

Sabine Mai¹, Joachim Pfeil², Werner Siebert¹, Karl Philipp Kutzner²

Kalkar-geführte Kurzschäfte in der Hüftendoprothetik – eine Übersicht

Calcar-guided short stems in total hip arthroplasty – an overview

Zusammenfassung: In der modernen Hüftendoprothetik werden Kurzschäfte in Deutschland immer beliebter. Innerhalb der Gruppe der Kurzschäfte gibt es allerdings erhebliche Unterschiede. Allen gemeinsam ist, dass sie knochenparend sein sollen und sich optimal für minimalinvasive Implantationstechniken eignen. Doch nur wenige Implantate waren in den letzten Jahren in der Lage, diese Anforderungen zusammen mit verlässlichen und exzellenten klinischen Ergebnissen zu erfüllen. Kalkar-geführte Kurzschäfte gehören zu der neuesten Generation und bieten aufgrund einiger Vorteile eine ernsthafte Alternative zu konventionellen Standardschäften in einem breiten Patientenkollektiv. Die kurz- und mittelfristigen Ergebnisse sind sehr ermutigend. Langzeitergebnisse stehen gegenwärtig noch aus.

Schlüsselwörter: Hüftendoprothetik, Kurzschaft, knochenparend, minimalinvasiv, kalkar-geführte Schäfte

Zitierweise

Mai S, Pfeil J, Siebert W, Kutzner KP: Kalkar-geführte Kurzschäfte in der Hüftendoprothetik – eine Übersicht. OUP 2016; 6: 342–347 DOI 10.3238/oup.2016.0342–0347

Summary: Nowadays in modern total hip arthroplasty (THA) short stems are gaining further popularity in Germany. However, the group of short stems is very heterogenic. They all have in common the strive to be bone- and soft-tissue sparing and can be optimally used in minimally-invasive techniques. Only a few implants could, however, satisfy these requirements, at the same time offering excellent clinical results. Calcar-guided short stems belong to the newest generation and present as a serious alternative to conventional straight stems in a wide collective, due to several benefits. Short- and mid-term results are very encouraging. Long-term results are still lacking.

Keywords: Total hip arthroplasty, short stem, bone-sparing, minimally-invasive, calcar-guided stems

Citation

Mai S, Pfeil J, Siebert W, Kutzner KP: Calcar-guided short stems in total hip arthroplasty – an overview. OUP 2016; 6: 342–347 DOI 10.3238/oup.2016.0342–0347

Einleitung

Der endoprothetische Hüftgelenkersatz ist eine der erfolgreichsten Operationen mit guten Langzeitergebnissen [1]. Die Patienten werden zunehmend jünger und aktiver und sind dementsprechend anspruchsvoller im Hinblick auf die Hüftgelenkfunktion. In Deutschland sind bereits über 20 % der Patienten zum Zeitpunkt der Operation unter 60 Jahre alt [2]. Die Nachfrage nach Operationsmethoden und Implantaten, welche ein aktives tägliches Leben mit einer hohen Lebensqualität sowie eine lange Lebensdauer ermöglichen, steigt stetig. Aus diesem Grund wurden in den letzten Jahren Operationstechniken und Implantate entwickelt, welche insbesondere eine

knochenparende und weichteilschonende Implantation ermöglichen.

Durch eine metaphysäre, physiologische Kraftübertragung soll vor allem im Hinblick auf eine mögliche Revision Stress-shielding reduziert und der proximale femorale Knochenstock erhalten werden [3, 4]. Zusätzlich stellt, besonders für junge und aktive Patienten, die Rekonstruktion des Offset und der Beinlänge ein wichtiges Element dar [5]. Bisher reduzieren konventionelle Schaftmodelle oft das femorale Offset, was mit einer instabilen Hüfte und mit deutlichen Funktionseinbußen einhergehen kann [6]. Die Korrekturen z.B. mit einem längeren Kopf verursachen nicht selten eine Beinverlängerung [7]. Edeen [8] zeigte, dass bis zu 32 % der Patienten

postoperativ eine Beinlängendifferenz mit entsprechenden negativen funktionellen Folgen aufweisen.

Zur modernen Hüftendoprothetik gehören heute schonende und minimalinvasive Zugänge, welche das Weichteiltrauma, muskuläre Verletzungen und die Blutungsneigung auf ein Minimum reduzieren [9]. Durch die Wahl des Implantats können diese Zugänge optimal genutzt werden.

Die Gruppe der Kurzschäfte erfreut sich in der Hüftendoprothetik vor allem in Deutschland zunehmender Beliebtheit. Jedoch ist eine große Zahl unterschiedlicher Implantat-Designs auf dem Markt erhältlich, welche sich in den Eigenschaften und den Ergebnissen deutlich voneinander unterscheiden. Der

¹ Vitos Orthopädische Klinik, Kassel

² Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, St. Josefs Hospital Wiesbaden

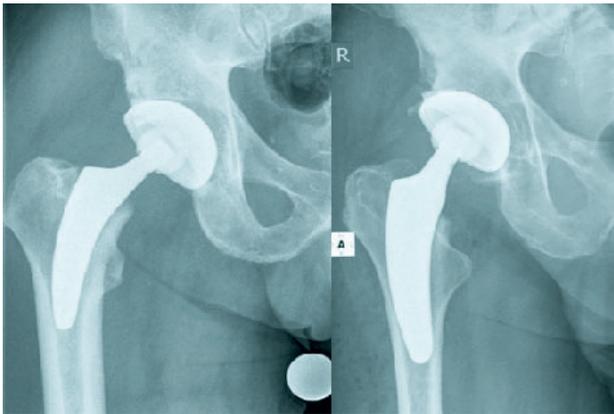


Abbildung 1a–b Eine variable Positionierung in Varus- oder Valgusstellung ermöglicht eine große Bandbreite an unterschiedlichen CCD-Winkeln. **a)** Positionierung in Varusstellung; **b)** Positionierung in Valgusstellung).

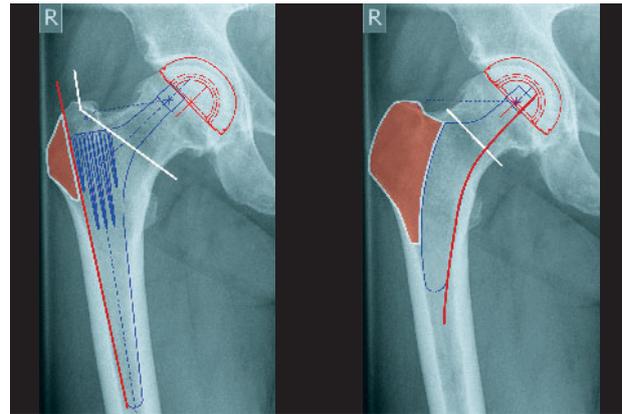


Abbildung 2 Durch das spezielle abgerundete Design können der Trochanter major sowie die gesamte Glutealmuskulatur geschont werden. Durch eine variable Schaftpositionierung kann das Offset im Vergleich zu konventionellen Geradschäften vollständig rekonstruiert werden.

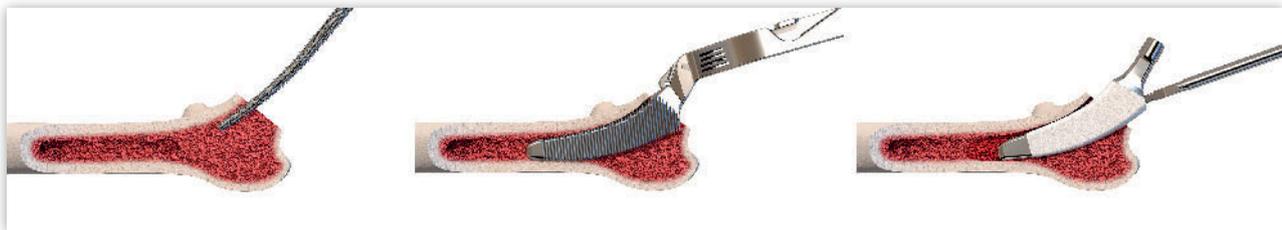


Abbildung 3 Implantation des kalkar-geführten Kurzschafts Optimys in der Round-the-corner-Technik

Begriff „Kurzschaft“ beschreibt eine Implantat-Gruppe mit erheblicher Heterogenität in Bezug auf die Verankerung, die Biomechanik und die Implantationstechnik [10].

Klassifizierungen von Kurzschäften

Eine allgemeingültige Klassifikation scheint daher notwendig. Trotz einiger guter Ansätze aus den letzten Jahren konnte sich bisher keine der Klassifikationen durchsetzen [11, 12]. Feyen und Shimmin [13] propagierten 2015 eine Einteilung mit dem Hauptaugenmerk auf die Länge des Schafts bzw. die Fixierung im Knochen.

Einige der Kurzschäfte sind dem Design von konventionellen Standardschäften sehr ähnlich, sind aber schlicht etwas kürzer: ESKA (1983, ESKA Implants AG); PSC (1997, Hersteller); Microplasty (2003, Biomet); Tri-Lock (2005, DePuy Synthes); Fitmore (2008, Zimmer); GTS (2011, Biomet); AMIS (2011, Medacta). Das Kürzen eines

Schafts kann die Biomechanik des Implantats verändern und entspricht nicht der Philosophie der Kurzschäfte der neuesten Generation.

Zielführender scheint in diesem Zusammenhang die Einteilung der Kurzschäfte zu sein, welche von Jerosch ausgearbeitet wurde. Diese orientiert sich – unabhängig von der Länge des Implantats – an der entsprechenden Resektionshöhe des Schenkelhalses. Sie unterscheidet schenkelhalsershaltende, -teilerhaltende und -resezierende Schäfte und geht damit schon auf elementare Unterschiede in der Implantationstechnik sowie der Biomechanik ein [10].

Der beste primäre Knochenerhalt ist mit den schenkelhalsershaltenden Implantaten zu erzielen. Es bedarf dabei einer guten Knochenqualität. Der Rekonstruierbarkeit der individuellen Anatomie und Biomechanik sind dabei jedoch enge Grenzen gesetzt. Die meisten Implantate haben sich auf Grund hoher Revisionsraten nicht bewährt und sind wieder vom Markt genommen worden wie z.B. die Cut (1999, ESKA) und Silent (2004, DePuy) [14].

Die schenkelhalsresezierenden Systeme entsprechen weitestgehend der Philosophie der bisherigen Standardschäfte und haben ähnliche Anforderungen an den Knochen. Um die individuelle Biomechanik wieder herzustellen, bedarf es einer gewissen Modularität oder einer größeren Anzahl an Schaftgrößen. Nur so können das Offset und die Beinlänge sowie Ante- und Retroversion berücksichtigt werden [2]. Der Mayo-Schaft (1985, Zimmer) kann bereits mit guten Langzeitergebnissen aufwarten, ist aber inzwischen, aufgrund der fortschreitenden Entwicklung, vom Markt genommen worden. Ein konzeptionell ähnliches Modell, die Metha-Prothese (2004, Aesculap), hatte zunächst Probleme wegen Materialversagen im Bereich der modularen Schenkelhalse. Das Problem wurde gelöst, so dass die Schäfte weiterhin in Monoblock oder modularer Variante erhältlich sind. Der den Trochanter ausfüllende Proxima-Schaft (2006, DePuy), hat sich auf Grund einiger Nachteile nicht durchsetzen können und ist ebenfalls vom Markt genommen worden. Eine Sonderstel-

CLS Spotorno	Spartakus Spotorno Typ	Twinsys Corail Typ	Optimys Kurzschaft
18 %	4 %	0,8 %	0,3 %
Nr. 93 (1986–1989)	Nr. 1000	Nr. 614	Nr. 300
			

Tabelle 1 Intraoperative Frakturrate des Femurs bei zementfreier Implantation: Auswertung des hauseigenen Registers der Vitos OKK

lung nimmt der Fitmore-Schaft (2004, Zimmer) ein. Es handelt sich um eine schenkelhalseresezierende Prothese, die jedoch aufgrund ihres Designs im medialen Anteil, ähnlich wie die kalkar-geführten Kurzschäfte, auf eine präzise Rekonstruktion der anatomischen Parameter Wert legt [7]. Dabei erreicht der Schaft eine Adaption an die individuelle Anatomie durch eine hohe Zahl an Design-Varianten bei standardisierter Resektionsebene [10].

Die dritte Gruppe fasst die schenkelhalsteilerhaltenden Kurzschäfte zusammen, zu welcher auch die kalkar-geführten Schäfte der neuesten Generation gehören. Diese ermöglichen durch eine spezielle Implantationstechnik eine große Variabilität. Hierbei spielt eine individuelle Resektionshöhe am Schenkelhals ebenfalls eine Rolle. Im Rahmen der präoperativen Planung kann die Resektionshöhe individuell festgelegt werden, um so das Offset und die Beinlänge wieder zu rekonstruieren [2, 15]. Auch die Positionierung des Implantats ist damit variabel. Intraoperativ positionieren sich diese Schäfte entlang des medialen Kalkars in entsprechender Varus- oder Valgus-Position (Abb. 1). Eine tiefe Osteotomie bedingt eine valgische Positionierung, während für eine varische Positionierung eine hohe Resektion notwendig ist [6, 10]. Die Kräfteinleitung erfolgt meist metaphysär, teilweise ist auch eine diaphysäre Verankerung mitvergesellschaftet. Beispiele für frühe schenkelhalsteilerhaltende Kurzschäfte sind Pipino (1978, Link) und C.F.P. (1999, Link). Die neueste Generation

der schenkelhalsteilerhaltenden Schäfte sind allesamt Vertreter der kalkar-geführten Kurzschäfte: Nanos (2004, Smith&Nephew); Minihip (2007, Corin); Optimys (2010, Mathys).

Vorteile von kalkar-geführten Kurzschäften

Einer der Hauptvorteile von kalkar-geführten Kurzschäften ist eine deutlich Weichteil- und Muskel-schonendere Implantationstechnik im Vergleich zu konventionellen Geradschäften [9] sowie die Schonung des Trochanters (Abb. 2). Nach einer kurzen Lernkurve, so ist unsere Erfahrung, ist die Implantation gerade in Verbindung mit minimalinvasiven Zugängen deutlich komplikationsärmer und einfacher. Durch das speziell abgerundete Design können diese Schäfte unter vollständiger Schonung des Trochanter major und der dort ansetzenden Muskulatur entlang des Kalkars in einer Round-the-corner-Technik in das proximale Femur eingebracht werden [2]. (Abb. 3) Vor allem die Abduktorenmuskulatur kann somit vollständig erhalten und postoperatives Hinken vermieden werden. Zusätzlich sinkt die Gefahr von intraoperativen Trochanterfrakturen [16] (Tab. 1).

Der zweite entscheidende Vorteil ist in der Variabilität der Positionierung dieser Gruppe von Implantaten begründet. Durch die, in Abhängigkeit der Resektionshöhe, mögliche Varus- bzw. Valgus-Position, kann eine große Bandbreite von CCD-Winkeln und damit unter-

schiedlicher Hüftanatomien besser individuell adressiert werden [17] (Abb. 1). Durch optimalen Erhalt von Offset und Beinlänge ist eine exzellente klinische Funktion zu erreichen [2, 6, 18]. Babisch [19] zeigte 2012 mittels digitaler Planung jeweils an einer normal konfigurierten, einer varischen und einer valgischen Hüfte, wie präzise Beinlänge und Offset mit verschiedenen Kurzschäften wiederhergestellt werden können. Im Ergebnis konnten die Schäfte Optimys (Mathys), MiniHip (Corin) und Fitmore (Zimmer) dabei insgesamt am besten abschneiden.

Auch bei veränderter Anatomie des proximalen Femurs wie z.B. einer kongenitalen Anomalität, einer Dysplasie sowie nach Trauma oder vorhergehenden Operationen können Kurzschäfte aufgrund der variablen Positionierung bzw. der kürzeren Länge durchaus von Vorteil sein. Einer erheblichen Antetorsion des Schenkelhalses kann ein konventioneller Geradschaft nicht gerecht werden [20] (Abb. 4). Bei einliegendem Marknagel und nach Plattenosteosynthesen des proximalen Femurs kann möglicherweise ein Kurzschäft die einzig denkbare Wahl darstellen.

Die größte Ungewissheit herrscht aktuell noch im Hinblick auf mittel- und langfristige Ergebnisse dieser Implantatgruppe. Die Verkleinerung der Verankerungsfläche im proximalen Femur schürt nach wie vor die Sorge, dass sich im Verlauf Mikrobewegungen bis hin zu aseptischen Lockerungen ergeben könnten. Biomechanische Studien der Universität in Ulm konnten für einige



Abbildung 4 Bei starker Antetorsion kann ein Standardschaft in der sagittalen Ebene der Anatomie nicht gerecht werden.

Kurzschäfte zeigen, dass sie diesbezüglich den klassischen Geradschäften ebenbürtig und teilweise sogar überlegen sind [21]. In vitro untersucht wurden Mikrobewegungen, Schaft-Tilt in mehreren Ebenen und die Rotationsstabilität der Schäfte: CLS (primär Alloprojetzt Zimmer), CBC (Mathys), Mayo (Zimmer), Fitmore (Zimmer) und Optimys (Mathys). Neuere Untersuchungen hinsichtlich des Migrationsverhaltens kalkar-geführter Kurzschäfte zeigen eine mögliche initiale Sinterung im femoralen Knochen unter Belastung mit einer sekundären Stabilisierung nach den ersten Wochen ohne Hinweise auf Osteolyse oder aseptische Lockerungen [22, 23, 24].

Indikationen für kalkar-geführte Kurzschäfte

Die Indikationen für insbesondere die neueste Generation der kalkar-geführten Kurzschäfte sind in den letzten Jahren immer weiter ausgeweitet worden, von zunächst ausschließlich jungen und aktiven Patienten bis hin zu älteren Patienten mit eingeschränkter Knochenqualität sowie zu übergewichtigen Patienten. Klare Grenzen von Indikationen und Kontraindikationen bestehen derzeit, auch auf Grund der zum Teil noch dünnen wissenschaftlichen Datenlage, für den klinischen Alltag nicht. Entsprechend unseren Erfahrungen, können einige kalkar-geführten Kurz-

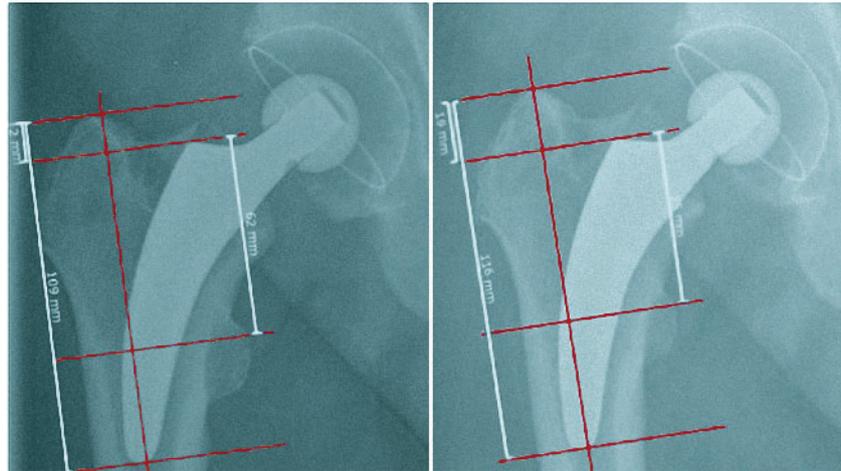


Abbildung 5a–b „Undersizing“ und fehlender Kontakt an der lateralen distalen Kortikalis können zu initialen Nachsinterungen führen. Dies gilt insbesondere bei übergewichtigen Patienten, **a**) postoperativ; **b**) nach 6 Wochen.

schäfte eine große Variation an anatomischen Gegebenheiten (vaurs-valgus- und andere primäre oder sekundäre Deformitäten des proximalen Femurs, Dysplasie) bedienen (Abb. 4) im Sinne einer recht großen „safe zone“, sodass sie mittlerweile für die meisten Patienten und Indikationen angewendet werden können. Sie können aber die über viele Jahrzehnte bewährten konventionellen Standardschäfte nicht komplett ersetzen.

Die Rheumatoide Arthritis stellt aus unserer Sicht keine Kontraindikation dar. Bezüglich aseptischer Hüftkopfnekrosen konnten neuerliche Untersuchungen zeigen, dass eine Versorgung mittels Kurzschaft unter bestimmten Voraussetzungen möglich ist [25]. In Grenzfällen kann zur zusätzlichen Diagnostik der Ausdehnung der Nekrosezone eine Magnetresonanztomografie (MRT) durchgeführt werden. Bei einer Nekrose, die bis in den Bereich des proximalen Femurs reicht, scheint uns der Kurzschaft nach heutigem Wissensstand eher nicht geeignet zu sein. Allerdings ist bekannt, dass die Standzeit bei Hüftkopfnekrosen insgesamt verkürzt ist [26].

Altersgrenzen werden seitens der Hersteller für Kurzschäfte nicht angegeben. Dies deckt sich mit unserer klinischen Erfahrung. Eigenschaften wie Knochenqualität, Aktivitätsniveau sowie das Nebenerkrankungsprofil der Patienten sollten hierbei berücksichtigt werden. Beispielsweise kann sich gerade

bei Patienten hohen Alters mit schweren kardio-vaskulären Nebenerkrankungen, aber noch guter Knochenqualität, die Wahl eines Kurzschäfts aufgrund der einfacheren und schnelleren Operationstechnik positiv auf das Ergebnis auswirken. Die intraoperative Fraktur wird bei älteren Patienten häufiger gesehen. Da dies bei den Kurzschäften nach unserer Erfahrung seltener auftritt, kann die Indikation im Einzelfall auch bei älteren Patienten weiter gestellt werden. Bei deutlich eingeschränkter Knochenqualität und ausgeprägter Osteoporose sollte aus unserer Sicht jedoch auf ein zementiertes Implantat zurückgegriffen werden. Aus den Registern (Schweden 2008, Australien 2010) wissen wir, dass die zementierten Standardimplantate bei Patienten etwa ab dem 75. Lebensjahr die längeren Standzeiten erzielen [27].

Gewichtslimits werden von den Herstellern nur bei sehr kleinen Implantatgrößen vereinzelt bei Hüftschäften angegeben. Insbesondere bei Kurzschäften, die eine andere Kraftverteilung und Hebelwirkung aufweisen als konventionelle Geradschäfte, bestehen jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch Unsicherheiten. In einer kürzlich veröffentlichten Untersuchung der patientenbezogenen Einflüsse auf die axiale Sinterung eines kalkar-geführten Kurzschäfts fiel eine leichtgradig vermehrte Kaudalmigration vor allem bei übergewichtigen Patienten auf [22]. Interessanterweise hatte aber ein erhöhter Bo-

Schaft	HHS prä-op	HHS später	Jahre	Literatur
Optimys	46,9	97,5	2	
Nanos	57	97	1	Snyder et al.
Nanos	47,3	97,6	5	Ettinger et al.
Fitmore	43,5	96,8	2	Götze
Collo mis	48	96	2	Krieger et al.
Metha		95	2,4	Braun et al.
MiniHip	54	95	2,4	Jerosch et al.
C.F.P	53	96	11	Kendoff et al.
C.F.P	48	95	11	Gehrke

Tabelle 2 Harris Hip Score in der Literatur bei Kurzschäften

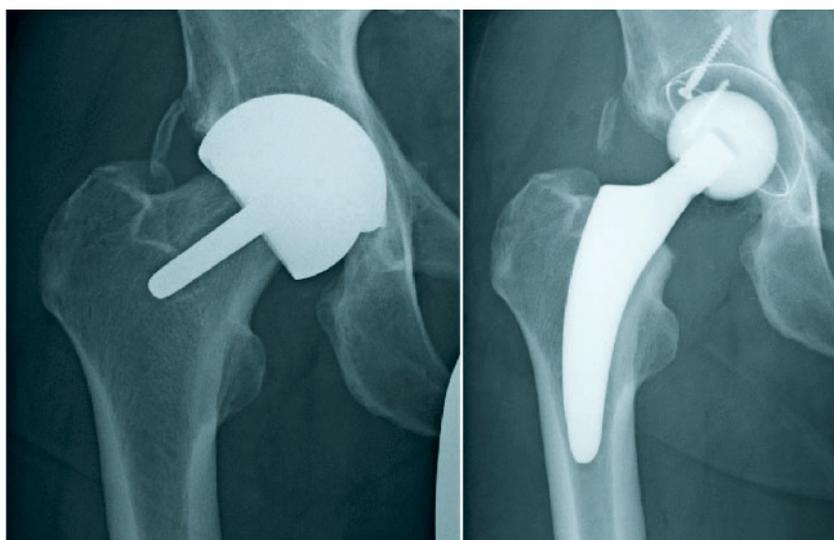


Abbildung 6 Wechsel einer Kappenprothese auf den Kurzschaft Optimys (Mathys)

dy Mass Index (BMI) keinen negativen Einfluss auf die initiale Stabilität. Im Hinblick auf die klinischen Ergebnisse konnte jedoch nach 2 Jahren keinerlei Unterschied festgestellt werden zwischen Patienten mit und ohne initiale Nachsinterung. Auch konnte nach 2 Jahren nahezu keine zusätzliche Migration gemessen werden [22]. Der Optimys-Schaft, mit dem wir die meiste Erfahrung haben, wird von Beginn an in einer Multi-Center-Studie erfasst. Bei der Auswertung der ersten 760 Patienten wurden diese in 3 BMI-Klassen unterteilt: < 25, 25–30, > 30 BMI. Bezüglich der Ergebnisse konnten nach 2 Jahren

keine eindeutigen implantatbezogenen Unterschiede festgestellt werden. Gelegentliche leichte Sinterungen nach Belastung fanden sich in allen BMI-Klassen [28]. Auch für andere zementfreie Standard- und Kurzschäfte werden häufig initiale Sinterungen mit Stabilisierung im zeitlichen Verlauf beschrieben [29, 30]. Als einer der Gründe für eine initiale Nachsinterung konnte die Tendenz zum „undersizing“ ausgemacht werden. Bei der Implantation sollte stets darauf geachtet werden, lateral distal kortikalen Kontakt zu erreichen. Dies gilt insbesondere bei übergewichtigen Patienten (Abb. 5).

Wie für konventionelle Geradschäfte in der Literatur ausführlich beschrieben, finden sich bei sehr adipösen Patienten selbstverständlich auch nach Implantation eines Kurzschafts vermehrt Wundheilungsstörungen und systemische Komplikationen [31, 32].

In Einzelfällen können mit Kurzschäften sogar Revisionen durchgeführt werden. So kann z.B. beim Versagen eines Oberflächenersatzes die Zweitoperation mit einem Kurzschaft erfolgen (Abb. 6). Auch nach Infekt eines Standardschafts konnte ein Kurzschaft erfolgreich reimplantiert werden.

Mit der Revision von Kurzschäften gibt es noch nicht viel Erfahrung. Wegen der Kürze des Implantats dürfte es leichter sein, das Implantat endofemoral frei zu meißeln. Es kann dann bei gutem Knochenhalt durchaus zunächst ein Standardimplantat eingesetzt werden, bevor längere Implantate notwendig werden, wovon gerade junge Patienten profitieren, denen möglicherweise mehrere Wechsel bevorstehen.

Zusammenfassung

In der modernen Hüftendoprothetik werden Kurzschäfte in Deutschland immer beliebter. Innerhalb der Gruppe der Kurzschäfte gibt es allerdings erhebliche Unterschiede. Allen gemeinsam ist, dass sie Knochen sparen und sich optimal für schonende und minimalinvasive Implantationstechniken eignen.

Doch nur wenige Implantate waren in den letzten Jahren in der Lage, diese Anforderungen zusammen mit verlässlichen und exzellenten klinischen Ergebnissen zu erfüllen.

Vor allem für junge und aktive Patienten scheinen kalkar-geführte Kurzschäfte der neuesten Generation ein ideales Implantat zu sein – mit dem Potenzial, ein Standardimplantat zu werden. Aber auch für Patienten hohen Alters und mit multiplen Nebenerkrankungen

können diese Implantate aufgrund der Vorteile in vielen Fällen eine gute Wahl darstellen. Eine eingeschränkte Knochenqualität und Übergewicht erfordern eine vorsichtige Indikationsstellung. Indikationsgrenzen für kalkar-geführte Kurzschäfte müssen in zukünftigen Studien noch erarbeitet werden. Etliche kurz- und mittelfristige Ergebnisse sind bisher sehr vielversprechend [33] (Tab. 2). Langzeitergebnisse müssen jedoch kritisch

und mit großer Aufmerksamkeit verfolgt werden. OUP

Interessenkonflikt: Keine angegeben

Korrespondenzadresse

Dr. med. Sabine Mai
Vitos Orthopädische Klinik Kassel
gGmbH
Wilhelmshöher Allee 345
34131 Kassel
sabine.mai@vitos-okk.de

Literatur

1. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C: The operation of the century: total hip replacement. *Lancet* 2007; 370: 1508–19
2. Jerosch J: Kurzschäftendoprothesen: Wo liegen die Unterschiede? Köln: Deutscher Ärzteverlag 2013
3. Salemyr M, Muren O, Ahl T et al.: Lower periprosthetic bone loss and good fixation of an ultra-short stem compared to a conventional stem in uncemented total hip arthroplasty. *Acta Orthop* 2015; 86: 659–66
4. Yamako G, Chosa E, Totoribe K et al.: Trade-off between stress shielding and initial stability on an anatomical cementless stem shortening: in-vitro biomechanical study. *Med Eng Phys* 2015; 37: 820–5
5. Weber M, Woerner M, Springorum R et al.: Fluoroscopy and imageless navigation enable an equivalent reconstruction of leg length and global and femoral offset in THA. *Clin Orthop Relat Res* 2014; 472: 3150–8
6. Kutzner KP, Kovacevic MP, Roeder C et al.: Reconstruction of femoro-acetabular offsets using a short-stem. *Int Orthop* 2014;
7. Jerosch J, Funken S: Change of offset after implantation of hip alloarthroplasties. *Unfallchirurg* 2004; 107: 475–82
8. Edeen J, Sharkey PF, Alexander AH: Clinical significance of leg-length inequality after total hip arthroplasty. *Am J Orthop* 1995; 24: 347–51
9. Pfeil J, Siebert W: Minimally Invasive Surgery in Total Hip Arthroplasty. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010
10. Jerosch J: Kurzschäft ist nicht gleich Kurzschäft – Eine Klassifikation der Kurzschäftprothesen. *OUP* 2012; 1: 7/8, 304–312
11. Khanuja HS, Banerjee S, Jain D et al.: Short bone-conserving stems in cementless hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2014; 96: 1742–1752
12. Falez F, Casella F, Papalia M: Current concepts, classification, and results in short stem hip arthroplasty. *Orthopedics* 2015; 38: 6–13
13. Feyen H, Shimmin AJ: Is the length of the femoral component important in primary total hip replacement? *Bone Joint J* 2014; 96-B: 442–448
14. Nieuwenhuijse MJ, Valstar ER, Nelissen RGHH: 5-year clinical and radiostereometric analysis (RSA) follow-up of 39 CUT femoral neck total hip prostheses in young osteoarthritis patients. *Acta Orthop* 2012 ; 83: 334–341
15. Pfeil J: Comment je pose la prothèse optimys. *Maitrise Orthop*. 2014
16. Mai S, Bosson D, Hein W, Helmy N, Pfeil J, Siebert W: Erfahrungsbericht über 2 Jahre Anwendung des Kurzschäfts Optimys. *OUP* 2013, 2(4)180–184. DOI 10.3238/oup.2013.0180–0184
17. Kovacevic MP, Kutzner KP, Rehbein P et al.: Defining anatomic range of short-stem implantation – Calcar-guided restoration of individual CCD angle. *EHS 11th Congr. Stock*. 2014
18. Ettinger M, Ettinger P, Ezechieli M et al.: CCD and offset after Nanos short stem in total hip arthroplasty. *Technol Health Care* 2013; 21: 149–155
19. Babisch J: Möglichkeiten der patientenindividuellen Hüftgelenkrekonstruktion und Knochenresektion bei Kurzschäftprothesen; Kurzschäftendoprothesen, Wo liegen die Unterschiede? M. Jerosch (Hrsg.) Köln: Deutscher Ärzteverlag, 2013: 193–227
20. Windhagen H, Chincisan A, Choi HF, Thorey F: Soft-tissue balance in short and straight stem total hip arthroplasty. *Orthopedics* 2015; 38: 14–20
21. Bieger R, Ignatius A, Decking R et al.: Primary stability and strain distribution of cementless hip stems as a function of implant design. *Clin Biomech* 2012; 27: 158–64
22. Kutzner KP, Kovacevic MP, Freitag T et al.: Influence of patient-related characteristics on early migration in calcar-guided short-stem total hip arthroplasty: a 2-year migration analysis using EBRA-FCA. *J Orthop Surg Res* 2016; 11: 29
23. Freitag T, Kappe T, Fuchs M et al.: Migration pattern of a femoral short-stem prosthesis: a 2-year EBRA-FCA-study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2014; 134: 1003–1008
24. Budde S, Seehaus F, Schwarze M et al.: Analysis of migration of the Nanos® short-stem hip implant within two years after surgery. *Int Orthop*. 2015; doi: 10.1007/s00264-015-2999-9
25. Suksathien Y, Sueajui J: The Short Stem THA Provides Promising Results in Patients with Osteonecrosis of the Femoral Head. *J Med Assoc Thai* 2015; 98: 768–74
26. Floerkemeier T, Budde S, Gronewold J et al.: Short-stem hip arthroplasty in osteonecrosis of the femoral head. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015, 135: 715–722
27. Malchau H, Herberts P, Eisler T et al.: The Swedish Total Hip Replacement Register. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84-A Suppl: 2–20
28. Mai S: Registre et premiers résultats de l'optimys: obésité et grand âge sont-ils une contre-indication? *SOTEST & AFACOT 2015 Strasbourg*
29. Claus M, VanDerStraeten C, Goossens M: Prospective five-year subsidence analysis of a cementless fully hydroxyapatite-coated femoral hip arthroplasty component. *Hip Int* 2014; 24: 91–97
30. Kroell A, Beaulé P, Krismer et al.: Aseptic stem loosening in primary THA: migration analysis of cemented and cementless fixation. *Int Orthop*. 2009; 33: 912–917
31. Ford MC, Woodowski AJ, Mihalki WM: Obesity and its effects on the peri-operative course in total hip and knee replacement, Experience and Literature review. *Ann Orthop Rheumatol* 2014; 2: 1034
32. Hayashi S, Fujishiro T, Hashimoto S et al.: The contributing factors of tapered wedge stem alignment during mini-invasive total hip arthroplasty. *J Orthop Surg Res* 2015; 10: 52
33. Oldenrijk J et al.: Revision rate after short-stem total hip arthroplasty. As systematic review of 49 clinical studies. *Acta Orthopaedica* 2014; 85: 250–258