

J. Jerosch<sup>1</sup>, C. Grasselli<sup>2</sup>, C. Kothny<sup>3</sup>

# Frühe und mittelfristige klinische Ergebnisse nach Versorgung mit einer MiniHip-Kurzschafthoprothese

## *Early and midterm clinical results with the MiniHip short stem replacement*

**Studienziel:** In der vorliegenden Studie wird über die frühen und mittelfristigen klinischen Ergebnisse nach Implantation eines zementfrei metadiaphysär verankerten Kurzschafthoprothesensystems an der Hüfte berichtet.

**Material und Methode:** Eingeschlossen wurden 186 Koxarthrosehüften, die in zwei Krankenhäusern mit einer metadiaphysär verankernden Kurzschafthoprothese (MiniHip, Corin) versorgt wurden. Es wurden präoperative und postoperative standardisierte Scores (Oxford Hip Score – OHS, Hip Dysfunction and Osteoarthritis Outcome Score – HOOS) zur Abklärung der Hüfte und der Lebensqualität (EQ-5D) erhoben.

**Ergebnisse:** Der Oxford Hip Score (OHS) steigerte sich von einem präoperativen Mittelwert (MW) 17,63 auf einen MW von 44,22 im ersten postoperativen Jahr (180 Hüften). Im zweiten Jahr lag der MW bei 45,74 (94 Hüften), im dritten Jahr steigerte er sich auf 46,20 (15 Hüften). Der HOOS konnte im ersten Jahr von präoperativ 29,91 im MW auf 96,20 (180 Hüften) gesteigert werden. Die Zweijahreskontrolle ergab einen MW von 94,30 (94 Hüften), der Dreijahres-Mittelwert lag bei 95,72 (15 Hüften). Der EQ-5D ergab im MW postoperativ eine Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes von 77,66 (visuelle Analogskala 0–100). Im Laufe der Studie kam es zu 2 aseptischen Schafthlockerungen.

**Schlussfolgerung:** Unsere frühen und mittelfristigen klinischen Ergebnisse unterstützen die Verwendung dieses zementfrei metadiaphysär verankerten Kurzschafthoprothesensystems an der Hüfte. Weitere klinische als auch radiologische Nachuntersuchungen sind notwendig, um die langfristigen Erfolgsaussichten dieser Versorgungsmethode abzuleiten.

**Aim:** The purpose of the study was to analyse short- and medium-term results of a cementless short stem hip joint endoprosthesis.

**Material and Methods:** 186 cases at two hospitals were included for clinical follow-up. 180 patients were available for clinical follow-up with standardized scores (Oxford-Hip Score (OHS), Hip Dysfunction and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), EQ-5D – Score). The scores were caught preoperatively and postoperatively every year.

**Results:** The Oxford Hip Score increased from a preoperative average of 17.63 to a postoperative average of 44.22 within the first year (180 hips). The postoperative average was 45.74 within the second (94 hips), and 46.20 within the third year (15 hips). The HOOS rose from a preoperative average of 29.91 to 96.20 (180 hips) within the first year. After two years the HOOS had an average of 94.30 (94 hips) and 95.72 (15 hips) after three years. The EQ-5D showed a postoperative average of 77.66 points for the 180 patients. At the time of the last follow-up two stems had aseptic loosening.

**Conclusion:** Our results support the use of the investigated cementless metadiaphyseal anchoring short stem system. Further clinical and radiological follow-up is necessary to validate the long-term success of this short stem.

*Keywords: primary hip arthroplasty, short stem endoprosthesis, clinical results*

*Schlüsselwörter: primärer Hüftgelenkersatz, Kurzschafth-Endoprothese, klinische Ergebnisse*

1 Abteilung für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sportmedizin, Johanna-Etienne-Krankenhaus, Neuss

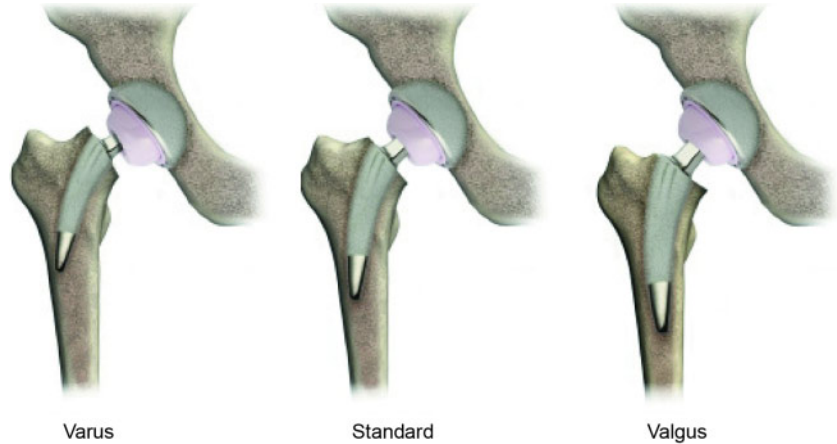
2 Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie, Waldburg-Zeil Kliniken, Tettmang

3 MünchenOrthoCenter, München

DOI 10.3238/oup.2012.0202-0207



**Abbildung 1** Metadiaphysär verankernde MiniHip Prothese



**Abbildung 2** Osteotomieebene des Schenkelhalses in Bezug auf die Fossa piriformis bei der Wiederherstellung unterschiedlicher CCD-Winkel

**Einleitung**

Bei dem jüngeren Coxarthrosepatienten stehen mit dem Oberflächenersatz und den sogenannten Kurzschafthoprothesen Implantatkonzepte zur Verfügung, die mit dem Anspruch einer knochenerhaltenden Versorgungstechnik im proximalen Bereich des Femurs entwickelt wurden. Gleichzeitig sollen sie den Anspruch eines langfristigen Versorgungsziels bei den meist noch jüngeren Patienten erfüllen.

Obwohl Kurzschafthoprothesen für die Hüftendoprothetik schon seit mehr als 30 Jahren bekannt sind, erleben diese erst in den letzten Jahren eine weite Verbreitung. Dieses hat viele Gründe und mag zum Teil daran liegen, dass sich die

anfängliche Euphorie bezüglich des Hüftoberflächenersatzes gelegt hat.

Kurzfristige DEXA-Verlaufsbeobachtungen geben bei den Kurzschafthoprothesen im Vergleich zu proximal verankerten Standardschäften den Hinweis auf eine anfänglich geringere Reduktion der metaphysär periprothetischen Knochendichte [1]. Langfristige Untersuchungen in dieser Hinsicht mit eventuellen Aussagen über Sekundärstabilität stehen hier noch aus.

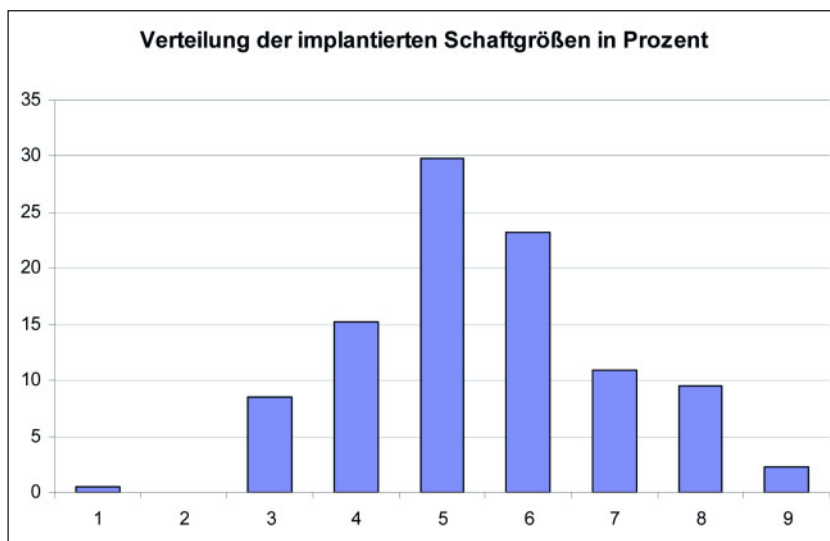
Diese Untersuchungen unterstützen grundsätzlich die Philosophie des Kurzschafthoprothesendesigns. Die wesentliche Krafteinleitung erfolgt u.a. durch eine rotationsstabile mediale-metaphysäre Abstützung am Kalkar. Als Führungsfunktion während der Implantation die-

nend, soll der distale Anteil auch primäre Stabilität an der lateralen Kortikalis anliegend geben. Natürlich kann das Ziel einer langfristigen problemlosen Versorgung des Patienten nur erfolgen, wenn das Alter und die dementsprechende Knochenqualität das Verankerungskonzept zulässt.

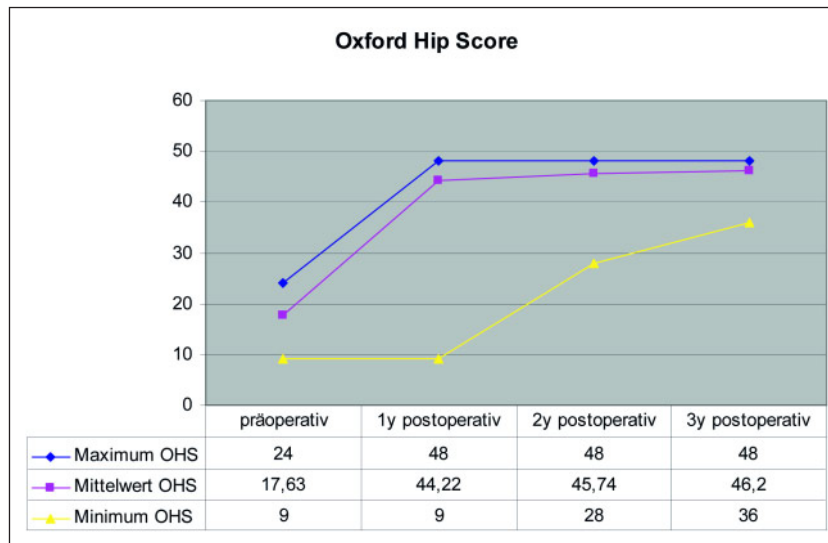
Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch, dass Kurzschafthoprothese nicht gleich Kurzschafthoprothese ist. Es gibt hier erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Resektionshöhe (schenkelhalserhaltend, schenkelhalsresezierend und schenkelhalsteilerhaltend) und des Verankerungsprinzips [2].

Anfangs ging es bei den Kurzschafthoprothesendesigns vor allem um knochensparende Schafthoprothesen, vornehmlich für jüngere Patienten, um ein Stress-Shielding im proximalen Femurschaft zu verhindern [3]. Es war das Ziel mit diesen schenkelhalserhaltenden Kurzschafthoprothesen mit rein metaphysär verankerten Systemen (Druckscheibenprothese, Spiron-Prothese), eine gute Primärstabilität und Osteointegration zu erreichen [4–6]. Ein Nachteil dieser Systeme ist jedoch, dass intraoperative Anpassungen an die individuelle Anatomie und Biomechanik nur sehr bedingt möglich sind.

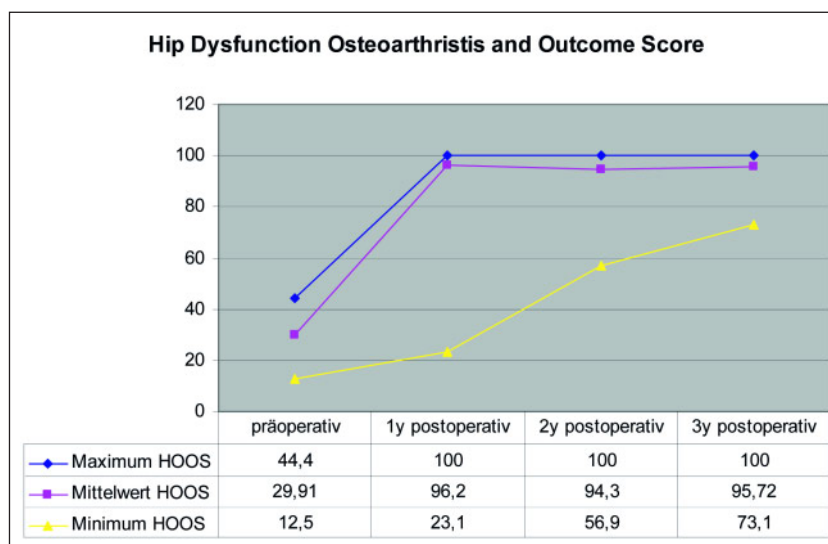
Bei den späteren schenkelhalsresezierenden Kurzschafthoprothesen wurde eine metadiaphysäre Verankerung gewählt, wobei die Führungsfunktion bei der Implantation vornehmlich der distale diaphysäre Schaftanteil übernimmt; zusätzlich dient dieser der primären Stabilisierung durch die Anlage an der dorso-lateralen diaphysären Femurkortika-



**Abbildung 3** Verteilung der implantierten Schaftgrößen (1–9) in Prozent



**Abbildung 4** Grafische Darstellung der Werte des präoperativen und postoperativen Oxford Hip Score (OHS)



**Abbildung 5** Grafische Darstellung der Werte des präoperativen und postoperativen Hip Dysfunction Osteoarthritis and Outcome Score (HOOS)

lis. In der Philosophie der Kurzschafthoprothesen gab es auch die Vorstellung, dass die Inzidenz periprothetischer Frakturen reduziert werden könnte [7]. Das klassische Beispiel hierfür ist die Mayo-Prothese.

Bei manchen Modellen wurde jedoch systembedingt eine Tendenz zur Valgisierung des CCD-Winkels und einer damit einhergehenden Reduzierung des Offset beobachtet.

Neuere Systeme versuchen diesen systembedingten Nachteil aufgrund der gewählten Geometrie und Abmessungen zu vermeiden [8].

Der Vorteil des weniger invasiven Vorgehens bei diesen neueren Systemen mit Schonung des trochantären Bereiches sowie der pelvi-trochantären Muskulatur ist wünschenswert, jedoch muss die langfristige Sekundärstabilität mit eventuellen proximalen femoralen Umbauprozessen beobachtet werden.

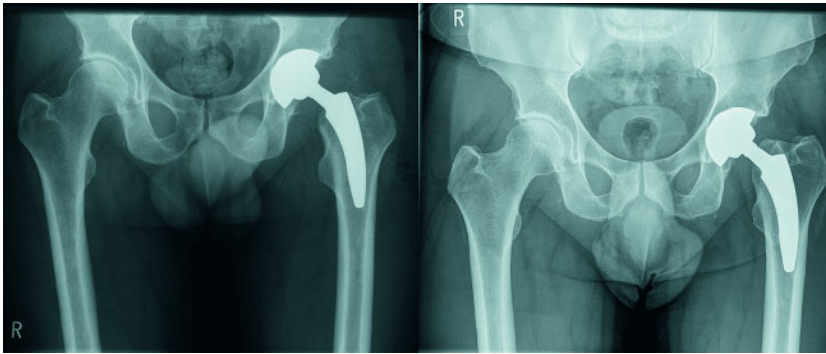
**Fragestellung:** In der vorliegenden Studie sollen die frühen und mittelfristigen klinischen Ergebnisse nach Implantation einer zementfreien schenkelhalsteilerhaltenden Kurzschafthoprothese (MiniHip) bewertet werden.

## Material und Methoden

In der vorliegenden Untersuchung wurden 186 Coxarthrosehöften, die mit der MiniHip (Corin, Deutschland) versorgt wurden, erfasst. Die Operationen erfolgten an zwei verschiedenen Krankenhäusern in den Jahren 2008 bis 2010. Die Versorgung erfolgte in Rückenlage durch insgesamt neun erfahrene Operateure. In allen Fällen handelte es sich um einen antero-lateralen Zugang. Die Nachbehandlung erfolgte mit Frühmobilisation am ersten postoperativen Tag. Der postoperative und rehabilitative Behandlungsablauf unterschied sich nicht zu dem einer zementfreien Standardversorgung.

Beim verwendeten Schaftsystem handelte es sich um das Kurzschafthoprothesensystem MiniHip der Firma Corin (Abb. 1). Hierbei handelt es sich um eine metadiaphysär verankernde Kurzschafthoprothese mit metadiaphysärer Krafteinleitung. Wie andere Kurzschafthoprothesen beruht das Prinzip der MiniHip-Prothese auf dem Erhalt des größten Teils des Schenkelhalses (schenkelhalsteilerhaltend). Die Trochanter major-Region wird völlig unangetastet belassen und das metaphysäre Femur intramedullär nicht aufgeraspelt, sondern die Spongiosa komprimiert. Das Design des Implantates ermöglicht eine „round the corner“-Technik, die der natürlichen Krümmung des medialen Kalkar folgt und so einen Bruch des Trochanter major oder die oben aufgeführte Knochenresektion in diesem Bereich verhindern soll. Die Titan-Prothese mit einem 12/14 mm Konus gibt es in neun verschiedenen Größen. Der CCD-Winkel der Prothese hängt von der Implantation ab und ist nicht starr durch das Prothesendesign vorgegeben. Dabei ist die Osteotomie am Schenkelhals im Bezug auf den Abstand zur Fossa piriformis zu variieren (Abb. 2).

Bei allen Patienten wurde der Schaft mit einem zementfreien Pfannensystem kombiniert. Die klinischen Nachuntersuchungen fanden im Sommer und Herbst 2011 in den zwei Krankenhäusern statt. Die klinische Untersuchung erfolgte durch eine unabhängige Person. Komplikationen mit Zeitpunkt des Auftretens und das notwendige Therapieverfahren wurden auch bei Untersuchungen vor diesem Nachuntersuchungszeitraum dokumentiert.



**Abbildung 6** Postoperatives BÜS und Jahreskontrolle mit Sinterung der zu unterdimensioniert gewählten Schafthoprothese

Klinisch wurden die Patienten untersucht, die individuelle Hüftsituation wurde standardisiert mit dem Oxford Hip Score (OHS) und dem Hip Dysfunction and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS) erfasst. Beides sind international bekannte und standardisierte Fragebögen. Der Oxford Hip Score ist ein gelenkbezogener Score mit Multiple Choice-Fragen für den Patienten. Der HOOS ist in seinem Aufbau komplexer gestaltet und deckt mehrere Merkmale in Bezug auf das subjektive Hüftempfinden ab. Hierbei werden die Dimensionen „Symptome“, „Steifigkeit“, „Schmerzen“, „Funktion im täglichen Leben“, „Sport und Freizeit“ sowie „Lebensqualität“ abgedeckt. Der HOOS ist somit vor allem bei jüngeren Patienten in seiner Komplexität breiter aufgestellt und bietet uns die Möglichkeit, die Situation jüngerer Patienten besser einzuschätzen.

Die postoperative subjektive Lebensqualität wurde auch anhand des EQ-5D abgefragt. Dabei handelt es sich um ein einfaches generisches Instrument zur Messung und Bewertung des subjektiven Gesundheitszustandes, das von einer internationalen und interdisziplinären Forschergruppe entwickelt wurde [9, 10]. Entsprechend dem Konzept der gesundheitsbezogenen Lebensqualität erfasst der EQ-5D die physische, psychische und soziale Dimension von Gesundheit [11]. Der EQ-5D umfasst fünf Fragen (Merkmale), die sich auf Probleme in den Dimensionen „Beweglichkeit/Mobilität“, „Selbstversorgung“, „alltägliche Tätigkeiten“, „Schmerzen/körperlichen Beschwerden“ und „Angst/Niedergeschlagenheit“ beziehen. Für jede Frage gibt es drei ordinal

skalierte Antwortlevels (1 = keine Probleme; 2 = mäßige Probleme; 3 = extreme Probleme). Zusätzlich muss der Befragte den eigenen Gesundheitszustand auf einer visuellen Analogskala (VAS) einschätzen. Die VAS umfasst Werte zwischen 0 und 100, wobei 0 dem denkbar schlechtesten und 100 dem denkbar besten Gesundheitszustand entsprechen.

Die Validität und Reliabilität des EQ-5D wurden sowohl für zahlreiche Krankheitsgruppen als auch für die Allgemeinbevölkerung nachgewiesen. Somit dient dieser in einigen Ländern zur Messung des Gesundheitszustandes der Allgemeinbevölkerung und zur Analyse von soziodemografischen Einflussfaktoren auf die Gesundheit.

## Ergebnisse

Insgesamt wurden 180 Coxarthrosehöften klinisch nachuntersucht. Neun Patienten wurden bilateral mit einem MiniHip-Schaft versorgt.

Das Patientenalter betrug im Mittel 59,2 Jahre (32 bis 82 Jahre). Die Geschlechtsverteilung zeigte 88 Frauen und 92 Männer. In 95 Fällen handelte es sich um die rechte Hüfte, in 85 Fällen um die linke Hüfte. Die beiden teilnehmenden Krankenhäuser stellten 107 bzw. 73 Coxarthrosehöften.

Ein Patient wurde mit der Schafthgröße 1 versorgt (0,56%), die Schafthgröße 2 fand sich bei keinem der untersuchten Patienten. Schafthgröße 3 wurde bei 15 (8,53%), 4 bei 27 (15,17%) der Patienten implantiert. Am häufigsten war Schafthgröße 5 bei 54 (29,86%) gefolgt von Schafthgröße 6 bei 42 (23,22%) Patien-



**Abbildung 7** Versorgung mit einem Standardschaft nach Schafthsinterung

ten. In 20 Fällen (10,90%) wurde eine Schafthgröße 7, in 17 Fällen (9,48%) eine Schafthgröße 8 gewählt. Nur 4 (2,34%) Patienten wurden mit der Schafthgröße 9 versorgt (Abb. 3).

Keiner der befragten Patienten lehnte die Teilnahme an der klinischen Nachuntersuchung ab.

Insgesamt konnten 180 Hüften in die Einjahresergebnisse, 94 Hüften in die Zweijahresergebnisse und 15 Hüften in die Dreijahresergebnisse eingeschlossen werden.

Die funktionellen Scores konnten bei 180 Hüften für den Oxford Hip Score und 107 Hüften für den HOOS präoperativ aufgezeichnet werden. Der OHS lag im MW präoperativ bei 17,63 (Median 18; Max 24; Min 9), der präoperative HOOS bei 29,91 (Median 32,5; Max 44,4; Min 12,5).

Der OHS stieg postoperativ nach einem Jahr auf MW 44,22 (Median 47; Max 48; Min 9) an. Nach zwei Jahren lag er bei einem MW von 45,74 (Median 47; Max 48; Min 28) und wuchs im dritten Jahr auf einen MW von MW 46,20 (Median 47; Max 48; Min 36) (Abbildung 4).

Der HOOS stieg im ersten postoperativen Jahr auf einen MW von 96,20 (Median 96,6; Max 100; Min 23,1). Die Zweijahresergebnisse zeigten einen MW von 94,30 (Median 96,9; Max 100; Min

Probleme	keine	mäßige	extreme
Beweglichkeit/Mobilität	76,7%	22,8%	0,5%
Selbstversorgung	95,5%	4,5%	0%
Allgemeine Tätigkeit	81,9%	17,1%	1%
Schmerzen/körperliche Beschwerden	50,2%	42,9%	6,9%
Angst/Niedergeschlagenheit	75,6%	20,7%	3,7%

**Tabelle 1** EQ-5D-Auswertung der Probleme in den 5 Dimensionen der Patienten

56,9), im dritten Jahr stieg er auf einen MW von 95,72 (Median 97,5; Max 100; Min 73,1) (Abb. 5).

Der EQ-5D wurde bei allen Patienten zusammen erfasst. Dabei ergab die visuelle Analogskala (VAS) bei der Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes einen MW von 73,66 (Median 80, Max 100; Min 10), wobei 0 dem denkbar schlechtesten und 100 dem denkbar besten Gesundheitszustand entsprechen. Zusätzlich wurden die Patienten auf Probleme in den fünf Dimensionen „Beweglichkeit/Mobilität“, „Selbstversorgung“, „alltägliche Tätigkeiten“, „Schmerzen/körperliche Beschwerden“ und „Angst/Niedergeschlagenheit“ befragt (Tab. 1).

An beiden Krankenhäusern kam es zu je einer aseptischen Pfannenlockerung. Dies war einerseits nach drei Wochen postoperativ, andererseits vier Monate nach Primärimplantation der Fall. In zwei Fällen kam es zu einer aseptischen Schaftlockerung. Zur erstmaligen aseptischen Schaftlockerung kam es vier Monate nach Primärimplantation, das zweite Mal zwölf Monate postoperativ. Hier konnte auch eine Schaftsinterung von 12 mm nachgewiesen werden (Abb. 6). Dieser Schaft konnte problemlos auf einen Standardschaft gewechselt werden.

Bei einer Hüfte wurde 23 Monate postoperativ eine Burssektomie der Bursa trochanterica als auch eine Exostosenabtragung durchgeführt. Ein Patient verstarb 9 Tage postoperativ an Multiorganversagen, nachdem er postoperativ eine GI-Blutung und einen Myokardinfarkt erlitten hatte.

Bei keinem der Patienten konnte eine postoperative Nervenschädigung nachgewiesen werden. Außerdem wur-

de bei keinem der Patienten eine postoperative Thrombose gesehen. Postoperative Luxationen konnten wir bei keinem der 180 Patienten beobachten.

### Diskussion

Unsere klinischen 1- bis 3-Jahresergebnisse basieren auf einer Auswahl von 186 Implantationen eines metadiaphysären Kurzschafthimplantates an zwei Kliniken. In der Literatur werden bei anderen Kurzschafthsystemen Überlebensraten von über 97% nach einer Zeit von 3,5 bis 6,2 Jahren berichtet [12–15].

Ettinger et al. untersuchten die Nanos-Prothese über einen Zeitraum von 5,2±0,7 Jahren. Dabei konnte ein Anstieg des Harris Hip Score von präoperativ 47,3±12,2 auf postoperativ 97,6±0,6 nachgewiesen werden. Der zusätzlich erhobene Merle d'Aubigné mobility Score wuchs von präoperativ 7,6±1,4 auf postoperativ 11,8±0,3. Insgesamt wurde von den 72 aufgeführten Kurzschafthprothesen keine revidiert [16].

Snyder et al. berichtet über ein kleines follow-up von nur 28 Patienten, die 12 Monate nachuntersucht wurden. Diese frühen Ergebnisse zeigen einen Anstieg des Harris Hip Score von präoperativ 54 auf postoperativ 97. Auch hier wird kein Revisionsfall berichtet [17].

Eine größere Studie stammt aus dem Jahr 2009 über die Metha-Prothese. Dabei wurden 50 Versorgungen nach einer mittleren Nachuntersuchungszeit von 2,4 Jahren untersucht. Der postoperative Harris Hip Score lag bei 95 Punkten. Hier wurde eine aseptische Lockerung sowie ein Konusbruch nach 25 Monaten beobachtet. Auch berichtet die Studie

über sieben Fälle, in denen es zu primären axialen Setzbewegungen gekommen ist. Von diesen musste aber kein Implantat gewechselt werden, da diese klinisch völlig unauffällig waren [18].

Unsere Überlebensrate von bislang über 98% der implantierten Kurzschafthprothesen deckt sich jedoch grundsätzlich mit unseren Ansprüchen als auch vergleichbarer Ansprüche in der Literatur. Eine Stärke der vorliegenden Studie ist die Tatsache, dass wir eine sehr hohe Nachuntersuchungsquote aufweisen und bislang hat noch kein Patient eine Nachuntersuchung abgelehnt.

In der Auswertung der klinischen Ergebnisse muss auch Beachtung finden, dass insgesamt neun Operateure an zwei Kliniken beteiligt waren und somit dies auch mehrfache Lernkurven beinhaltet. Dieses legt die Vermutung nahe, dass die Lernkurve ausgesprochen kurz ist, obwohl dieses nicht ausdrücklich die Fragestellung dieser Arbeit war.

Die klinischen Ergebnisse des OHS und HOOS zeigen postoperativ gute funktionelle Ergebnisse und auch subjektiv zufriedene Patienten. Der postoperativ aufgezeichnete EQ-5D-Lebensqualitätsbogen zeigte auf, dass nicht nur junge, aktive Patienten ohne sonstige Nebenerkrankungen in diese Studie aufgenommen wurden. Wir hatten auf das Alter bezogen kein eindeutiges Ausschlusskriterium. Das Altersmaximum lag zum Zeitpunkt der Versorgung bei 82 Lebensjahren.

Es zeigten sich drei Schaftsinterungen der Kurzschafthoprothese (Abb. 6). Diese variierten von 6–15 mm. Eine wurde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung schon in eine konventionelle Schafthoprothese umgewandelt (Abb. 7).

Der Patient mit 6 mm Schaftsinterung zeigte sich völlig beschwerdefrei, dabei kam es wahrscheinlich zu einer postoperativen Sinterung mit einer dementsprechenden verklemmenden Primärstabilität, die nun zu einer osteointegrativen Sekundärstabilität geführt hat. Auch über einen reduzierten Bewegungsumfang beschwerte sich der Patient nicht. Der OHS lag bei diesem Patienten bei 48, der HOOS ergab einen Wert von 100. Auch in der Literatur sind solch klinisch beschwerdefreie Nachsinterungen bei Kurzschafthoprothesen zu finden [18].

### Schlussfolgerung

Die vorliegende Untersuchung zeigt für die MiniHip gute frühe und mittelfristige klinische Ergebnisse. Im Rahmen der frühen mittelfristigen Erfahrungen mit dieser Behandlungsmethode ist es gelungen, das Prinzip besser zu verstehen und Fehler in Bezug auf die Prothesenimplantation und folgender Primär- und Sekundärstabilität abzuleiten und weitere zu vermeiden. Die klinischen Ergebnisse decken sich mit den Werten anderer vergleichbarer Kurzschafthoprothesen. Weitere kli-

nische als auch radiologische Nachuntersuchungen sind jedoch notwendig, um die langfristigen Erfolgsaussichten dieser Kurzschafthoprothese abzuleiten. OUP

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Jörg Jerosch  
Abteilung für Orthopädie,  
Unfallchirurgie und Sportmedizin  
Johanna-Etienne-Krankenhaus  
Am Hasenberg 46  
41452 Neuss  
E-Mail: j.jerosch@ak-neuss.de

### Literatur

- Roth A, Richartz G, Sander K et al. Verlauf der periprothetischen Knochen-dichte nach Hüftendoprothesen-implantation. *Orthopäde* 2005; 34: 334–344
- Jerosch J: Ist kürzer wirklich besser? Philosophie der Kurzschafthoprothesen. *Orthopäde* 2011; 40: 1075–1083
- Hagel A, Hein W, Wohlrab D. Experience with the Mayo conservative hip system. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2008 Aug; 75 (4): 288–92
- Meldrum RD, Willie BM, Bloebaum RD. An Assessment of the biological fixation of a retrieved Mayo femoral component. *Iowa Orthop J* 2003; 23: 103–7
- Gulow J, Scholz R, Freiherr von Salis-Soglio G. [Short-stemmed endoprothesen in total hip arthroplasty]. *Orthopäde* 2007 Apr; 36 (4): 353–9
- Chen HH, Morrey BF, An KN, Luo ZP. Bone Remodeling Characteristics of Short-Stemmed Total Hip Replacement. *J Arthroplasty* 2008; Oct 8
- Jakubowitz E, Seeger JB, Lee C, Heisel C, Kretzer JP, Thomsen MN. Do short-stemmed-protheses induce periprothetic fractures earlier than standard hip stems? A biological ex-vivo study of two different stem designs. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009; 129 (6): 849–55
- Jerosch J, Glameyer H: Anatomische Anforderungen an ein Kurzschafthoprothesensystem (Mini-Hip). *Orthopädische Praxis* 2009; 45: 74–81
- The EuroQol Group. EuroQol: A new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health policy* 1990; 16: 199–208
- Brooks R. EuroQol: The current state of play. *Health policy* 1996; 37: 53–72
- Cramer JA, Spilker B. Quality of life and pharmacoeconomics: an introduction. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998
- Morrey BF, Adams RA, Kessler M. A conservative femoral replacement for a total hip arthroplasty. A retrospective study. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000; 82: 952–958
- Pipino F, Keller A. Tissue-sparing surgery: 25 years experience with femoral neck preserving hip arthroplasty. *J Orthop Traumatol* 2006; 7: 36–41
- Falez F, Casella F, Panegrossi G et al. Perspectives on metaphyseal conservative stems. *J Orthopaed Traumatol* 2008; 9: 49–54
- Thomas W, Lucente L, Mantegna Net al. Die ESKA (CUT) Endoprothese. *Orthopäde* 2004; 33: 1243–1248
- Ettinger et al. The NANOS short stem in total hip arthroplasty: a mid term follow-up. *Hip Int* 2011 Sep; 21 (5): 583–6
- Snyder et al. Initial experience with short Metha stem implantation. *Orthop Traumatol Rehabil* 2009 Jul-Aug; 11 (4): 317–23
- Braun A, Sabah A. Zweijahresergebnisse einer modularen Kurzschafthüftendoprothese – eine retrospektive Studie. *Z Orthop Unfall* 2009; 147: 700–706