

DER DIREKT ANTERIORE MINIMALINVASIVE ZUGANG (AMIS) MIT EXTENSIONSHILFE UND NAVIGATION

Minimal invasive anterior surgical approach with the help of computer navigation and a special extension

**Priv.-Doz. Dr. R. Haaker¹,
Dr. M. Wojciechowski¹,
Prof. Dr. R. Viebahn¹,
Priv.-Doz. Dr. G. Gruber²**

Zusammenfassung

Die minimal invasive Hüftendoprothesen-Implantation wurde Anfang des neuen Jahrtausends zunächst in den USA, später auch in Europa, zunehmend etabliert. Während anteriore Double-Incision- oder gar Triple-Incision-Techniken ebenso publiziert wurden wie anterolaterale, mediale und posteriore minimal invasive Zugänge, ist die Diskussion über den Nutzen des minimal invasiven Vorgehens noch in vollem Gang. Vorgestellt wird eine Technik mit direkt anteriorem Single-Incision Vorgehen mit Hilfe einer speziellen Extensionsvorrichtung. Damit wird der Hüter-Zugang so komfortabel, dass die Implantation eines Prothesenstieles in den Femur ohne Beinumlagerung möglich wird. Berichtet wird über die ersten 100 in dieser Weise operierten Fälle. Dabei fällt ein schnelles Erreichen eines Harris-Hip-Score von über 85 Punkten in den ersten 3 Wochen postoperativ auf. Eine völlige Schonung der ventralen Oberschenkelmuskulatur wird erreicht. Die Pfannenpositionierung ist aufgrund der guten Pfanneneinsicht – im Gegensatz zu Beschreibungen bei anderen Zugängen – regelrecht. Die Komplikationsrate entspricht der bei konventionellem Vorgehen. Insofern scheint der direkte anteriore Zugang mit Extensionsunterstützung (AMIS) weder eine Alters- noch Indikationsbegrenzung aufzuweisen und

wird auch in Zukunft weiter verfolgt werden.

Schlüsselwörter

Hüftendoprothese, minimal invasiv, anteriorer Zugang, Extensionsvorrichtung.

Einleitung

Die minimal invasive Endoprothesen-Implantation wurde Anfang dieses Jahrtausend durch Publikationen auf dem amerikanischen Orthopäden-Kongress (AAOS 2001/2002) implementiert und bezog sich zunächst auf die sog. „double-incision technique“, beschrieben von BERGER und DUWELIUS 2004. Auch andere Autoren publizierten über die Double-Incision-Technik [3, 4]. Daneben wurden anterolaterale minimal invasive Zugänge ebenso beschrieben [1, 5] wie posteriore minimal invasive Zugänge [6, 7]. Im deutschen Sprachraum fand der sogenannte „OCM-Zugang“ weitere Verbreitung [8]. Auch die früher zur Reposition kindlicher Hüftluxationen verwendete mediale Zugangsweisen nach Ludloff [zitiert bei THOMAS et al. 2004] findet ihre Verwendung zur Implantation von Hüft-Totalendoprothesen in minimal invasiver Form [9]. Direkt anteriore Zugänge werden ebenfalls beschrieben [10, 11], doch sie haben ihre technischen Schwierigkeiten und fordern die Umlagerung des Beines unter das ebenfalls abgewaschene kontralaterale Bein zur Implantation des Stieles. Unabhängig von den Zugangsweisen besteht Einigung darüber, dass nicht die Länge der Hautinzision

von entscheidender Bedeutung ist, obwohl einige Autoren gar die Messung der Inzisionslänge erst 6 Monate postoperativ zur Angabe realistischerer Werte empfehlen [5]. Diese muss im Übrigen etwa das 1,5-fache des zu implantierenden Pfannendurchmessers minimal betragen (bei einer 60 mm Pfanne also mindestens 9,5 cm Schnittlänge). Einhellige Übereinstimmung besteht darin, dass die Schonung der darunter befindlichen Muskulatur Voraussetzung für ein minimal invasives Vorgehen ist. Definitionsgemäß dürften die posterioren Zugänge dann nicht als minimal invasiv gelten, da sie immer eine mehr oder weniger ausgedehnte Absetzung der kurzen Außenrotatoren erfordern.

Wurden die minimal invasiven Zugänge zunächst mehrheitlich positiv bewertet [12, 13], mehrten sich in jüngster Zeit die eher kritischen Äußerungen, die eine erhöhte Komplikationsrate nachweisen, was sich mit eigenen Beobachtungen auswärtiger Fälle deckt [14, 15, 16]. Auch die Navigationsunterstützung bei minimal invasivem Vorgehen wird häufiger beschrieben [2, 17].

In unserem Haus wurde nach Beobachtung der übrigen technischen Vorgehensweisen im Frühjahr 2005 eine neuartige direkt anteriore Zugangstechnik mit Extensionsunterstützung (AMIS) eingeführt. Dabei handelt es sich im Prinzip um den von JUDET und HUETER bereits in den 50-er Jahren beschriebenen anterioren Zugang zwischen M. tensor fasciae latae und M. rectus femoris, der durch Extensionsunterstützung komfortabler gestaltet wird [18].

LEITTHEMA

Operationstechnik

Zur minimal invasiven anterioren Zugangsweise zum Hüftgelenk wird das zu operierende Bein auf dem Extensionstisch gelagert, wie dies zur Versorgung einer proximalen Femurfraktur geschieht. Allerdings wird das Beinteil des Extensionstisches durch einen Spezial-Extensionsvorbau der Fa. Medacta (Fa. Medacta Ortho gmbH, Jahnstraße 86, D-73037 Göppingen) ersetzt. Dieser Extensionsvorbau wurde nach einer Idee von Dr. LAUDE aus Paris im Jahre 2003 von der Fa. Medacta weiterentwickelt und patentiert und erhielt im Jahr 2004 den Innovationspreis für Medizinprodukte in der Schweiz.

In diesem Extensionsvorbau kann das Bein sowohl außenrotiert als auch extendiert sowie abgesenkt und adduziert werden. Wird zur Hüftkopfresektion, welche im Gegensatz zum OCM-Zugang ohne Entnahme eines Halsteiles durch Extensionshilfe möglich wird, noch eine Extension um ca. 2 cm erforderlich, kann die Pfannenpräparation bei guter Einsicht in ca. 30° Außenrotation des Beines durchgeführt werden. Die Darstellung des Hüftgelenkes erfolgt unter Verwendung eines Beckmann-Retraktors. Dabei wird ein anteriorer Kapselappen zum Schutz der lateralen Muskulatur (M. tensor fasciae latae) eingesetzt. Nach Implantation der Hüftpfanne in typischer Inklination und Anteversion erfolgt dann die Umlagerung des Beines in 90° Außenrotation, Hyperextension und Adduktion. Auf diese Weise kommt der Schenkelhals-Eingang derart in die anteriore Incision zu liegen, dass mühelos ein nicht allzu lateral zu implantierender Gradstiel, aber auch eine ohnehin varisch zu orientierende, den Schenkelhals erhaltende Prothese implantierbar ist (vgl. **Abb. 1–3**).

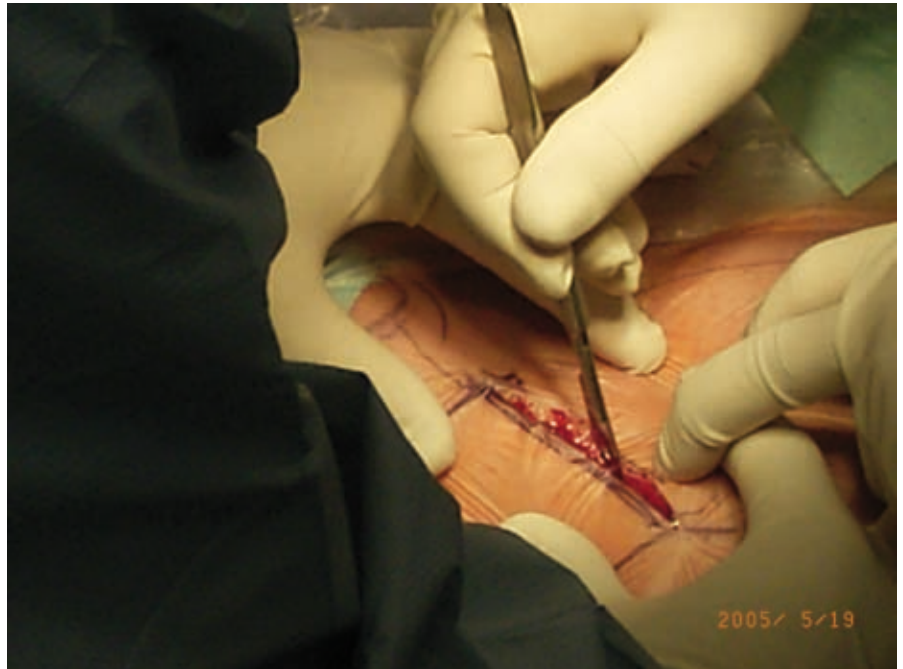


Abbildung 1: Lage der Hautinzision: ca. 1 cm lateral und caudal der Spina iliaca ant. sup. in Richtung Fibulaköpfchen, 8-10 cm lang.

Tabelle 1: Verteilung der Implantate bei 100 Implantationen in AMIS-Technik.

Pfanne	Stiel	Anzahl zementiert	Anzahl zementfrei	Kopfgröße
Versafit	Quadra-H		68	32mm: 58 28mm: 10
Versafit double mobility	Quadra-H	3	3	entfällt
PE	Quadra-H	7		32mm: 7
Plasmacup	Metha		17	32mm: 17
Plasmacup	Quadra-H		3	32mm: 3
SC-Ring	Metha		1	28mm: 1
Stryker-Abstützring	Quadra-H	1	1	32mm: 1

Methodik

In einer prospektiven nicht randomisierten Studie wurden die ersten 100 derartig operierten Fälle aufgearbeitet, die Pfannenposition bezüglich der Inklination nativ radiologisch postoperativ und das Outcome im Harris-Hip-Score zum Zeitpunkt der Entlassung aus stationärer Behandlung (9.–16. postoperativer Tag) sowie zum Nachuntersuchungszeitpunkt erfasst. Im Übrigen wurden die OP-Zeit, der Blutverlust inklusive die Substitutionsbedarfs sowie die Komplikationsrate erfasst.

Ergebnisse

Nachuntersucht wurden die ersten 100 Patienten, die sich im Zeitraum 5/2005 bis 12/2006 einer Implantation eines künstlichen Hüftgelenks über einen minimal invasiven anterioren Zugang mit Extensionshilfe unterzogen hatten. Es handelte sich um 56 Frauen im durchschnittlichen Alter von 61 Jahren (44-81 Jahre) sowie 44 Männer im durchschnittlichen Alter von 63 Jahren (45-78 Jahre). Der Body Mass Index war mit 27,5 überdurchschnittlich hoch (24-31). Die verwendeten Implantate zeigten eine Bandbreite von zementfreien Gradstielen des

LEITTHEMA

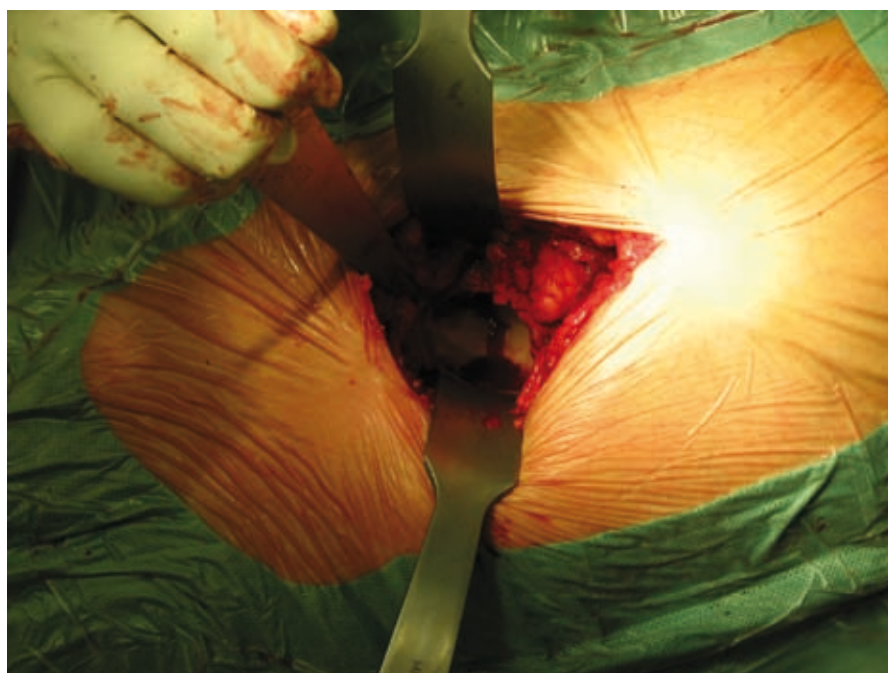


Abbildung 2: Einsicht in die Pfanne bei geringer Extension und leichter Außenrotation des Beines.

Typs Quadra-H (Fa. Medacta) kombiniert mit Polarpfannen des Typs Versafit (Medacta) überwiegend in Keramikpaarung 32 mm sowie zementfreien Pfannen Typ Plasma-Cup (Fa. Braun-Aesculap, Am Aesculap-Platz, D-78532 Tuttlingen) und Schenkelhalsprothesen Typ Metha (Fa. Braun-Aesculap). Auch einige Schenkelhalsfrakturen wurden über diesen Zugang

endoprothetisch versorgt. Eine Revisionspfanne (Fa. Stryker) wurde ebenfalls über diesen Zugang implantiert. Einzelheiten sind der **Tab. 1** zu entnehmen.

Die Operationszeit spiegelt die learning curve von etwa 30-40 Fällen wieder und reduzierte sich von anfangs 180 auf zuletzt 95 Minuten (durchschnittlich 104 Min; **Abb. 4**). Der Blutverlust war intraoperativ

mit 689 ml (± 273) nicht geringer als bei konventionellem Vorgehen, doch war unter Benutzung eines cell-savers nur in Einzelfällen die Substitution von Erythrozytenkonzentraten erforderlich (allein 4 respektive 2 Konserven bei 2 Schenkelhalsfrakturen).

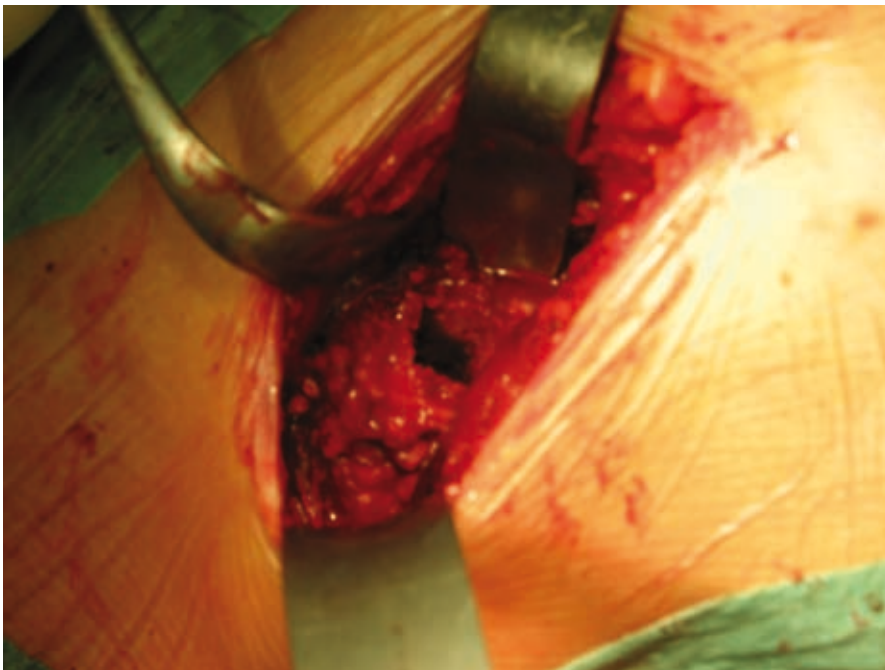
Eine 8 Tage postoperativ angestrebte Vollbelastung wurde von annähernd allen Patienten (mit Ausnahme der über 80-jährigen Patienten mit Schenkelhalsfrakturen) erreicht. Die frühe Fähigkeit, das operierte Bein aus der Rückenlage anzuheben (meist am Operationstag möglich), spiegelt sich in einem Harris Hip Score von 85 Punkten zum Entlassungszeitpunkt wieder, ausgehend von 56 Punkten bei der Aufnahme. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt lag der Score bei 89 Punkten.

An Komplikationen zeigte sich eine Schaffissur beim primären Versuch der Implantation einer Schenkelhalsprothese Typ Metha, die nach Umsteigen auf einen zementfreien Geradstiel Typ Quadra-H problemlos mittels zweier Gewindedrähte fixiert werden konnte. Darüber hinaus fanden sich eine Instabilität mit Luxationsneigung, die durch einen Wechsel auf ein Schulterinlay beseitigt werden konnte, sowie 3 Wundheilungsstörungen. Diese Komplikationen sind zugangsabhängig zu werten. In einem Fall ereignete sich eine Parapositionierung eines Zementstiels, die durch eine Wechseloperation von lateral (Wagnerosteotomie) behoben werden musste. Diese Komplikation könnte als zugangsabhängig gewertet werden, weil bei nicht ausreichender Außenrotation des Beines im Extensionsvorbau eine Fehlorientierung resultieren kann. Andererseits war die Implantation einer Pfannenabstützschale zur Revision einer zementierten Pfanne bei gleichzeitiger Beckenringfraktur problemlos über den antero-

LEITTHEMA



Abbildung 3 a: Lagerung des Beines im Extensionstisch zur Schaftpräparation, b: Exposition des Schaftes in dieser Operationsphase.



ren Zugang möglich. Eine der 3 Wundheilungsstörungen musste mehrfach revidiert werden und ergab im Abstrich zwischenzeitlich eine Kontamination mit *Staph. epidermidis*, sie heilte jedoch ohne Implantatwechsel folgenlos aus. Die auf den postoperativen Röntgenaufnahmen ermittelte Pfanneninklination zeigte mit durchschnittlich $44,7^\circ$ (37° - 52°) eine

gute Inklination der implantierten Pfannen. Die Antetorsion wurde mangels Standardisierung der Aufnahmen nicht ermittelt.

Navigation

Die Anwendung eines computerunterstützten Navigationssystems erfolgte in 13 Fällen, nämlich bei den Patienten, denen eine Schenkelhals-Prothese Typ Me-

tha jeweils in Kombination mit einer zementfreien Hüftpfannen-Prothese Typ Plasma-Cup (beide Komponente Fa. Braun-Aesculap) implantiert wurde. Dabei konnte auf die Erfahrung, die mit dem sog. „ALMI“-Zugang und der Navigation des Metha-Stieles gewonnen wurde, zurückgegriffen werden [5]. Im Gegensatz zur Verwendung des Navigationssystems bei minimal invasivem lateralem Zugang ist die Platzierung der dazu von der Firma zur Verfügung gestellten Trochanter-Klammer bei Verwendung des ventral minimal invasiven Zuganges nicht möglich. Hier wird deshalb die DRB (dynamische Referenzbasis) in der Intertrochantärregion ventral über einen Steinmann-Pin fixiert. Da die Navigation des Metha-Stiels erst nach Implantation des Stiels mit Verifizierung der Stielposition beginnt und es sich dabei im Wesentlichen um ein sog. „movement mapping“ handelt (vgl. Abb. 5, 6), kann mit Hilfe dieses Navigationssystems das Offset regelrecht und computerunterstützt bestimmt werden.

Aufgrund der geringen navigierten Fallzahl kann hier erst über Anfangserfahrungen berichtet werden. Die Pfanne selbst wurde in üblicher Weise unter Benutzung des Orthopilot-Systems implantiert, was aufgrund der geringen Anzahl im Gesamt-Kollektiv sicherlich ohne Auswirkung auf die durchschnittlich erzielte Pfanneninklination des Gesamt-Kollektivs geblieben ist (zur Verifizierung der Pfannenposition vgl. [19]).

Diskussion

Die vorliegende Arbeit kann über 100 aufeinander folgende Fälle des künstlichen Hüftgelenk-Ersatzes unter Nutzung eines minimal invasiven ventralen Zuganges mit Extensionshilfe berichten. Die Verwendung des Extensionssystems

Anzeige

LEITTHEMA

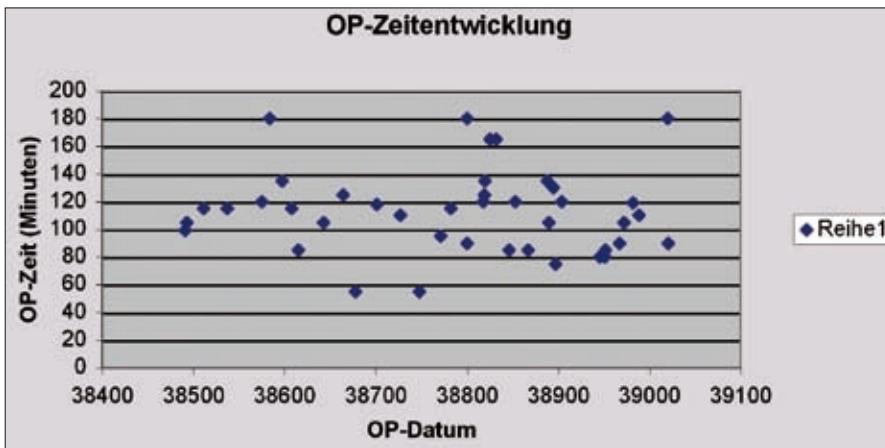


Abbildung 4: Entwicklung der OP-Zeit „learning curve.“

ermöglichte nach einer „learning curve“ eine sichere, schonende und korrekte Prothesenimplantation – bis auf geringe Ausnahmen (vgl. Abb. 4). Die Länge der gewählten Hautinzision variierte dabei zwischen 7 und 11 cm.

Der Überblick über die Gelenkpfanne bei Nutzung der Extensionshilfe ist beeindruckend, so dass eine wesentliche Einschränkung der Pfannenimplantation bei diesem Vorgehen nicht besteht. Selbst die Implantation einer Abstützschale

ist über diesen Zugang problemlos möglich. Im Gegensatz zu anderen ventralen Zugängen ermöglicht die Extensionshilfe die Stielpräparation über den identischen Zugang, ohne umständliche Umlagerung des Beines bzw. Desinfektion des gegenseitigen Beines wie beispielsweise bei dem OCM-Zugang [8]. Durch annähernd 90° Außenrotation, Adduktion und Dorsalextension des operierten Beines im Extensionssystem wird quasi der Stieleingang in den Zugang platziert, so dass die Implantation einer Gradstielprothese mit nicht zu ausladendem Trochanterteil problemlos möglich ist. Dabei kann allenfalls in Fällen mit sehr varischem Offset die Spina iliaca anterior inferior selbst hinderlich bei der Verwendung der Raffel sein. Die sogenannten „Eröffnungsras-



Abbildung 5: Stielnavigation bei Verwendung des ALMI-Zugangs.

pel“ für den Femur ist bei dem Medacta-System (Corail-Stiel-Typ) mit einem retrograden Einschläger kombiniert, während die Größenraffeln mit einem entsprechend konnektierbaren anterograden Einschläger versehen sind. Im Falle der Implantation einer Schenkelhalsprothese ist die Verwendung der üblichen Eröffnungspfrieme sowie der anterograden Raspeln problemlos möglich. Wie wir in unserem Ergebnisteil nachweisen konnten, ist weder bezüglich der Implantate noch bezüglich der damit zu versorgenden Indikation, Altersgruppe oder des Body-Mass-Index eine Kontraindikation für dieses Vorgehen zu formulieren. Auch die Verwendung eines kinematischen Navigationssystems mit Festlegung der Beckeneingangsebene ist kein Problem. An speziellen Instrumenten, die den minimal invasiven Zugang erleichtern, wurden lediglich eine abgewinkelte Pfannenfräse sowie ein sog. „MIS-Hakensystem“ verwendet. Die Weichteilpräparation erfolgt unter Einsatz eines Beckmann-Retraktors und die gesamte Operation kann vom Operateur mit Hilfe eines einzigen Assistenten durchgeführt werden. Die von uns beobachteten zwei ernsthaften Wundheilungsstörungen (einmal mit Keimbesiedlung durch *Staph. epidermidis*, die in dem Fall zwei wiederholte Krankenhausaufenthalte mit offenen Wundrevisionen erforderlich machten) werden bei uns kritisch beobachtet, übersteigen jedoch nicht die Rate von Wundheilungsstörungen bei klassischem Vorgehen. Eine vermehrte Keimbesiedlung mit Proprioni-Bakterien, wie von einigen Anwendern des medialen/ventralen Zuganges berichtet [WETZEL, persönliche Mitteilung], konnte in unserem Kollektiv nicht beobachtet werden. Selbstverständlich ist eine Aceta-

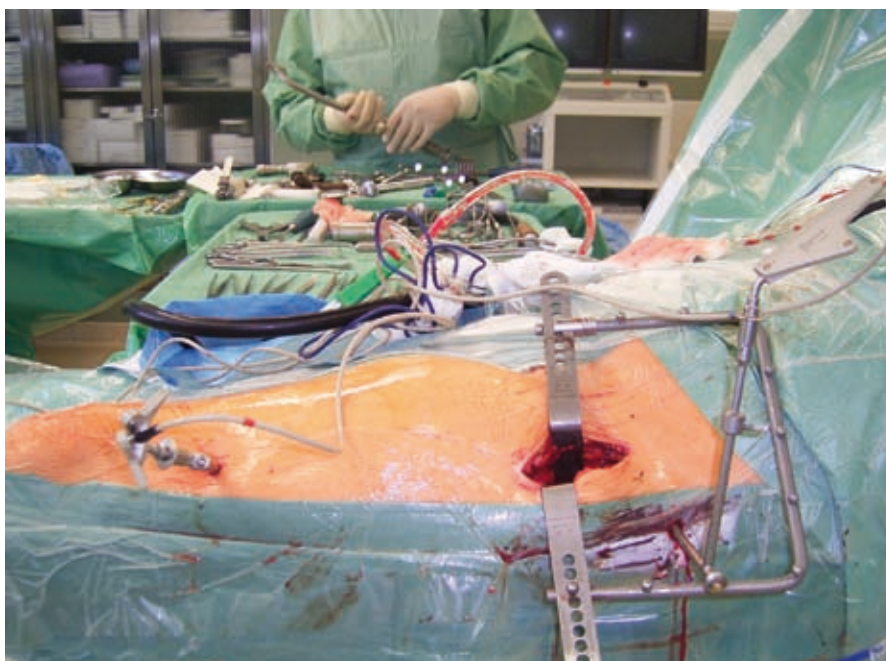


Abbildung 6: Navigations-Setup beim AMIS-Zugang.

bulumkomponente mit kleinerem Durchmesser leichter mittels minimal invasiven ventralen Zuganges zu versorgen als ein Acetabulum mit 68 mm Durchmesser. Dennoch erwies sich der Pfannendurchmesser als für den Zugang nicht limitierend, sofern der Zugang das 1 ½-fache des Pfannendurchmessers betrug.

Bezüglich der Stielimplantation ist eine Neuorientierung des Operateurs erforderlich, um eine varische Stielorientierung zu vermeiden. Der Extremfall einer Parapositionierung eines Zementstiels durch Perforation der lateralen Femurkortikalis beim Einschlagen des Stiels - nachdem zuvor korrekt gerspelt wurde und selbst der Markraumsperrer korrekt platziert wurde - ist Beleg für diese Problematik.

Die übrigen ernst zu nehmenden Komplikationen, wie einmalige Schafffissur und einmalige Luxation in dem Gesamt-Kollektiv, wurden von uns nicht als zugangsbedingt angesehen. Die Rate perioperativer Komplikationen wird in den wenigen bisher vorliegenden Publikationen über minimal invasives Vorgehen zwischen 0 und

26 % angegeben. So wurden bei 100 anterioren Mini-Inzisions-Implantationen 3 Frakturen und 3 Wundheilungsstörungen beobachtet [20]. Je eine periprothetische Fraktur war bei Doppel-Inzisions-Zugängen und 100 mini-lateralen Zugängen aufgetreten [1, 2]; eine Luxation und 2 Wundheilungsstörungen wurden nach 85 posterioren Mini-Zugängen beschrieben [12]; keine Komplikation war bei 76 posterioren Mini-Inzisionen aufgefallen [20]. Eine Nervus obturatorius-Neurapraxie war bei 29 medialen Zugängen eingetreten [9]; 6 periphere Nervenschäden und 1 Fraktur waren bei 27 anterioren Mini-Zugängen diagnostiziert worden [13]; 4 Hämatome, 3 Wundinfekte, 3 Frakturen, 2 Nervenschäden und 1 Dislokation waren bei 124 posterioren Mini-Inzisionen aufgetreten [20].

Bisher kann aus den unterschiedlichen Häufigkeiten an perioperativen Komplikationen der verschiedenen Mini-Inzisions-Kollektive nicht geschlossen werden, dass ein Hüftzugang für ein minimal invasives Verfahren eine besondere Eignung aufweist.

LEITTHEMA

Wie schonend Mini-Inzisions-Zugänge zur Hüfte im Vergleich zu Standard-Zugängen wirklich sind, kann auch bei Bewertung der aktuellen zur Verfügung stehenden Literatur nicht beantwortet werden. Die Ergebnisse verschiedener Studien sind nicht selten gegensätzlich.

Von der Aussage, dass Mini-Inzisionen nur bei Anwesenheit der gleichen geschulten Assistenten vorgenommen werden können oder schlanken Patienten vorbehalten bleiben, können wir uns bei unserem Vorgehen jedoch distanzieren. Die Autoren beurteilen ihren ventralen minimal invasiven Zugang mit Extensionshilfe als schonend, wobei die vorliegende Studie Extensionsschäden am operierten Kollektiv nicht erkennen lässt. Das Studien-Design sah keine Vergleichsgruppe vor, so dass die aus den Ergebnissen dieser Arbeit gewonnene externe Evidenz dem Grad IV entspricht. Entscheidend für die Ergebnis-Bewertung ist nicht die Gegenüberstellung zu historischen Vergleichsgruppen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass jeder Operateur in Abhängigkeit seines Trainingszustandes, der verwendeten Implantate, der analgetisch und antithrombotisch perioperativen Therapie und des individuellen bevorzugten Zuganges seine eigene Kontrollgruppe als Benchmark anführen kann. So sind wir uns darüber bewusst, dass der Blutverlust von knapp 700 ml eine Operationszeit von 104 Min. sicherlich eher negative Parameter darstellen, jedoch auch Ausdruck einer „learning curve“ bei drei Operateuren ist.

Zusammenfassend kann ausgesagt werden, dass mit dem ventralen minimal invasiven Zugang mit Extensionshilfe ein alltagstaugliches nicht limitiertes Verfahren zur Implantation von Hüft-Totalendoprothesen in zementfreier oder

zementierter Technik möglich ist. Leichte Vorteile ergeben sich für die Implantation von Schenkelhalsprothesen. Mit der Navigationsanwendung über diesen Zugang müssen weitere Erfahrungen gewonnen werden. Die schnelle Rehabilitation der Patienten mit Vollbelastung am 8. postop. Tag und Erreichen eines Harris Hip Scores von durchschnittlich 85 Punkten zum Entlassungszeitpunkt ermutigt uns, mit diesem Verfahren weitere Erfahrungen zu sammeln.

Literaturverzeichnis

1. BERGER RA, DUWELIUS PJ (2004) The two incision minimally invasive total hip arthroplasty: technique and results. *Orthop Clin North Am* 35: 163-172
2. BERGER R (2007) Total Hip Arthroplasty with minimally-invasive two incisions. In: STIEHL J, DI GIOIA A, KONERMANN W, HAAKER R (Hrsg.) *Navigation and MIS*. Springer, Heidelberg: S 385-392
3. ARCHIBECK MJ, WHITE RE JR (2004) Learning curve for the two incision total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 429: 232-238
4. MARDONES R, PAGNANO MW, NEMANICH JP, TRANSDALE RT (2005) The Frank Storch Award: muscle damage after total hip arthroplasty done with the two incision and mini-posterior techniques. *Clin Orthop Relat Res* 441: 63-67
5. JEROSCH J, PHILLIPS B, THEISING C (2004) Erste Ergebnisse mit einem anterolateralen minimalinvasiven (ALMI) Zugang bei Hüftalloarthroplastik. *Orthop Praxis* 40: 415-424
6. SWANSON T (2005) Early results of 1000 consecutive, posterior, single-incision minimally invasive surgery total hip arthroplasties. *J Arthroplasty* 20 (Suppl) 26-32
7. INABA Y, DORR LD, WAN Z, SIRIANNI L, BONTARY M (2005) Operative and patient care techniques for posterior mini-incision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 441: 104-114
8. JEROSCH J (2006) Minimalinvasive Hüftendoprothetik. *Deutsches Ärzteblatt* 103 (49): 2901-2906
9. THOMAS W, BENECKE P (2004) Der mediale Zugang zum Hüftgelenk zur Implantation von Endoprothesen. *Operat Orthop Traumatol* 16: 288-299
10. KENNON RE, KEGGI JM, WETMORE RS, ZARTOSKI LE, HUO MH, KEGGI KJ (2003) Total hip arthroplasty through a minimally invasive anterior surgical approach. *J Bone Joint Surg Am* 85-A-Suppl 4: 39-48
11. MATTA JM, SHAHRDAR C, FERGUSON T (2005) Single incision anterior approach

for total hip arthroplasty on an orthopaedic table. *Clin Orthop Relat. Res* 441: 115-124

12. GOLDSTEIN W, BRANSON J, BERLAND K, GORDON A (2003) Minimal-incision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 85A: 33-38
13. WOHLRAB D, HOGEL A, HEIN W (2004) Advantages of minimal invasive total hip replacement in the early phase of rehabilitation. *Z Orthop* 142 (6): 685-690
14. BERRY DJ, BERGER RA, CALLAGHAN JJ, DORR LD, DUWELIUS PJ, HARTZBAND MA, LIEBERMAN JR, MEARS DC (2003) Minimally invasive total hip arthroplasty-Development, early results and a critical analysis. *J Bone Joint Surg* 85A (11): 2235-2246
15. OGONDA L, WILSON R., ARCHBOLD P, LAWLOR M, HUMPHREYS P, O'BRIEN S, BEVERLAND D (2005) A minimal-incision technique in total hip arthroplasty does not improve early postoperative outcomes. A prospective, randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 87: 701-710
16. FEHRINGT, MASON J (2005) Catastrophic complications of minimally invasive hip surgery. *J Bone joint Surg* 87 A: 711-714
17. DORR L (2006) Hip arthroplasty minimally invasive techniques and computer navigation. Saunders, Elsevier S 16-28, 167-177
18. MASQUELET AC, MC CULLOUGH CJ, TUBIANA R (1993) An atlas of surgical exposures of the lower Extremity. Martin Dunitz Ltd, S 74-79
19. OTTERSBUCH A, HAAKER R (2005) Optimierung der Pfannenpositionierung in der Hüftendoprothetik - vergleichende Untersuchung freihandimplantierter und computerassistent platzierter Hüftpfannen mit dem Orthopilot-System. *Z Orthop* 143: 611-615
20. RITTMEISTER M, PETERS A (2005) Künstlicher Hüftgelenkersatz über eine posteriore Mini-Inzision - Ergebnisse in 76 aufeinander folgenden Fällen. *Z Orthop* 143:403-411

¹ Klinik für operative Orthopädie und Traumatologie, Kath. Krankenhäuser Bad Driburg-Brakel gGmbH, Danziger Str. 17, D-33034 Brakel

² ATOS Praxisklinik Heidelberg, Bismarckstr. 9-15, D-69115 Heidelberg

Anschrift für die Verfasser

Priv.-Doz. Dr. R. Haaker, Klinik für operative Orthopädie und Traumatologie, Kath. Krankenhäuser Bad Driburg-Brakel gGmbH, Danziger Str. 17, D-33034 Brakel, Tel.: 05272/607-377, Fax: 05272/607-682, E-Mail: r.haaker@kh-brakel.de