die chirurgische Wiederherstellung anatomischer Achsenverhältnisse notwendig. Eine standardisierte Operationstechnik konnte bislang nicht gefunden werden. Derzeit kommen rigide (offene Reposition und Verplattung [4] oder intramedulläre Marknagelung [5]) oder semirigide (gedeckte Reposition und Stiftelung [7], Verschraubung [6] oder „helix wire“ [8]) Verfahren zum Einsatz. Während rigide Verfahren den Nachteil einer beträchtlichen

Weichteilschädigung mit der Gefahr einer Durchblutungsstörung des Oberarmkopfes haben, sind Implantatwanderung/-perforation, Pseudarthrosenbildung [9] sowie postoperative Infektionen typische Komplikationen semirigider Techniken. Die beiden Operationstechniken unterscheiden sich ebenso im Bezug auf die postoperative Mobilisation des Schultergelenkes. Während rigide Osteosyntheseverfahren infolge einer frühen, definitiven Frakturstabilisation die sofortige Mobilisation des Schultergelenkes erlauben, sind semirigide Techniken oft mit einer längeren postoperativen Immobilisation des Schultergelenkes verbunden [9].

In der vorliegenden retrospektiven Analyse berichten wir über intraoperative Daten und postoperative Komplikationen mit der Verwendung einer neuen semirigiden Operationstechnik – dem Intramedullary-claw (IMC)-Implantat – zur Stabilisierung von skHF und vergleichen diese mit Erfahrungen bei der Verwendung von Stiften sowie des Helixdrahts.

### Studiendesign und Untersuchungsmethoden

In dieser retrospektiven Vergleichsstudie wurden die anonymisierten Daten aller Patienten, welche im Zeitraum vom 01.01.2002 bis zum 28.02.2008 in unserer



**Abb. 1** ◀ Das Intramedullary-claw-Implantat

Abteilung aufgrund einer skHF operativ mit einer semirigiden Operationstechnik versorgt wurden, erfasst. Patienten unter 18 Jahre sowie solche mit Mehrfachverletzungen wurden von der Analyse ausgeschlossen. Bis Februar 2004 kamen primär zwei semirigide Techniken (Stifte und Helixdraht) zur Versorgung von skHF zur Anwendung. Seit 2005 wurde das IMC als Standardimplantat zur operativen Versorgung der dislozierten skHF verwendet.

### Operationsindikation und Operationstechniken

Entsprechend der abteilungsinternen Richtlinien werden skHF mit Dislokation um mehr als eine Drittelschaftbreite oder Achsenknick über 30° operativ versorgt. Kontraindikationen für die Versorgung mit einer semirigiden Technik waren Bruchformen, die eine primäre Schulterprothese erforderlich machten oder eine fehlende Operationseinstimmung des Patienten. Alle Frakturen wurden innerhalb der ersten 2 Tage nach Unfallereignis stabilisiert. Eine perioperative Antibiotikaprophylaxe kam bei keinem der Patienten zum Einsatz. Die Versorgung von skHF mit Stiften bzw. dem Titanhelixdraht (Helix Wire®; Fa. I.T.S., Lassnitzhöhe, Steiermark, Österreich) erfolgte entsprechend publizierter Empfehlungen [10].

Das IMC (Fa. I.T.S., Lassnitzhöhe, Steiermark, Österreich) ist ein dynamisches intramedulläres Implantat bestehend aus einem Verteilerkopf (Ø 8 mm), einem zentralen Führungsstift (Ø 2,2 mm) und 3 Verankerungsstiften (Ø 1,6 mm; **Abb. 1**). Nach einer 4–5 cm langen Inzision etwas distal des Deltoideusan-satzes wird ein 2,2 mm dicker Bohrdraht in einem Winkel von 30–40° in den Markraum eingeführt. Anschließend wird der Markraum durch Überbohren des Stiftes mit dem kanülierten 8-mm-Bohrer eröffnet (**Abb. 2a**). Durch diesen Kanal wird das Implantat mit aufgesetzter Montagehülse eingeschoben oder leicht eingeschlagen (**Abb. 2b**). Durch Biegung an der gegenüberliegenden Kortikalis wird das Implantat unter Spannung gesetzt. Im Anschluss an die Reposition der Fraktur unter radiologischer Kontrolle wird das Implantat soweit über die Fraktur gescho-

Chirurg 2010 · 81:728–734 DOI 10.1007/s00104-009-1854-1  
© Springer-Verlag 2010

V. Seyr · S. Heel · M. Dünser

### „Intramedullary claw“ zur Stabilisierung subkapitaler Humerusfrakturen. Ein Vergleich mit anderen semirigiden Techniken

#### Zusammenfassung

Die subkapitale Humerusfraktur (skHF) ist eine häufige Fraktur. Diese retrospektive Studie vergleicht intra- und postoperative Daten von Patienten mit skHF, die mit einer neuen („intramedullary claw“, IMC, n=84) sowie zwei herkömmlichen semirigiden Techniken (Stifte, n=30; Helixdraht, n=19) stabilisiert wurden. Die Operationsdauer unterschied sich nicht zwischen den Techniken. Die Häufigkeit und Art postoperativer Komplikationen unterschied sich zwischen den semirigiden Operationstechniken. IMC-Patienten hatten seltener postoperative Komplikation als mittels Stiften ( $p < 0,001$ ) bzw. Helixdraht ( $p = 0,01$ ) stabilisierte Patienten. Der Repositionsverlust

war die häufigste Komplikation der IMC-Technik.

Das IMC ist eine neue semirigide Technik zur Stabilisierung von skHF und scheint zu weniger Komplikationen zu führen als die Verwendung von Stiften oder Helixdraht. Zukünftige prospektive Studien müssen das IMC mit anderen semirigiden und rigiden Techniken vergleichen. Außerdem sind Häufigkeit und Relevanz postoperativer Repositionsverluste auf das Langzeitergebnis nach IMC-Implantation zu untersuchen.

#### Schlüsselwörter

Subkapitale Humerusfraktur · Intramedullary claw · Stifte · Helixdraht · Komplikationen

### Intramedullary claw for stabilization of proximal humerus fractures. A comparison with other semirigid techniques

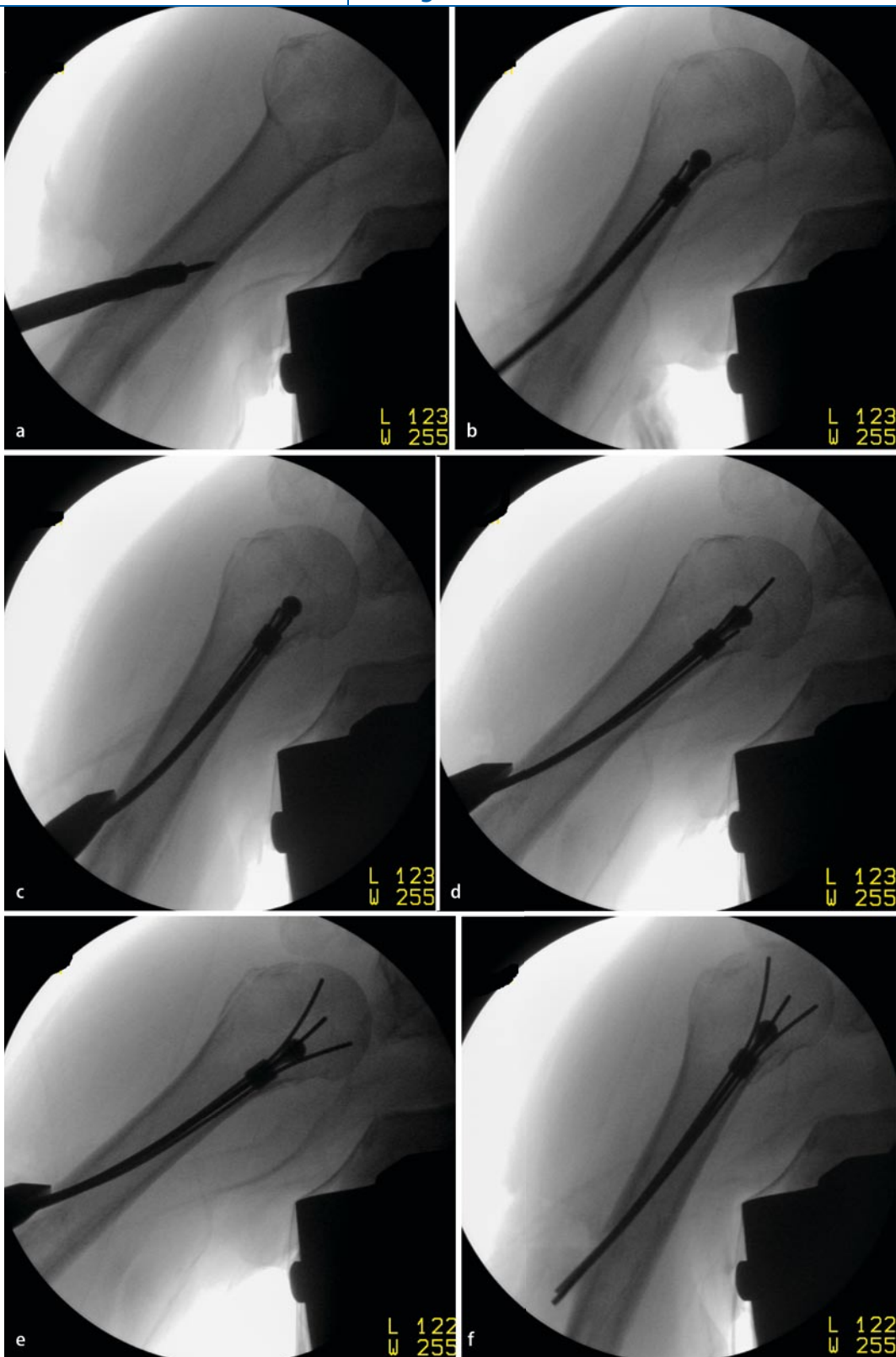
#### Abstract

Proximal humerus fractures (pHF) are common. In this retrospective study intra-operative and postoperative data and complications of patients stabilized with conventional semirigid techniques (pins, n=30; helix wire, n=19) or a novel semirigid technique, the intramedullary claw (IMC, n=82) were compared. The type and frequency of postoperative complications differed between the groups ( $p < 0.001$ ). The IMC is a novel semi-

rigid technique to stabilize pHF and seems to result in fewer complications than pins or helix wire. The frequency and relevance of a loss of repositioning in patients after IMC implantation need to be elucidated in long-term studies.

#### Keywords

Proximal humerus fracture · Intramedullary claw · Pins · Helix wire · Complications



**Abb. 2** ◀ Methodik zur Insertion und Fixierung des Intramedullary-claw-Implantats bei einem Patienten mit subkapitaler Humerusfraktur nach Reposition. (Detaillierte Beschreibung s. Text)

ben bis sein Kragen auf Höhe der Fraktur zu liegen kommt (▣ **Abb. 2c**). Um das Implantat an dieser Stelle zu fixieren, wird die Einschlaghülse bis ganz an den Oberarmenschaft vorgeschoben und der zentrale

etwas dickere Stift 90° über die Kante der Hülse gebogen (▣ **Abb. 3**).

Unter röntgenologischer Kontrolle werden anschließend 3 Verankerungsstifte ausgeschlagen. Sie verlassen den Verteilerkopf bogenförmig und bilden eine

3-dimensionale korbähnliche Struktur, welche gemeinsam mit dem unter Spannung stehenden Implantat die Fraktur stabilisierung in der longitudinalen, horizontalen und radialen Ebene sicherstellen soll. Die Verankerungsstifte müssen so-

weit eingeschlagen werden, bis sie knapp unter der Knorpeloberfläche des Oberarmkopfes enden (■ **Abb. 2d, e**). Nach Kontrolle der korrekten Implantatlage in 2 Ebenen wird der zentrale Draht zurückgebogen und die Einschlaghülse entfernt. Nach dem Abzwicken der 4 Drähte etwa einen Zentimeter über dem Knocheniveau (■ **Abb. 2f**) wird die Wunde mit Hautnähten verschlossen. ■ **Abb. 4** zeigt die Röntgenbildaufnahmen zweier Patienten mit skHF vor und nach Stabilisierung mittels IMC.

### Postoperative Behandlung und Implantatentfernung

Bei allen Patienten wurde der verletzte Arm 3 Wochen in einem Schulter-Arm-Gurt ruhig gestellt. Anschließend folgte eine aktive und passive Bewegungstherapie in allen Ebenen für mindestens 6 Wochen. Postoperative Kontrollen mit klinischer und radiologischer Verlaufskontrolle fanden in den Wochen 1, 3, 6, und 12 statt. Stifte wurden routinemäßig bei allen Patienten nach 6 Wochen entfernt. Bei Patienten, die entweder mit dem Helixdraht oder dem IMC versorgt wurden, wurde das Implantat nur auf Wunsch des Patienten frühestens nach 7 Wochen entfernt.

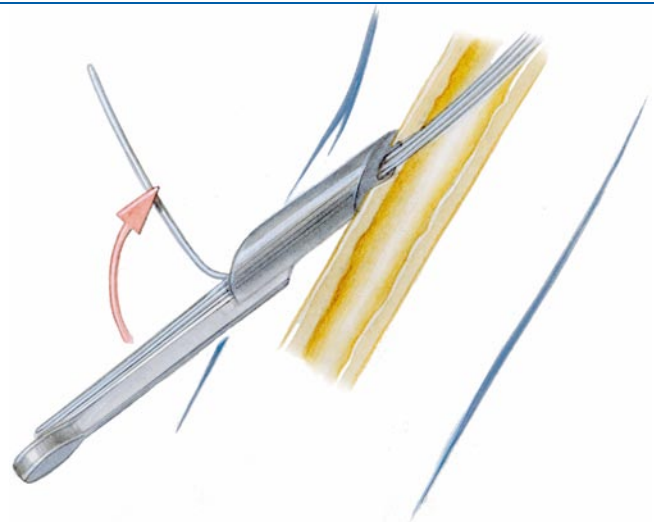
### Datendokumentation

Bei allen Studienpatienten wurden folgende Daten erhoben: Alter, Geschlecht, Anzahl der Frakturteile, Frakturtyp anhand der Neer-Klassifikation [11], Notwendigkeit von Zusatzimplantaten (z. B. Schrauben zur Fixierung eines abgerissenen Tuberculum majus) sowie die Operationsdauer. Zusätzlich wurden alle postoperativen Komplikationen bis zur Knochenheilung dokumentiert.

### Definitionen

Eine verzögerte Frakturheilung wurde als röntgenologisch noch nicht geheilte Fraktur innerhalb von 3 bis 6 Monaten postoperativ definiert. Ein nach 6 Monaten immer noch sichtbarer Bruchspalt wurde als Pseudarthrose klassifiziert. Ein Repositionsverlust wurde röntgenologisch entweder als geringe ( $\leq 20^\circ$ ) oder große

**Abb. 3** ▶ Operationsschritt während dem die Einschlaghülse bis zum Knochenkontakt vorgeschoben wird und der zentrale Stift um  $90^\circ$  umgebogen wird, um das Implantat in seiner Position zu fixieren. (Mit freundl. Genehmigung der I.T.S. GmbH)



**Abb. 4** ▶ Röntgenaufnahmen zweier Patienten mit subkapitaler Humerusfraktur vor und nach Stabilisierung mit der Intra-medullary-claw-Technik

( $\geq 20^\circ$ ) Abweichung des vormaligen Frakturfragments von der Humerusachse beschrieben. Alle weiteren postoperativen Komplikationen (Implantatwanderung, kraniale Implantatperforation, Infektion) nach skHF-Operationen wurden in Anlehnung an Standardlehrbücher definiert [12].

### Statistische Analyse

Das Hauptzielkriterium dieser retrospektiven Analyse war der Vergleich intraoperativer Daten sowie der Art und Häufigkeit postoperativer Komplikationen bei der Anwendung dreier semirigidier Techniken zur Versorgung von skHF.



**Tab. 1** Demographische und klinische Daten der Studienpatienten

|                                 | Stifte     | Helixdraht | IMC        | p-Wert |
|---------------------------------|------------|------------|------------|--------|
| Patientenzahl                   | 30         | 19         | 84         |        |
| Alter (Jahre)                   | 62 (43–72) | 70 (56–74) | 64 (54–76) | 0,3    |
| Männliches Geschlecht           | 12 (40%)   | 5 (26,3%)  | 23 (27,4%) | 0,4    |
| Frakturklassifikation nach Neer |            |            |            | 0,1    |
| I                               | 6 (20%)    | 2 (10,5%)  | 5 (6%)     |        |
| II                              | 1 (3,3%)   | 2 (10,5%)  | 3 (3,6%)   |        |
| III                             | 3 (10%)    | 8 (42,1%)  | 34 (40,5%) |        |
| IV                              | 13 (43,3%) | 5 (26,3%)  | 38 (45,2%) |        |
| V                               | 2 (6,7%)   | 1 (5,3%)   | 3 (3,6%)   |        |
| VI                              | 1 (3%)     | 1 (5,3%)   | 1 (1,2%)   |        |
| Frakturteile                    |            |            |            | 0,35   |
| 2                               | 10 (33,3%) | 9 (47,4%)  | 36 (42,9%) |        |
| 3                               | 14 (46,7%) | 8 (42,1%)  | 36 (42,9%) |        |
| 4                               | 6 (20%)    | 2 (10,5%)  | 12 (14,3%) |        |
| Zusatzimplantat notwendig       | 10 (33,3%) | 4 (21,1%)  | 19 (22,6%) | 0,47   |
| Operationsdauer (min)           | 40 (28–60) | 38 (20–61) | 30 (25–45) | 0,09   |

Die Daten sind als Medianwerte mit Interquartilen-Range sowie als n (%) angegeben. IMC, „intramedullary claw“.

**Tab. 2** Postoperative Komplikationen und Notwendigkeit zur erneuten Operation

|                                       | Stifte     | Helixdraht | IMC        | p-Wert  |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|---------|
| Patientenzahl                         | 30         | 19         | 84         |         |
| Keine postoperative Komplikation      | 11 (36,7%) | 8 (42,1%)  | 63 (75%)   | <0,001* |
| Notwendigkeit zur operativen Revision | 0          | 0          | 3 (3,6%)   | 0,41    |
| <b>Postoperative Komplikationen</b>   |            |            |            | <0,001* |
| Implantatwanderung                    | 15 (50%)   | 2 (10,5%)  | 1 (1,2%)   |         |
| Kraniale Implantatperforation         | 1 (3,3%)   | 1 (5,3%)   | 1 (1,2%)   |         |
| Verzögerte Knochenheilung             | 1 (3,3%)   | 3 (15,8%)  | 0          |         |
| Pseudarthrosenbildung                 | 1 (3,3%)   | 5 (26,3%)  | 2 (2,4%)   |         |
| Infektion                             | 2 (6,7%)   | 0          | 0          |         |
| Kleiner Repositionsverlust            | 0          | 0          | 11 (13,1%) |         |
| Großer Repositionsverlust             | 1 (3,3%)   | 2 (10,5%)  | 7 (8,3%)   |         |

Patienten konnten mehr als eine postoperative Komplikation aufweisen. \*Signifikanter Unterschied zwischen den 3 Studiengruppen. IMC, „intramedullary claw“.

Zur statistischen Analyse wurde die 12.0.1. Version des SPSS Software Programms (SPSS Inc; Illinois, USA) verwendet. Deskriptive statistische Verfahren wurden zur Darstellung der demographischen und klinischen Daten verwendet. Die Normalverteilung der kontinuierlichen Studienvariablen (Alter, Operationsdauer, Krankenhausaufenthaltsdauer) wurde mittels Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft. Da bei keiner der 3 Variablen die Normalverteilung erfüllt werden konnte, wurden der Kruskal-Wallis- bzw. Mann-Whitney-Test zum Vergleich dieser Variablen zwischen den 3 Studiengruppen herangezogen. Vergleiche von kategorialen Variablen zwischen den Gruppen wurden mit dem  $\chi^2$ -Test durchgeführt. Für Vergleiche über alle 3 Studi-

engruppen wurde ein p-Wert <0,05 als Signifikanzindikator angenommen. Wurden innerhalb einer Variablen Mehrfachvergleiche zwischen den 3 Studiengruppen durchgeführt (z. B. IMC vs. Stifte, IMC vs. Helixdraht, Stifte vs. Helixdraht), wurde das Signifikanzniveau mittels Bonferroni-Korrektur auf 0,017 gesenkt. Kontinuierlichen Daten werden im Manuskript als Medianwerte mit Interquartilen-Range angegeben, kategoriale Daten als Absolutzahlen mit Prozentangaben.

## Ergebnisse

Innerhalb des Beobachtungszeitraums wurden insgesamt 167 Patienten mit skHF an unserer Abteilung operativ mit einer semirigidem Technik versorgt. Da

34 Patienten Touristen waren und nach der operativen Versorgung an ihre Heimatkrankenhäuser rücktransferiert wurden, standen deren postoperative Verlaufsdaten nicht zur Verfügung. Diese Patienten wurden von der statistischen Analyse ausgeschlossen und nur die Daten der verbleibenden 133 Studienpatienten analysiert. **Tab. 1** zeigt demographische und klinische Daten der Patientenpopulation.

## Intraoperative Daten

Die durchschnittliche Operationsdauer unterschied sich nicht signifikant zwischen den 3 semirigidem Techniken. Ebenso zeigten sich keine Unterschiede bei der Notwendigkeit, zusätzliche Implantate verwenden zu müssen. In allen Fällen waren diese Zusatzimplantate Schrauben, welche zur Stabilisierung des Tuberculum majus notwendig waren. Bei keinem der Studienpatienten kam es zu einer relevanten intraoperativen Komplikation. Bei drei der mit einem IMC versorgten Studienpatienten war eine chirurgische Revision notwendig (Ausriss der Schrauben des Tuberculum majus: n=1; insuffiziente IMC-Montage und frühe Redislodierung: n=2).

## Postoperative Komplikationen

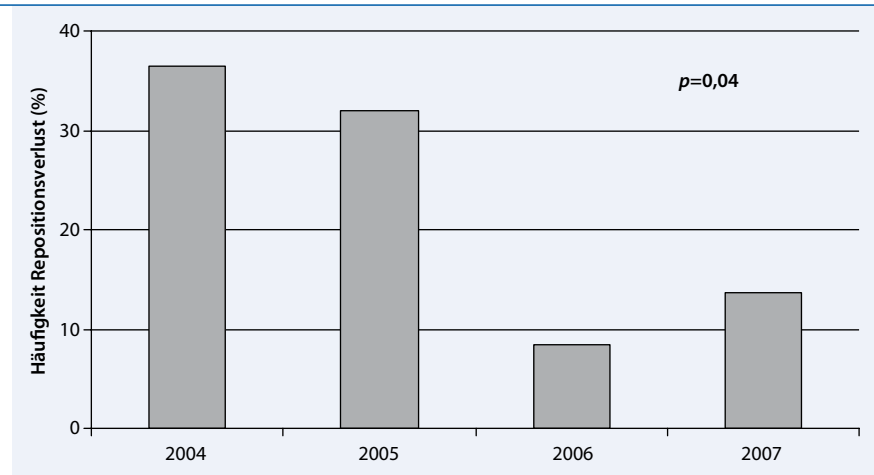
Die Häufigkeit und Art postoperativer Komplikationen unterschied sich signifikant zwischen den 3 semirigidem Operationstechniken (**Tab. 2**). Patienten, die mit dem IMC versorgt wurden, hatten seltener postoperative Komplikation als Studienpatienten, bei welchen die skHF mittels Stiften (p<0,001) bzw. dem Helixdraht (p=0,01) stabilisiert wurde. Achtzehn der 22 aufgetretenen postoperativen Komplikationen (81,8%) nach Verwendung des IMC entsprachen geringen oder großen Repositionsverlusten. Das Auftreten solcher Repositionsverluste nach Implantation des IMC nahm während des Beobachtungszeitraumes von 2004 bis 2007 ab (**Abb. 5**).

Eine Entfernung der Stifte, des Helixdrahts sowie des IMC-Implantats wurde bei 30, 3 und 46 Studienpatienten 6±1, 28±14 und 13±6 Wochen nach der Stift-, Helixdraht- bzw. IMC-Implantation durchgeführt. Bei 6 Patienten (13%) konn-

te der Verteilerkopf des IMC mit dem zentralen Stift nicht aus dem Markraum entfernt werden und musste deshalb in situ verbleiben. Angesichts dieser Problematik wurde im Jahr 2006 das Design des IMC-Verteilerkopfes geändert und die Entfernung des Implantats spätestens innerhalb von 16 Wochen durchgeführt. Seither reduzierte sich die Anzahl der in situ verbleibenden IMC-Implantate (20% [5/25] vs. 4,8% [1/21],  $p=0,2$ ). Bei der Entfernung der Sitfte bzw. des Helixdrahts kam es in keinem Fall zu Problemen.

## Diskussion

In dieser retrospektiven Studie wurden 2 herkömmliche mit einer neuen semirigiden Methode zur Stabilisierung von skHF verglichen. Die 3 Techniken unterschieden sich in der Art und Häufigkeit postoperativer Komplikationen. Das IMC führte zu weniger postoperativen Komplikationen als die Versorgung einer skHF mit Stiften oder dem Helixdraht. Die häufigste postoperative Komplikation



**Abb. 5 ▲** Häufigkeit eines postoperativen Repositionierungsverlusts nach Stabilisierung mittels „intra-medullary claw“ seit dessen Einführung im Jahr 2004. (Anzahl Operationen/Repositionierungsverluste pro Jahr: 2004, n=14/5; 2005, n=24/8; 2006, n=24/2; 2007, n=22/3)

nach Implantation des IMC war ein Repositionierungsverlust bei ca. 20% der behandelten Studienpatienten.

Während semirigide Techniken zur Stabilisierung von skHF den Vorteil besitzen, ohne ausgedehntes Weichteiltrauma und in kurzen Operationszeiten eingebracht werden zu können [6, 7, 8], sind

viele dieser Methoden mit einer beträchtlichen Rate an postoperativen Komplikationen verbunden [5, 9, 13]. So beobachteten auch wir in der vorliegenden Analyse Implantatwanderungen bei nahezu 60% der mit Stiften versorgten skHF-Patienten oder eine häufige Pseudarthrosenbildung bei Patienten nach Versorgung

# Hier steht eine Anzeige.

mit dem Helixdraht (16,6%). Die sehr hohe Zahl postoperativer Komplikationen nach Verwendung von Stiften oder dem Helixdraht in unserer Studienpopulation scheint mit den Erfahrungen anderer Autoren vergleichbar zu sein [5, 9, 13]. Diese Beobachtungen veranlassten uns, eine neue semirigide Technik zur Stabilisierung von skHF, das IMC, zu entwickeln.

Obwohl das IMC bei vergleichbaren Operationszeiten zu weniger postoperativen Komplikationen als die skHF-Stabilisierung mit Stiften oder dem Helixdraht führte, wurden dennoch bei einem Viertel der mit dem IMC behandelten Patienten Komplikationen im postoperativen Verlauf beobachtet. Bei einer im Vergleich mit Stiften und dem Helixdraht geringen Anzahl von Implantatwanderungen und Pseudarthrosenbildung sowie dem Fehlen von verzögerter Knochenheilung oder Infekten war der Repositionsverlust die häufigste Komplikation des IMC. Insbesondere die mangelhafte Montage mit zu wenig weit ausgeschlagenen Ankerdrähten scheint diese Komplikation in unserer Population begünstigt zu haben (75% vs. 12,5%; OR: 21; CI-95%: 4,8–92;  $p < 0,001$ ; logistisches Regressionsmodell). Die abnehmende Häufigkeit des Repositionsverlusts während des Beobachtungszeitraums nach Einführung des IMC (Abb. 5) könnte auf einen Lerneffekt hinweisen. Angesichts der Tatsache, dass die Qualität der Frakturposition entscheidend für das funktionelle Ergebnis ist, müssen zukünftige prospektive Studien untersuchen, welchen Einfluss ein möglicher Repositionsverlust nach Stabilisation mit dem IMC-Implantat auf das Langzeitergebnis der skHF hat.

Ein weiterer potenzieller Nachteil der IMC in der vorliegenden Analyse waren Probleme bei deren Entfernung. Hierbei war es bei 16% der Patienten nicht möglich, den zentralen Stab mit dem Verteilerkopf aus dem Markraum zu entfernen. Allerdings deuten die Ergebnisse darauf hin, dass nach Änderung der Form des Verteilerkopfes sowie die Verkürzung des Zeitintervalls bis zur Entfernung, Probleme bei der Implantatentfernung seltener auftreten. Ob diese Veränderung der Form des Verteilerkopfes wirklich zu weniger Problemen bei der Entfernung des IMC

führt, muss in zukünftigen Studien untersucht werden.

Bei der Interpretation der vorliegenden Analyse müssen Einschränkungen berücksichtigt werden. Erstens ist dies eine retrospektive Studie, die keinesfalls den gleichen Evidenzgrad wie eine prospektiv-kontrollierte Studie erbringen kann. Dies muss besonders beachtet werden, wenn die Ergebnisse mit anderen semirigiden oder rigiden Operationsverfahren verglichen werden. Zweitens, kann nicht ausgeschlossen werden, dass durch den Einschluss von 84 Patienten in der IMC-Gruppe seltene postoperative Komplikationen wie die avaskuläre Humeruskopfnekrose in ihrer Häufigkeit unterschätzt wurden. Außerdem könnten unterschiedliche Fallzahlen in den einzelnen Studiengruppen die Vergleichbarkeit der Ergebnisse beeinträchtigen. Zuletzt muss klar festgehalten werden, dass die vorliegende Studie allein die Häufigkeit von intra- und postoperativen Komplikationen untersucht hat und keine Rückschlüsse auf das funktionelle Ergebnis nach skHF-Stabilisierung mittels IMC erlaubt.

## Fazit

**Das IMC ist eine neue semirigide Technik zur Stabilisierung von skHF und scheint zu weniger postoperativen Komplikationen zu führen als die Verwendung von Stiften oder Helixdraht. Zukünftige prospektive Studien müssen das IMC mit anderen semirigiden und rigiden Techniken vergleichen. Des Weiteren sind Häufigkeit und Relevanz postoperativer Repositionsverluste auf das Langzeitergebnis nach IMC-Implantation zu untersuchen.**

## Korrespondenzadresse

**Dr. V. Seyr**  
Abteilung für Unfallchirurgie,  
Bezirkskrankenhaus Hall in Tirol,  
Milsnerstr. 10, 6060 Hall in Tirol,  
Österreich  
Seyr@tirol.com

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor weist auf folgende Beziehung hin: Das IMC-Implantat wurde von Volkmar Seyr entwickelt und patentiert. Die beiden anderen Autoren haben keinen Interessenskonflikt bekannt zu geben.

## Literatur

- Lill H, Josten C (2000) Proximal and distal humeral fractures in the elderly. *Orthopade* 29:327–341
- Lind T, Kroner TK, Jensen J (1989) The epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg* 408:285–287
- Rees J, Hicks J, Ribbans W (1998) Assessment and management of three- and four-part proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 353:18–29
- Gerber C, Werner CML, Vienne P (2004) Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 86-B:848–855
- Wachtl SW, Marti CB, Hoogewoud HM et al (2000) Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary nails. *Arch Orthop Trauma Surg* 120:171–175
- Resch H, Povacz P, Fröhlich R, Wambacher M (1997) Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 79-B:295–300
- Rowles DJ, McGrory E (2001) Percutaneous pinning of the proximal part of the humerus: an anatomical study. *J Bone Joint Surg Am* 83:1695–1699
- Traxler H, Surd R, Laminger KA et al (2001) The treatment of subcapital humerus fracture with dynamic helix wire and the risk of concomitant lesion of the axillary nerve. *Clin Anat* 14:418–423
- Hessmann MH, Rommens PM (2001) Osteosynthesis techniques in proximal humeral fractures. *Chirurg* 72:1235–1245
- Lamingier K, Traxler H (1999) Osteosynthese proximaler Humerusfrakturen. *Unfallchirurg* 4:154–164
- Neer CS 2nd (1970) Displaced proximal humerus fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 52:1077–1089
- Browner, Jupiter, Levine, Trafton (1998) *Skeletal Trauma*. Vol 1, WB Saunders, Philadelphia
- Müller F, Voithenleitner R, Schuster C et al (2006) Operative treatment of proximal humeral fractures with helix wire. *Unfallchirurg* 109:1041–1047