

Aus der Klinik für Orthopädie und Physikalische Medizin
des Universitätsklinikums Halle (Saale)

Direktor: Prof. Dr. med. K.-St. Delank

**Kurzfristige klinische und radiologische Ergebnisse nach Implantation der
Trabecular Metal™ Modularen Pfanne und Revisionspfanne bei der
Pfannenrevision**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Christin Siegel

geboren am 24.07.1984 in Schlema

Betreuer: PD Dr. med. A. Zeh

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. C. Perka (Berlin)
2. Prof. Dr. med. G. von Salis-Soglio (Leipzig)
3. PD Dr. med. A. Zeh

Tag der Eröffnung: 06.11.2012

Tag der Verteidigung: 23.05.2013

Referat

Der Einsatz von Hüfttotalendoprothesen bei immer jüngeren Patienten, die Ausweitung der Indikationen verbunden mit der steigenden Lebenserwartung sowie der begrenzten Prothesenstandzeit werden auch in Zukunft zu einem Anstieg der Anzahl der Wechseloperationen führen. Vorrangige Ziele bei Wechsel der Pfannenkomponente sind das Erreichen einer Primärstabilität und der Wiederaufbau der Knochenstruktur im Acetabulum. Der neuartige Werkstoff Trabecular Metal™ zeichnet sich durch seine außerordentlich hohe Porosität, einen niedrigen Elastizitätsmodul und hohen Reibungskoeffizienten aus und verspricht verbesserte osteokonduktive und –induktive Eigenschaften. In der vorliegenden Arbeit wurden retrospektiv die kurzfristigen klinischen und radiologischen Ergebnisse nach Implantation von 44 Pfannenkomponenten aus Trabecular Metal™ bei 41 Patienten dargestellt. Nach durchschnittlich 29,3 Monaten konnten 34 Patienten klinisch und radiologisch nachuntersucht werden. Zur Erfassung der funktionellen Ergebnisse wurde der postoperative Harris Hip Score bestimmt. Die radiologische Beurteilung erfolgte durch manuelle Messung der horizontalen und vertikalen Migration sowie der Veränderung des Inklinationswinkels. Außerdem wurden die Nativröntgenbilder hinsichtlich des Auftretens von Gaps und radioluzenten Linien beurteilt. Der postoperativ erreichte Harris Hip Score betrug durchschnittlich 65,8 Punkte. Diskrepanzen, die bereits postoperativ zwischen Pfanne und Knochenlager auffielen und als Gaps bezeichnet wurden, traten vor allem im apikalen Bereich auf und waren im Verlauf in 96 % der Fälle vollständig regredient. Bei vier Patienten zeigte sich radiologisch eine erneute Pfannenlockerung. Alle intraoperativen Komplikationen traten ausschließlich in Zusammenhang mit einem gleichzeitigen Schaftwechsel auf. Bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt waren vier Pfannenkomponenten revidiert worden. Die funktionellen Ergebnisse nach Harris Hip Score sowie die hohe Rate an klinischen Ausfällen und radiologischen Lockerungen liegen im Vergleich zu aktuellen Publikationen zurück. Als potentielle Ursachen wurden das überdurchschnittliche Alter des Patientenkollektivs, die große Anzahl der simultanen Schaftwechsel sowie eine hohe Komorbidität identifiziert. Zusammenfassend wird deshalb der Einsatz von Pfannenimplantaten aus Trabecular Metal™ in der Revisionsendoprothetik positiv bewertet.

Siegel, Christin: Kurzfristige klinische und radiologische Ergebnisse nach Implantation der Trabecular Metal™ Modularen Pfanne und Revisionspfanne bei der Pfannenrevision, Halle (Saale), Univ., Med. Fak., Diss., 78 Seiten, 2012

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Beschreibung der Problematik.....	1
1.2	Allgemeine Betrachtungen zur Hüftendoprothetik.....	1
1.3	Defektklassifikationssysteme.....	3
1.4	Scores als Bewertungsinstrumente.....	5
1.5	Radiologische Auswertung.....	6
1.6	Pfannenrevisionsimplantate.....	10
1.7	Problemstellung.....	15
1.8	Trabecular Metal™.....	16
1.9	Zielstellung der Arbeit.....	18
2	Material und Methoden.....	19
2.1	Patientengut.....	19
2.2	Datenerfassung.....	19
2.3	Klinische Auswertung.....	20
2.4	Radiologische Auswertung.....	20
2.4.1	Ziel.....	20
2.4.2	Schablonenmethode.....	21
2.4.3	Analyse nach Bland-Altman.....	24
2.4.4	Messung des Inklinationswinkels, Migrationsmessung, Gaps.....	27
3	Ergebnisse.....	30
3.1	Darstellung des Patientenkollektivs.....	30
3.2	Patientendaten.....	30
3.2.1	Primäroperation.....	30
3.2.2	Wechseloperation.....	33
3.3	Klinische Auswertung.....	38
3.4	Radiologische Auswertung.....	39
3.5	Kasuistiken: Patienten mit wiederholter Tantalpfannenimplantation.....	42
3.5.1	Patient A.....	42
3.5.2	Patient B.....	42
3.5.3	Patient C.....	43
3.6	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	44

4	Diskussion	45
4.1	Knöcherne Integration von Pfannenrevisionsimplantaten am Hüftgelenk.....	45
4.2	Komplikationen und Revisionen	46
4.3	Röntgenologische Ergebnisse	49
4.3.1	Pfannenlockerung	49
4.3.2	Lockerungskriterien im Literaturvergleich.....	53
4.3.3	Gaps und radioluzente Linien	53
4.4	Klinische Ergebnisse.....	54
4.5	Schwächen der Studie	58
5	Zusammenfassung	60
6	Verzeichnisse	61
6.1	Literaturverzeichnis	61
6.2	Abbildungsverzeichnis	73
6.3	Tabellenverzeichnis	74
7	Anhang	75
7.1	Harris Hip Score nach Haddad	75
7.2	Evaluierungsbogen Nachuntersuchung	76
8	Thesen	77

Abkürzungsverzeichnis

AAOS	American Academy of Orthopaedic Surgeons
a.p.	anterior-posterior
BMI	Body Mass Index
CrP	C-reaktives Protein
d	Tag
DGOT	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie
EBRA	Einzel-Bild-Röntgen-Analyse
Fa.	Firma
FFP	Plasmakonzentrat (Fresh Frozen Plasma)
EK	Erythrozytenkonzentrat
etc.	et cetera
GIMP	GNU Image Manipulation Program
Hb	Hämoglobin
HHS	Harris Hip Score
i.v.	intravenös
Mon.	Monat
n	Anzahl
n.a.	nicht angegeben
OP	Operation
postop.	postoperativ
PTT	Partielle Thromboplastinzeit
RSA	Röntgenstereophotogrammetrie
SF-36	Short Form Health Survey mit 36 Fragen
TEP	Totalendoprothese
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WOMAC	The Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index
Z.n.	Zustand nach
™	Unregistered Trade Mark
®	Registered Trade Mark

1 Einleitung

1.1 Beschreibung der Problematik

Die in den vergangenen Jahren sehr hohe und weiterhin noch steigende Anzahl der primären Implantationen von Hüfttotalendoprothesen führt zu einer steigenden Zahl von Revisionseingriffen mit partiellem oder vollständigem Komponentenwechsel, insbesondere aufgrund von aseptischen Lockerungen (Kurtz et al., 2007). In Bezug auf die primäre Endoprothetik stellt die Pfanne den Faktor dar, der bei aseptischer Lockerung am häufigsten zur Indikation für einen Revisionseingriff führt (Clohisy et al., 2004). Neben unterschiedlichen Verankerungsstrategien, die in Form von Stützringen (Perka und Ludwig, 2001; Issack et al., 2009b), ovalen Revisionspfannen (Civinini et al., 2008; Fickert et al., 2010) und Sockelpfannen (Tohtz et al., 2007), insbesondere in Abhängigkeit vom vorliegenden knöchernen Defekt eingesetzt werden, wird bei der Rekonstruktion mittels Pressfit-Pfannen auch über die Oberflächengestaltung versucht, das Potential zum Erreichen einer Primärstabilität in der Revisionssituation zu vergrößern. Für diese Anwendung wird zunehmend das Metall Tantal in Form des Werkstoffes Trabecular Metal™ eingesetzt, um einerseits die erhöhte Oberflächenreibung zum Erreichen einer sicheren Primärstabilität als auch die nachgewiesenen osteokonduktiven und –induktiven Eigenschaften dieses Materials zu nutzen (Bobynd et al., 1999a, b). In ersten klinischen Studien stellte sich der Einsatz von Trabecular Metal™ als Material für Revisionspfannenimplantate, insbesondere in Bezug auf die Osteointegration und Lockerungsrate als vielversprechend dar (Unger et al., 2005; Weeden und Schmidt, 2007; Flecher et al., 2008). Allerdings gilt Trabecular Metal™ als kostenintensive Alternative im Pfannenrevisionsbereich (Lachiewicz und Soileau, 2010). Vor dem Hintergrund des 2005 begonnenen Einsatzes von Trabecular Metal™ in Form der Modularen Pfanne und Revisionspfanne an der Klinik für Orthopädie des Universitätsklinikums Halle (Saale) wurde die Fragestellung abgeleitet, wie die Effektivität dieser neuen Implantate, insbesondere in Bezug auf die Osteointegration und Relockerungsrate einzuschätzen ist.

1.2 Allgemeine Betrachtungen zur Hüftendoprothetik

Die Implantation von Hüfttotalendoprothesen gehört heute zu den erfolgreichsten und dankbarsten Operationen im Fachgebiet der Orthopädie, da sie den Patienten innerhalb kurzer Zeit Schmerzen nimmt und die Funktionalität des Gelenkes wiederherstellt. Obwohl sich die Standzeiten in den letzten Jahrzehnten deutlich verlängert haben, besitzen die Implantate eine begrenzte Lebensdauer. Deutschlandweit wurden im Jahr 2008 etwa 159 000 Patienten mit einer primären

Hüfttotalendoprothese versorgt. Im gleichen Zeitraum wurden fast 22 600 Komplett- und Komponentenwechsel durchgeführt (Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung, 2009). Bei der Erstimplantation werden zunehmend zementfreie Techniken zur Verankerung der Pfanne eingesetzt, häufig als Hybridsystem in Kombination mit einem zementierten Schaft (Grübl, 2006). Die Überlegenheit der zementfreien Pfannenimplantation konnte bisher jedoch nicht ausreichend belegt werden (Morshed et al., 2007; Huo und Osier, 2008). Aktuelle Studien versprechen effiziente 10-Jahres-Überlebensraten zwischen 91 und 95,4 % bei zementfreier Implantation (Grübl et al., 2002; Emms et al., 2010; Swamy et al., 2012). Die Lebensdauer des Hüftgelenkersatzes wird vor allem durch die Pfannenkomponente limitiert. Die aseptische Pfannenlockerung in Kombination mit Polyethylenabrieb gilt hierbei als häufigste Ursache für einen Revisionseingriff. Im Falle einer Wechseloperation ist in 40 % der Fälle ein alleiniger Pfannenwechsel ausreichend. Bei 37 % der Patienten müssen beide Komponenten erneuert werden, ein Schaftwechsel ist bei 22 % erforderlich (Bozic et al., 2005; Corten et al., 2009). Durch die operative Therapie der arthrotischen Gelenkerkrankung mit Endoprothesen bei immer jüngeren Patienten und einer höheren Lebenserwartung wird die Zahl der Revisionsoperationen auch in Zukunft weiter ansteigen (Clohisy et al., 2004; Van Kleunen et al., 2009).

Zu den Komplikationen nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese zählen unter anderem Luxationen, Infektionen, periprothetische Frakturen und Implantatversagen. Etwa 70 % aller Revisionseingriffe gehen auf die aseptische Lockerung zurück (Miller, 2006; Sundfeldt et al., 2006). Dabei handelt es sich um ein multifaktorielles Geschehen. Nach Implantation einer Prothese kommt es durch eine veränderte Krafteinleitung zu Adaptationsvorgängen im Knochen mit Verlust von Knochensubstanz in weniger beanspruchten Bereichen. Dagegen entsteht in Zonen mit hoher Krafteinwirkung eine Knochenhypertrophie. Diese Vorgänge wurden erstmals 1988 von Engh und Bobyn unter dem Begriff "stress shielding" beschrieben (Engh und Bobyn, 1988). Zusätzlich treten physiologische Altersveränderungen des Knochengewebes auf. Als Hauptursache für die aseptische Pfannenlockerung gilt jedoch die sogenannte Partikelkrankheit, welche zu Osteolysen führt. Durch Mikrobewegungen entstandene Abriebpartikel erscheinen in der Synovialflüssigkeit und verteilen sich im Periimplantatspalt. Die Partikel werden durch Makrophagen aufgenommen und verschiedene Zytokine aktivieren die Osteoklastenfunktion, wodurch periprothetische Osteolysen entstehen. Als bedeutsamster Abriebpartikel gilt das Polyethylen, aber auch Metall-, Keramik- und Zementteilchen können Osteolysen induzieren (Otto, 2008). In diesem Zusammenhang kommt der Gleitpaarung des

Implantates eine entscheidende Rolle zu. Diese bezeichnet die Kombination der Prothesenkomponenten, die in direktem Kontakt zueinander stehen. Heute werden vor allem Kombinationen aus Metallkopf und Inlay aus hochmolekularem Polyethylen eingesetzt. Bei sehr aktiven Patienten wurden jedoch hohe Abriebraten beobachtet, sodass Hart-Hart-Gleitpaarungen aus Metall-auf-Metall oder Keramik-auf-Keramik wieder zunehmend an Bedeutung gewinnen (Zywił et al., 2011).

1.3 Defektklassifikationssysteme

In der internationalen Literatur existieren verschiedene Klassifikationssysteme, die den Knochendefekt bei Pfannenwechsel beschreiben. Solche Systeme werden einerseits für die Operationsplanung und die Auswahl der passenden Implantate benötigt, andererseits sind sie zur Vergleichbarkeit wissenschaftlicher Fragestellungen von Bedeutung. Die im Vorfeld angefertigten Röntgenaufnahmen stimmen dabei jedoch nicht immer mit dem sich für den Operateur bietenden Bild überein. Zusätzlich entstehen einige Knochendefekte erst durch das Ausschlagen der Prothese oder durch Ablösen des Knochenzementes. Deshalb gilt als Goldstandard zur Beurteilung der knöchernen Situation der intraoperative Befund nach Entfernung aller Prothesenteile (Bettin und Katthagen, 1997; Puri et al., 2002). Häufig zitierte Einteilungen sind die Klassifikation der American Academy of Orthopaedic Surgeons nach D'Antonio (nachfolgend AAOS), die Einteilung nach Paprosky und die Klassifikation der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie (nachfolgend DGOT).

Das Klassifikationssystem nach Paprosky orientiert sich am Vorhandensein von tragenden Strukturen, zu denen die Pfannenzirkumferenz, die mediale Begrenzung, der vordere und hintere Pfeiler sowie der superiore Dombereich zählen. Bei Typ 1 handelt es sich um umschriebene Knochendefekte mit intakter acetabulärer Ringstruktur und ohne Implantatwanderung. Liegt ein Defekt vom Typ 2 vor, so finden sich Läsionen im Bereich der Zirkumferenz und des Kuppelbereiches, beide Pfeiler sind jedoch erhalten. Das Ausmaß der Pfannenmigration beträgt maximal 2 cm. Dabei bestimmt die Richtung der Migration die weitere Unterteilung. Liegt eine Implantatwanderung nach kranio-medial vor, wird Typ 2A klassifiziert. Bei Migration nach kranio-lateral ergibt sich Typ 2B. Typ 2C beschreibt eine rein mediale Wanderung des Pfannenimplantates mit ausgedehnter Auswulzung der Zirkumferenz und Zerstörung der medialen Begrenzung. Bei ausgeprägten Defekten mit Diskriminierung des vorderen und hinteren Pfeilers und einer Migration von mehr als 2 cm nach kranial oder kranio-lateral klassifiziert man Typ 3. Defekte des kranialen Pfannenrandes von der 10 Uhr- bis zur 2 Uhr-Position, häufig verbunden mit Zerstörung des medialen

Pfannengrundes, werden als Typ 3A bezeichnet. Liegt eine Zerstörung des acetabulären Ringes von 9 Uhr bis 5 Uhr vor, ergibt sich Typ 3B. In Anlehnung an den jeweiligen Defekttyp gab die Arbeitsgruppe um Paprosky zusätzlich Therapieoptionen zur Pfannenrekonstruktion. Dabei wurde im Wesentlichen zum Einsatz großer Allografts geraten, was heute jedoch nicht mehr uneingeschränkt dem Stand der Wissenschaft entspricht (Paprosky et al., 1994; Johanson et al., 2010; Wettstein, 2010).

Die Klassifikation der AAOS nach D'Antonio basiert grundsätzlich auf zwei Säulen. Bei Verlust von Knochensubstanz im Bereich der acetabulären Höhle, jedoch mit intakter Ringstruktur, spricht man vom kavitären Defekt (Typ II). Liegt dagegen ein Defekt des knöchernen Pfannenringes vor, wird der Knochenverlust als segmental bezeichnet (Typ I). Unter Typ III versteht man die Kombination von kavitären und segmentalen Defekten. Typ IV wird im Falle einer Beckendiskontinuität vergeben und Typ V bezeichnet das Vorliegen einer Arthrodesen (D'Antonio et al., 1989).

Der Arbeitskreis Knochentransplantation der DGOT entwickelte ein Klassifikationssystem, welches sieben Defekttypen im Bereich der Pfanne unterscheidet. Bei Typ 1 liegen lediglich einfache Höhlenbildungen vor, die acetabuläre Ringstruktur bleibt erhalten. Die Typen 2 - 4 werden als unisegmentale Defekte bezeichnet. Nach der Lokalisation des Knochenverlustes unterscheidet man Typ 2 mit Pfannenbodendefekt, Typ 3 mit Pfannendachdefekt und Typ 4 mit Defekten im Bereich des vorderen oder hinteren Pfeilers. Bei Typ 5 handelt es sich um einen bisegmentalen Defekt mit Destruktionen im Bereich des Pfannendaches sowie des Pfannenbodens. Liegt zusätzlich ein Defekt des vorderen oder hinteren Pfeilers vor, wird Typ 6 mit trisegmentaler Verteilung klassifiziert. Unter Typ 7 versteht man das Vorliegen einer Beckendiskontinuität (Abbildung 1) (Bettin und Katthagen, 1997).

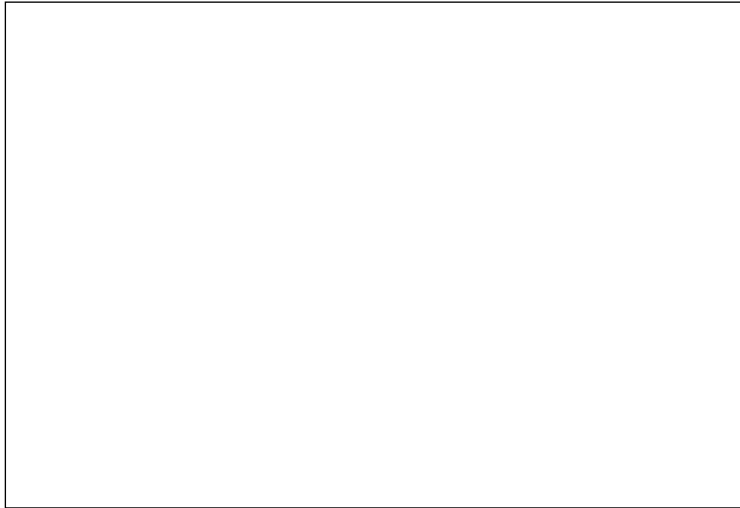


Abbildung 1: Defektklassifikation im Acetabulumbereich nach DGOT

(Abbildung mit freundlicher Genehmigung des Georg Thieme Verlages)

1.4 Scores als Bewertungsinstrumente

Um den Erfolg des künstlichen Gelenkersatzes beurteilen zu können, stehen verschiedene Bewertungssysteme zur Verfügung. Aufgrund der verbesserten Operationsverfahren und der zunehmenden Lebenserwartung der Patienten vollzog sich in den letzten Jahrzehnten ein Wandel, sodass die reine Bewertung von Überlebenszeiten, Operationskomplikationen und radiologischem Outcome zugunsten von Patientenzufriedenheit und Lebensqualität etwas in den Hintergrund trat (Katz et al., 1995; Ahmad et al., 2011). Die Scoresysteme lassen sich in drei Subtypen unterteilen. Dabei unterscheidet man gelenkspezifische Bewertungssysteme, zu denen Harris Hip Score und Oxford Hip Score zählen. Daneben existieren krankheitsspezifische Scores, deren bekanntester Vertreter der WOMAC (The Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) zur Beurteilung der arthrotischen Gelenkerkrankung von Hüfte und Knie ist. Zunehmend an Bedeutung gewinnen generische, die Lebensqualität betreffende Scores. Häufig zitiertes Beispiel für diese Gruppe ist der SF-36 (Study Short Form-36) (Bellamy et al., 1988; Ware und Sherbourne, 1992). Wird der Befund vom Arzt erhoben, spricht man vom beobachteradministrierten Scoresystem. Füllt dagegen der Patient selbständig einen Fragebogen aus, so handelt es sich um eine patientenorientierte Datenerfassung.

Der Harris Hip Score wurde 1969 von Harris im Rahmen einer Studie bei posttraumatischer Arthrose entwickelt (Harris, 1969) und ist inzwischen eines der meist genutzten Klassifikationssysteme bei der Beurteilung des funktionellen Ergebnisses

nach Hüft-TEP-Implantationen (Söderman et al., 2001). Es handelt sich um ein Punktesystem mit maximal 100 zu erreichenden Punkten. Die Erfassung des Harris Hip Score erfolgt durch den Arzt. Der Score setzt sich aus den Einzelparametern Schmerz, Funktion, Fehlstellung und Bewegungsausmaß zusammen, wobei den Kategorien Schmerz (maximal 44 zu erreichende Punkte) und Funktion (maximal 47 Punkte) eine besondere Aussagekraft zukommt. Die Variable Funktion ist weiter untergliedert in Gangbild (maximal 33 Punkte) und Aktivitäten (maximal 14 Punkte). Zu den Aktivitäten zählen Tätigkeiten, die eine wichtige Rolle bei der Bewältigung des täglichen Lebens spielen: Treppen steigen, Schuhe und Strümpfe anziehen, Sitzen sowie Einsteigen in öffentliche Verkehrsmittel. Maximal 4 Punkte können in der Kategorie Fehlstellung erreicht werden. Es wird jeweils ein Punkt abgezogen bei Vorliegen einer Abduktionskontraktur $> 10^\circ$, einer Innenrotationskontraktur $> 10^\circ$ in Streckstellung oder einer Beugekontraktur $> 30^\circ$. Ebenfalls wird der Gesamtwert um einen Punkt verringert bei einer Beinlängendifferenz $> 2,3$ cm. Weitere 5 Punkte werden in der Kategorie Bewegungsausmaß vergeben. Die Berechnung dieser Punktzahl ist sehr komplex. Dabei wird der Bewegungsumfang in Grad mit einem Faktor multipliziert, der die Bedeutung der Bewegung für den Alltag des Patienten enthält. So erhält die Flexionsbewegung eine höhere Wertigkeit als Rotationsbewegungen, die ersten 45° der Flexion eine höhere Wichtung als alle weiteren Grade über 45. Haddad modifizierte den Harris Hip Score hinsichtlich des Bewegungsausmaßes. Dabei erfolgt die Berechnung eines Gesamtwinkels durch Addition der einzelnen Werte für Flexion, Abduktion, Adduktion, Innen- und Außenrotation. Entsprechend dieser Summe wird eine Punktzahl zwischen 0 und 5 vergeben.

Die Beurteilung des klinischen Resultates erfolgt bei einer Gesamtpunktzahl von 90 - 100 Punkten als "sehr gut", bei 80 – 89 Punkten als "gut", bei 70 – 79 Punkten als "befriedigend" und bei weniger als 70 Punkten als "unbefriedigend" (Harris, 1969; Haddad et al., 1990).

1.5 Radiologische Auswertung

Essentieller Bestandteil der Ermittlung des Outcomes nach Pfannenwechsel ist die radiologische Auswertung. Dabei werden Inklinationswinkel, Gaps, radioluzente Linien und Implantatwanderung im zeitlichen Verlauf beurteilt. Zusätzlich wird auf Zeichen von Implantatbruch und periprothetischen Frakturen geachtet. Obwohl im klinischen Alltag häufig nur a.p.-Aufnahmen des betroffenen Hüftgelenkes oder Beckenübersichtsaufnahmen verfügbar sind, sollten zusätzlich seitliche Aufnahmen

erstellt werden. Denn nur damit ist die genaue Bestimmung der Pfannenanteversion und die Beurteilung des Zementmantels von Pfannen- und Schaftprothese möglich. In Abhängigkeit von der Dauer der Nachbeobachtungszeit werden Röntgenaufnahmen zu unterschiedlichen Zeitpunkten angefertigt. Bei kurzfristigen Untersuchungen sind Röntgenbilder präoperativ, unmittelbar postoperativ, nach 3, 6 und 12 Monaten sowie zur letzten Nachuntersuchung üblich. Eine besondere Bedeutung kommt dabei der unmittelbar postoperativen Aufnahme zu. Sie gibt dem Operateur Auskunft über die initiale Implantatausrichtung und -fixation und dient als Referenz für alle weiteren Röntgenbilder (Flecher et al., 2008; McBride und Prakash, 2011).

Die Ausrichtung der Pfanne im Raum wird durch Inklination und Anteversion definiert und ist assoziiert mit dem postoperativen Bewegungsumfang und der Gelenkstabilität. Es konnte gezeigt werden, dass bei einer Inklination von 45° verbunden mit einer Anteversion von 15° das geringste Risiko einer Prothesenluxation besteht (Biedermann, 2005). Unter Inklination versteht man den Winkel zwischen Pfannenausgang und axialer Schnittebene, während die Anteversion den Winkel zwischen Pfannenausgangsebene und koronarer Ebene beschreibt (Murray, 1993). Ein röntgendichtes Pfannenimplantat stellt sich in der Röntgenaufnahme als Ellipse dar (Gruen et al., 2005). Die Messung des Inklinationswinkels erfolgt in der a.p.-Aufnahme durch Bestimmung des Winkels zwischen der Längsachse der projizierten Ellipse und einer transversalen Linie durch das Becken. Dazu kann eine horizontale Markierung durch die jeweils untere Begrenzung der Foramina obturatoria ("foramen line"/ "obturator line"), der Tränenfiguren ("Teardrop-Linie") oder aber der Tubera ischiadicae gewählt werden (Ackland et al., 1986; Knight et al., 1993; Gruen et al., 2005). Die Bestimmung des Anteversionswinkels gestaltet sich schwieriger, da häufig nur a.p.-Aufnahmen zur Verfügung stehen. Komplexe Berechnungen auf Grundlage der mathematischen Gesetze zur Geometrie der Ellipse bringen häufig nur näherungsweise Ergebnisse (Weissman, 1983; Hassan et al., 1995).

Spezielle Aufmerksamkeit gilt Regionen, in denen kein direkter Kontakt zwischen der Oberfläche der Pfanne und dem Knochen besteht. Hier muss differenziert werden zwischen Gaps und radioluzenten Linien. Gaps sind bereits unmittelbar postoperativ sichtbar und stellen die Diskrepanz zwischen den intraoperativ verwendeten Fräsen und der halbsphärischen Pfannenkonfiguration dar. Bei Pressfit-Verankerung treten sie vor allen im apikalen Bereich auf, da die entscheidende Verankerung in der Äquatorialzone erfolgt. Das Verschwinden der Gaps im postoperativen Verlauf gilt als Zeichen der Osteokonduktion (Findlay et al., 2004; Macheras et al., 2006). Da es sich bei diesem Begriff um eine häufig verwendete und allgemein anerkannte Beschreibung

handelt, wird der Anglizismus in dieser Arbeit beibehalten. Dagegen sind radioluzente Linien in der postoperativen Aufnahme nicht ersichtlich, treten erst später auf und gelten als Anzeichen einer Implantatlockerung (Schmalzried et al., 1992, 1994; Gruen et al., 2005). Zur genauen Charakterisierung von Gaps und radioluzenten Linien werden Ausmaß, Verteilung und Veränderungen im Verlauf bestimmt. Dabei erfolgt die Einteilung des Acetabulum in drei Zonen nach DeLee und Charnley oder in fünf Zonen nach Bobyen et al. (DeLee und Charnley, 1976; Bobyen et al., 1999b).

Es existieren verschiedene Möglichkeiten, um die Wanderung eines Pfannenimplantates zu bestimmen. Zu den manuellen Messverfahren zählen die Methoden nach Sutherland, Wetherell und Massin. Als Hilfsmittel werden lediglich Stift und Lineal benötigt, Voraussetzung sind jeweils Beckenübersichtsaufnahmen. Die Methode nach Sutherland nutzt die Teardrop-Linie und die Köhler-Linie als Referenzpunkte. Unter der Köhler-Linie versteht man eine Gerade, die durch die medialen Konturen des Os ilium und des Os ischium definiert wird. Die Teardrop-Linie bezeichnet eine Hilfslinie, welche durch die unteren Begrenzungen beider Tränenfiguren zieht. Der Mittelpunkt des größten Pfannendurchmessers gilt als Hüftzentrum. Zur Bestimmung der Implantatwanderung werden die Abstände zwischen Hüftzentrum und Köhler-Linie bzw. Teardrop-Linie vermessen (Köhler, 1935; Sutherland et al., 1982). Ein ähnliches Vorgehen beschreibt die Arbeitsgruppe um Wetherell. Um eine mögliche Neigung des Röntgenbildes auszugleichen, wurden zwei neue Linien eingeführt. Dazu zählt eine senkrechte Gerade entlang der medialen Begrenzung des Beckens und durch den Mittelpunkt des Foramen obturatum in seiner größten horizontalen Ausdehnung ("obturator brim line"). Zusätzlich wird eine waagerechte Linie konstruiert, die durch die beiden Mittelpunkte der Strecke zwischen der unteren Begrenzung der Iliosakralgelenke und den Oberrand der Symphyse definiert wird (Sakroiliakal-Symphysen-Linie). Analog zur Alternative nach Sutherland erfolgt die Messung der Migration in horizontaler und vertikaler Richtung ausgehend vom Hüftzentrum (Wetherell et al., 1989). Massin et al. untersuchten die Hüften von zwei Verstorbenen und ermittelten diejenigen Referenzpunkte, die auch durch eine Beckenkipfung von $\pm 10^\circ$ nur wenig beeinflusst werden. Zur Bestimmung der vertikalen Pfannenwanderung wird die Strecke zwischen Hüftzentrum und Teardrop-Linie empfohlen. Lässt sich diese Referenzlinie nicht darstellen, so soll die Distanz zwischen kaudaler Begrenzung der Pfanneneingangsebene und Obturatorlinie gewählt werden. Eine senkrechte Linie durch die Tränenfigur bildet die Grundlage für die Migrationsmessung in der horizontalen Richtung, wobei der Abstand zwischen Hüftzentrum und Referenzlinie gemessen wird. Bei fehlender Darstellung der

Tränenfigur wird die Distanz zwischen Köhler-Linie und Hüftzentrum ermittelt (Abbildung 2) (Massin et al., 1989). Die Messgenauigkeit dieser Methoden wird mit 2 bis 7 mm angegeben.

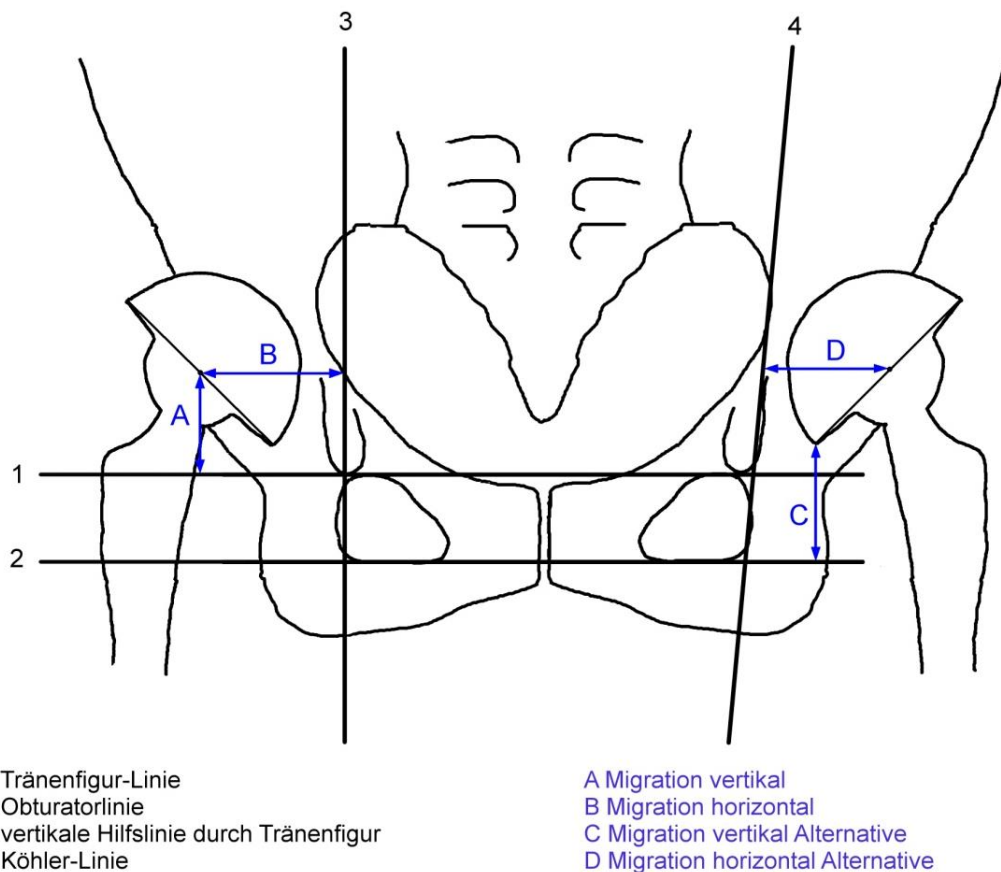


Abbildung 2: Migrationsmessung nach Massin

Links auf der Abbildung ist die Messung anhand der Tränenfigur dargestellt, rechts auf der Abbildung wird die Migrationsmessung bei Fehlen der Tränenfigur gezeigt (nach Massin et al., 1989).

Die Röntgenstereophotogrammetrie gilt als genauestes Verfahren zur Analyse von Migrationsbewegungen. Dabei werden intraoperativ mehrere Tantalmarker sowohl in den Beckenknochen als auch in das Polyethyleninlay implantiert. Voraussetzung für eine dreidimensionale Auswertung ist die simultane Anfertigung zweier Röntgenbilder in einem bestimmten Winkel zueinander. Die Auswertung erfolgt hierbei computergestützt. Die Messgenauigkeit dieses Verfahrens beträgt 0,25 – 0,35 mm. Als invasive Methode ist die Röntgenstereophotogrammetrie für den klinischen Alltag

ungeeignet. Ihr Einsatz bleibt auf prospektive Studien mit kleinen Fallzahlen beschränkt (Baldursson et al., 1979; Ilchmann et al., 1992; Kärrholm und Snorrason, 1992). Auch die Einzel-Bild-Röntgen-Analyse (EBRA) ist eine zuverlässige Methode zur Migrationsmessung. Zusätzlich können mit diesem Verfahren Inklination, Anteversion und Abrieb ermittelt werden. Voraussetzung für die Berechnung ist eine Folge von mindestens vier Beckenübersichtsaufnahmen, die digitalisiert werden. Die Auswertung kann für Pfanne und Schaft erfolgen. Um die Vergleichbarkeit der Röntgenbilder zu gewährleisten, wird am Bildschirm ein Netzwerk von Tangenten an prominenten Knochenkonturen konstruiert. Die Berechnung der Migration erfolgt mithilfe einer speziellen Software. Der Messfehler beträgt +/- 1 mm, jedes weitere Bild führt zu einer Verbesserung der Genauigkeit (Russe, 1988; Ilchmann et al., 1992, 1998; Krismer et al., 1997).

Die Kriterien für das Vorliegen einer Pfannenlockerung werden unterschiedlich definiert. Die Arbeitsgruppe um Jafari bescheinigt Implantatversagen, falls eine Migration von mehr als 3 mm oder eine Änderung des Inklinationswinkels von mehr als 5° auftritt. Ähnlich legen Gruen et al. die Grenzen der Pfannenlockerung fest. Hier gelten mindestens 3 mm Implantatwanderung in horizontaler oder vertikaler Richtung oder eine Inklinationsänderung von 8° als Grenzen. Dagegen sprechen Choplin et al. erst ab einer Migration von 6 mm oder einer Änderung des Inklinationswinkels von 10° und mehr von einer Implantatlockerung. Konsens besteht allerdings über die Bewertung von radioluzenten Linien in der Röntgenverlaufskontrolle. Haben diese eine Breite von mindestens 2 mm und erstrecken sich über alle drei Zonen nach DeLee, so gilt die Pfanne als gelockert (Gruen et al., 2005; Choplin et al., 2008; Jafari et al., 2010).

1.6 Pfannenrevisionsimplantate

Der Wechsel einer gelockerten Pfannenprothese in Zusammenhang mit acetabulären Knochendefekten stellt eines der größten Probleme in der orthopädischen Chirurgie dar. Die bereits initial feste Verankerung des Implantates am vorhandenen Wirtsknochen, als Primärstabilität bezeichnet, und die Rekonstruktion des knöchernen Implantatlagers gelten als primäre Zielsetzungen beim Revisionseingriff. Weitere Ziele sind die Wiederherstellung des anatomischen Rotationszentrums und der Ausgleich einer Beinlängendifferenz (Choplin et al., 2008; Issack et al., 2009a). Zur Überbrückung von Defekten können Knochentransplantate eingesetzt werden. Da im Wechselfall autologes Material aus dem Hüftkopf nicht zur Verfügung steht, werden vorrangig allogene Transplantate verwendet. Dabei unterscheidet man Spongiosachips

von strukturellen Grafts. Knochenchips werden schichtweise in das Knochenlager eingebracht und impaktiert. Liegen dagegen größere Defekte vor, können strukturelle Knochentransplantate eingesetzt werden, welche mit Schrauben fixiert werden. Bei komplexen Defekten können zudem metallische Augmentate in verschiedenen Formen und Größen implantiert werden (Trieb, 2007).

Im Falle einer Pfannenrevision stehen entweder erneut Primärimplantate oder spezielle Revisionssysteme zur Verfügung. Der Einsatz zementierter Primärpfannen bei Hüftpfannenwechseloperationen konnte sich nicht durchsetzen (Lachiewicz und Poon, 1998). Bereits nach kurzer Nachbeobachtungszeit von maximal 5,8 Jahren zeigten sich in bis zu 20,1 % der Fälle radiologische Lockerungszeichen (Kavanagh et al., 1985; Raut et al., 1995; Slooff et al., 1996). Nach mehr als 10 Jahren erschienen bis zu 42 % der Pfannen radiologisch gelockert und bis zu 22 % der Implantate mussten revidiert werden (Mulroy und Harris, 1990; Katz et al., 1997).

Bei vertretbarem Knochendefekt gelten heute zementfreie Primärpfannen mit porösen Oberflächen als Implantate der Wahl. Dabei werden jedoch Pfannenprothesen mit größerem Durchmesser als bei der Erstoperation eingesetzt (Isaack et al., 2009a). Die Ergebnisse beim Einsatz dieser Pfannen müssen in Abhängigkeit von der Größe des vorliegenden Knochendefektes betrachtet werden. Publikationen, die sich mit dem Einsatz von zementfreien Primärpfannen bei umschriebenen Knochendefekten beschäftigen, berichten über 10-Jahres-Überlebensraten von über 90 % (Templeton et al., 2001; Hallstrom et al., 2004; Jamali et al., 2004). Liegen dagegen ausgeprägte knöcherne Defekte vom Typ 3 nach Paprosky vor, so fallen die Ergebnisse deutlich schlechter aus. Die Arbeitsgruppe um Garcia-Cimbrelo berichtete über 65 Pfannenrevisionen, wobei in erster Linie die Defekttypen 2 und 3 nach Paprosky klassifiziert wurden (2 Hüften Typ 1, 38 Hüften Typ 2, 15 Hüften Typ 3A und 10 Hüften 3B). In 14 Fällen wurden strukturelle Transplantate eingebracht. Nach einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 8,3 Jahren zeigten sich in 22 % der Fälle schlechte klinische Ergebnisse, in 13 von 14 Fällen kam es zu einem Versagen der Knochentransplantate. 22 Pfannenprothesen zeigten radiologische Lockerungszeichen. 7 Hüften mussten erneut revidiert werden, wobei es sich jeweils um 3 Fälle nach Paprosky 3A und 3B handelte. Als Konsequenz dieser Untersuchung empfahlen die Autoren den Einsatz zementfreier Primärpfannen lediglich bei einer Kontaktfläche von mindestens 50 % zwischen Pfannenprothese und Wirtsknochen (Garcia-Cimbrelo, 1999; Della Valle et al., 2004). Hinsichtlich des Verankerungsmodus unterscheidet man zwischen Pressfit und line-to-line Techniken. Werden Implantate Pressfit verankert, so hat die eingesetzte Pfannenprothese einen größeren

Durchmesser als die letzte Fräse zur Präparation des Acetabulum. Die Primärstabilität wird hierbei durch Verklemmen der Pfannenzirkumferenz im Pfannenlager erreicht (Schmalzried et al., 1992, 1994). Da bei Pfannenwechseln häufig ein unzureichendes knöchernes Implantatlager vorliegt, erfolgt die Implantation in erster Linie line-to-line. Die meisten Erfahrungen existieren dabei mit der Harris Galante-Pfanne (Issack et al., 2009a). Einen Überblick über Ergebnisse mit Primärpfannen im Revisionsfall gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Ergebnisse nach Implantation von Primärpfannen bei Revision

Autor	n	Follow Up (Jahre)	Implantat	Revisionen gesamt	Jahr	Journal	Bemerkung
Dorairajan	50	2,7	Mallory/Head	5 (10 %)	2005	J Arthroplasty	
Hallstrom	122	12,5	Harris Galante I und II	18 (14,7 %)	2004	J Bone Joint Surg Am	
Jamali	63	10,8	Harris Galante I und II	4 (6,3 %)	2004	J Bone Joint Surg Am	
Lachiewicz	57	7,0	Harris Galante I und II	1 (1,8 %)	1998	J Bone Joint Surg Am	
Leopold	138	10,5	Harris Galante I	5 (3,6 %)	1999	Clin Orthop Rel Res	
Padgett	129	3,6	Harris Galante I	7 (5,4 %)	1993	J Bone Joint Surg Am	
Silverton	115	8,3	Harris Galante I	13 (11,3 %)	1996	J Bone Joint Surg Am	Folgestudie von Padgett
Della Valle	87	17,1	Harris Galante I	20 (23,0 %)	2005	J Bone Joint Surg Am	Folgestudie von Silverton
Templeton	61	12,9	Harris Galante I	8 (13,1 %)	2001	J Bone Joint Surg Am	
Weeden	134	13,2	Arthropor und Solution Pfanne	5 (3,7 %)	2006	J Bone Joint Surg Am	

Zur zementfreien Verankerung eignen sich zudem Jumbocups, die von Dearborn und Harris als Standardpfannen mit einem Durchmesser über 65 mm definiert wurden. Die verbesserte Verankerung dieser Implantate soll durch die Vergrößerung der Implantat-Knochen-Grenze erreicht werden. Schrauben sollen eine Rotationsinstabilität verhindern. Ausgedehnte Knochendefekte werden bereits durch das Implantat selbst ausgefüllt, eine Kombination mit Knochentransplantaten ist jedoch möglich. Bisher veröffentlichte Studien mit mittelfristigen Nachbeobachtungszeiten von 5 bis 10 Jahren zeigen gute Ergebnisse mit 5 – 8 % Implantatversagen (Jasty, 1998; Whaley et al., 2001; Obenaus et al., 2003; Patel et al., 2003). Die von Dearborn und Harris im Jahr 2000 publizierte Untersuchung dagegen beschreibt 3 septische Revisionen bei einer

Fallzahl von 18 Hüften und einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 7 Jahren. Die Nachfolgestudie nach durchschnittlich 13,9 Jahren zeigt keine weiteren Ausfälle (Dearborn und Harris, 2000; Hendricks und Harris, 2006). Weitere Publikationen mit langfristigen Ergebnissen stehen aktuell allerdings noch aus.

Auch bei der Implantation von speziellen Revisionssystemen stehen zementfreie Verfahren zementpflichtigen Techniken gegenüber. Zu den zementfreien Alternativen zählen die längsovale Revisionspfanne und die Sockelpfanne. Der bei Pfannenmigration entstehende Knochendefekt dehnt sich typischerweise längsoval in kranio-kaudaler Richtung aus. Zur optimalen Versorgung dieser Defektform wurden seit Beginn der 1980er Jahre ovale Pfannenimplantate entwickelt. Bekanntester Vertreter im deutschsprachigen Raum ist die längsovale Revisionspfanne der Firma Zimmer (im Folgenden LOR-Pfanne). Dabei handelt es sich um eine ovale Titanschale, deren longitudinaler Durchmesser um 6 bzw. 12 mm größer ist als der transversale Durchmesser. Ein Polyethyleninlay wird in das Pfannenimplantat eingeklickt. Zur Stabilisierung stehen Schraublöcher zur Verfügung. Zudem ist eine Unterfütterung mit Spongiosa möglich (Civinini et al., 2008). Bisher existieren nur wenige Publikationen mit kurz- und mittelfristigen Ergebnissen. Nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 2,6 bis 7,2 Jahren beträgt die Revisionshäufigkeit 2,5 bis 17,6 % (Chen et al., 2000; Herrera et al., 2006; Surace et al., 2006; Fickert et al., 2010). Auch über den Einsatz von Sockelpfannen gibt es nur einzelne Veröffentlichungen mit geringen Fallzahlen. Bei dieser Prothesenform handelt es sich um ein Pressfit zu verankerndes Implantat, welches aus einer hemisphärischen Titanpfanne und einem 7 – 9 cm langen Rippenstiel besteht. Dieser Sockel wird im vitalen Knochengewebe des Os ilium fixiert, sodass auch bei fehlender Abstützung im Acetabulumbereich eine primärstabile Verankerung erzielt werden kann. Sockelpfannen werden vor allem im deutschsprachigen Raum implantiert. In bis zu 20 % der Fälle traten jedoch postoperative Komplikationen auf und bereits nach kurzfristigen Nachbeobachtungsintervallen galten 16 % der Pfannen als gelockert (Schoellner und Schoellner, 2000; Perka et al., 2002; Tohtz et al., 2007).

Gerade bei ausgedehnten Defekten, in denen die Kontaktfläche zwischen Eigenknochen und Implantat weniger als 50 % beträgt, sind häufig strukturelle Knochentransplantate erforderlich. In diesen Fällen können verschiedene Pfannenschalen zum Einsatz kommen. Durch Haken und Laschen, welche am vitalen Knochengewebe verankert werden, wird ein Schutz des Transplantates durch Kraftübertragung vom Hüftgelenk auf den Wirtsknochen ermöglicht (Issack et al., 2009b). Müller- und Ganz-Ringe werden als Pfannendachschalen bezeichnet. Bei der

Müller-Schale handelt es sich um eine ringförmige Prothese mit kranialer Ausziehung, welche mit zahlreichen Schraublöchern zur Fixierung im Wirtsknochen versehen ist. Dieses Implantat wird in erster Linie bei kleineren, kavitären Defekten eingesetzt. Die Hakendachschale nach Ganz besteht aus einer hemisphärischen Titankomponente mit Schraublöchern und einer schmalen kranialen Ausziehung. Kaudal ist ein Haken angebracht, der in die Incisura acetabuli eingeschlagen wird. Dieses Implantat findet vor allem bei acetabulären Defekten im kranialen Pfannenbereich Verwendung. Klassischer Vertreter der Abstützschalen ist der Burch-Schneider-Ring, der eingesetzt werden kann, wenn Pfannendachschalen keine ausreichende Stabilität bieten. Auch Beckeninstabilitäten können mit diesem Implantat versorgt werden. Der Burch-Schneider-Ring besitzt eine kraniale und eine kaudale Lasche, welche sich zwischen intaktem Wirtsknochen des Os ischium und Os ilium ausspannen. Dadurch kann eine Überbrückung des Knochentransplantates erreicht werden. Eine Stabilisierung mit Schrauben erfolgt im Pfannenkavum und im Bereich der proximalen Lasche (Abbildung 3). In allen Fällen erfolgt die korrekte Positionierung des Drehzentrums durch Einzementieren eines Polyethyleninlays (Schlegel et al., 2008; Trieb, 2009). Beim Vergleich der Ergebnisse nach Implantation von Pfannenschalen finden sich in der Literatur vorwiegend Untersuchungen mit mittelfristiger Nachbeobachtungszeit. Dabei schwankt die Versagerquote zwischen 0 und 29,7 % (Udomkiat et al., 2001; Winter et al., 2001). Gerade bei Knochendefekten der Typen 3A und 3B nach Paprosky berichten auch aktuelle Veröffentlichungen in bis zu 19 % der Fälle über erforderliche Rerevisionen (Carroll et al., 2008). Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Ergebnisse nach Implantation von Pfannenschalen.



Abbildung 3: Pfannenschalen

Von links nach rechts sind die Müller-Schale, die Hakendachschale nach Ganz und die Burch-Schneider™ Stützschaale dargestellt (Abbildungen mit freundlicher Genehmigung von Zimmer).

Tabelle 2: Ergebnisse nach Implantation von Pfannenschalen bei Revision

Autor	n	Follow Up (Jahre)	Implantat	Implantat-versagen	Revisionen gesamt	Jahr	Journal
Berry	42	5,0	Burch-Schneider-Ring	12 (28,6 %)	12 (28,6 %)	1992	J Bone Joint Surg Br
Caroll	63	8,8	Burch-Schneider-Ring, Eichler Ring	12 (19,0 %)	12 (19,0 %)	2008	J Bone Joint Surg Br
Coscujuela	96	8,1	Burch-Schneider-Ring	6 (6,3 %)	3 (3,1 %)	2010	Hip Int
Garbuz	8	7,5	Burch-Schneider-Ring	1 (12,5 %)	1 (12,5 %)	1996	J Bone Joint Surg Am
Gerber	50	6,0	Ganz-Ring	7 (14,0 %)	4 (8,0 %)	2003	J Bone Joint Surg Am
Perka	63	5,5	Burch-Schneider-Ring	5 (7,9 %)	3 (4,8 %)	2001	J Arthroplasty
Siebenrock	36	11,4	Ganz-Ring	6 (16,7 %)	3 (8,3 %)	2001	Orthopäde
Udomkiat	64	4,6	Müller-Schale, Ganz-Ring, Burch-Schneider-Ring	19 (29,7 %)	14 (21,9 %)	2001	J Arthroplasty
Winter	38	7,3	Burch-Schneider-Ring	0	0	2001	J Bone Joint Surg Am

1.7 Problemstellung

Neben der Primärstabilität entscheidet die dauerhafte Implantatbindung an das vorhandene Knochengewebe über langfristige Erfolge. Hier spielen die Vorgänge der Osteoinduktion und Osteokonduktion eine entscheidende Rolle. Osteokonduktion beschreibt die Fähigkeit des Prothesenwerkstoffs oder des Knochentransplantates als Leitgerüst für einwachsendes, ortsständiges Knochengewebe zu dienen. Unter Osteoinduktion versteht man das Rekrutieren pluripotenter Zellen aus dem umliegenden Gewebe mit anschließender Differenzierung zu Osteoblasten (Goldberg und Stevenson, 1987; Feighan et al., 1995; Stevenson, 1999). Konventionelle Pfannenprothesen, die zur zementfreien Verankerung im Rahmen von Primär- und Revisionseingriffen entwickelt wurden, bestehen im Allgemeinen aus Reintitan, teilweise werden auch Titanlegierungen eingesetzt. Eine Osteointegration soll durch eine vergrößerte Oberfläche und durch eine gesteigerte Rauheit erreicht werden. Dazu stehen verschiedene Implantatbeschichtungen in Form von korundbestrahlten Materialien, Hydroxylapatit-Beschichtungen, Titanplasma-spraybeschichtungen und Titanetze zur Verfügung. Die genannten Werkstoffe zeichnen sich durch eine niedrige Porosität, einen niedrigen Reibungskoeffizienten und einen hohen Elastizitätsmodul aus. Je höher die Zahl dieses Kennwertes, desto steifer ist der Werkstoff. Der Anteil des Hohlraumes, der für die knöcherne Integration des Wirtsknochens zur Verfügung

steht, beträgt lediglich 30 bis 50 % (Sumner et al., 1993; Bobyn et al., 1999b; Effenberger et al., 2004).

Betrachtet man die Ergebnisse bei erneuter Implantation von Primärpfannen im Revisionsfall, dann fällt auf, dass in Verbindung mit umschriebenen Knochendefekten zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden können. Liegen dagegen ausgeprägte Defekte im Acetabulum vor, verursacht etwa durch Mehrfachrevisionen, dann kommen häufig große Allografts in Verbindung mit Abstützschalen zum Einsatz. Revisionsraten von 21,9 und 28,6 % bereits nach durchschnittlich 5 Jahren erscheinen nicht vertretbar (Berry und Müller, 1992; Udomkiat, 2001). Auch hinsichtlich der Verwendung von alternativen Implantaten wie Sockelpfanne und LOR-Pfanne liegen nur unzureichende Studienergebnisse vor. Durch die geringe Porosität konventioneller Werkstoffe ist die knöcherne Integration des Implantates eingeschränkt. Ein Material ähnlich den biomechanischen Eigenschaften des Knochengewebes verspricht ein verbessertes Einwachsverhalten (Bobyn et al., 1999a).

1.8 Trabecular Metal™

Die Einführung von Hüftpfannen, gefertigt aus einem solch neuartigen Werkstoff, gelang Ende der 1990er Jahre unter dem Markennamen Trabecular Metal™ (Firma Zimmer, Freiburg, BRD). Tantal ist im Bereich der Medizin bereits seit den 1940er Jahren bekannt. Zu seinen Einsatzgebieten zählten bisher die Defektdeckung im Bereich des Schädels, Gefäßstents, Ligaturclips, Zahnimplantate und radiologische Marker (Black, 1994). Der Werkstoff Trabecular Metal™ besteht zu 2 % aus einem Kohlenstoffgerüst und zu 98 % aus dem Metall Tantal. Diese Elemente sind dreidimensional in Form von Zwölfecken angeordnet. Besonderes Merkmal des Trabecular Metal™ ist seine außergewöhnlich hohe Porosität, die zwischen 75 und 80 % beträgt. Dabei liegt die durchschnittliche Porengröße bei etwa 550 µm und bietet somit optimale Bedingungen für Vaskularisierungsprozesse. Der Elastizitätsmodul wird mit 3 GPa angegeben und ähnelt damit sehr den Eigenschaften der Spongiosa (0,1 – 1,5 GPa) und Kortikalis (12 – 18 GPa). Als Vergleich dient das Titan, dessen Elastizitätsmodul 110 GPa beträgt. Eine weitere physikalische Besonderheit des Trabecular Metal™ stellt der hohe Reibungskoeffizient gegenüber Knochen dar, der deutlich über dem anderer Implantatmaterialien liegt. Zusätzlich zeichnet sich der Werkstoff durch seine immunologische Neutralität aus. Insgesamt besteht durch die Struktur und die mechanischen Eigenschaften des Trabecular Metal™ eine große Ähnlichkeit zu trabekulärem Knochen mit verbessertem Potential für die Osteokonduktion und möglicherweise sogar für osteoinduktive Prozesse (Abbildung 4)

(Bobyne et al., 1999a, b; Macheras et al., 2006). Im Falle der Verwendung von Trabecular Metal™ handelt es sich nicht nur um die Beschichtung der Pfanne, sondern um das Material des gesamten Implantates (Perka et al., 2007).

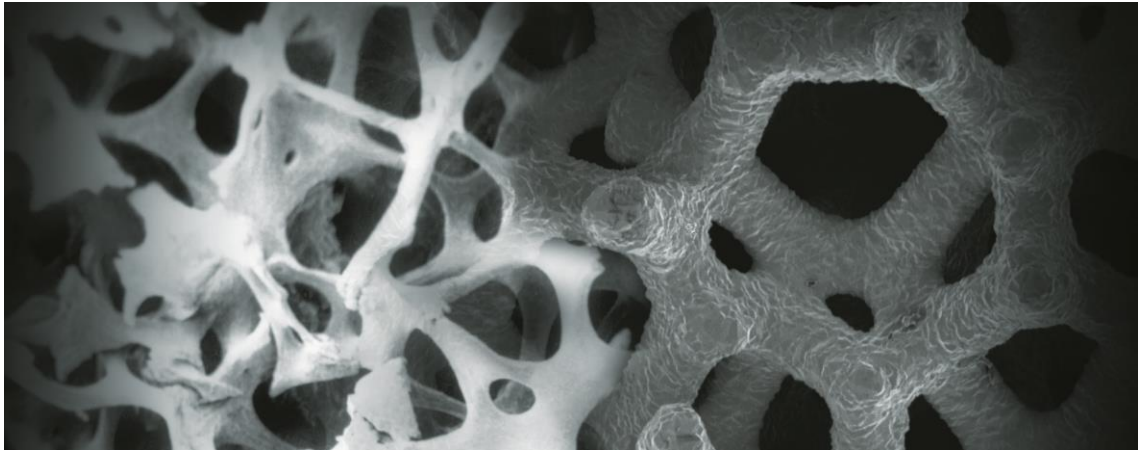


Abbildung 4: Trabecular Metal™

Auf der rechten Bildseite ist die Ultrastruktur des Trabecular Metal™ dargestellt, links sieht man zum Vergleich eine mikroskopische Aufnahme der Spongiosa (Abbildung mit freundlicher Genehmigung von Zimmer).

Als erstes Pfannenimplantat wurde 1997 eine Prothese im Monoblock-Design eingeführt. In diesem Fall sind Pfanne und Inlay bereits vormontiert und durch einen speziellen Herstellungsprozess fest miteinander verbunden. Anfang 2000 erfolgte die Markteinführung der Modularen Pfanne sowie der Revisionspfanne, die funktionell getrennte Pfannen und Inlays aufweisen. Entscheidender Unterschied zwischen beiden Systemen ist die Verankerung des Liners, die bei der Revisionspfanne mittels Knochenzement und bei der Modularen Pfanne zementfrei erfolgt. Bei den aufgeführten Prothesen handelt es sich um zementfrei zu implantierende Pressfit-Pfannen. Diese zeichnen sich durch eine halbsphärische Konfiguration mit einem Übermaß des äquatorialen Durchmessers von 2 mm aus. Durch Verklemmen der Pfannenzirkumferenz wird eine hohe Primärstabilität erreicht. Im Polbereich gewährleistet die Pfanne maximalen Knochenkontakt zur erfolgreichen Osteointegration. Alle Pfannenimplantate stehen als Variante mit Bohrlöchern zur zusätzlichen Schraubenfixierung zur Verfügung (Gruen et al., 2005; Unger et al., 2005; Perka et al., 2007; Fachinformation der Firma Zimmer). Zur Defektüberbrückung werden weitere Komponenten im Sinne eines Baukastenprinzips angeboten

(Abbildung 5). Tantalaugmentate in verschiedenen Formen und Größen können als Alternative zu strukturellen Allografts implantiert werden. Ermöglichen auch diese Elemente keine ausreichende Primärstabilität, können Pfannencages aus Trabecular Metal™ mit der Revisionspfanne kombiniert werden (Nehme et al., 2004; Sporer und Paprosky, 2006a, b; Kosashvili et al., 2010).



Abbildung 5: Trabecular Metal™ Revisionssystem

Gezeigt werden von links nach rechts: Trabecular Metal™ Modulare Pfanne, Trabecular Metal™ Revisionspfanne, halbmondförmiges Augmentat (Abbildungen mit freundlicher Genehmigung von Zimmer).

1.9 Zielstellung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung der kurzfristigen klinischen und radiologischen Ergebnisse nach Implantation von Tantalpfannen im Rahmen der Pfannenrevision am Universitätsklinikum Halle. In diesem Zusammenhang wurde spezieller Wert auf die radiologische Auswertung gelegt. Insbesondere wurde untersucht, wie sich das Migrationsverhalten der Pfanne, der Inklinationswinkel sowie Gaps und radioluzente Zonen zwischen Implantatoberfläche und Knochen im Vergleich zu ähnlichen kurz- und mittelfristigen Studien zu Pfannenrevisionsimplantaten verhalten.

2 Material und Methoden

2.1 Patientengut

Im Zeitraum von Oktober 2005 bis November 2007 wurden in der Klinik für Orthopädie und Physikalische Medizin des Universitätsklinikums Halle (Saale) 41 konsekutive Patienten mit Pfannenlockerung mit 44 Tantalpfannen (Trabecular Metal™ Modulare Pfanne oder Revisionspfanne, Fa. Zimmer, Freiburg, BRD), im Rahmen eines Pfannen- oder Komplettwechsels versorgt. Bei entsprechender Indikation wurden Tantalkeile implantiert (Trabecular Metal™ Buttress & Shim Augments, Fa. Zimmer, Freiburg, BRD). Es wurden alle Fälle eingeschlossen, bei denen ein Pfannenimplantat aus Trabecular Metal™ verwendet wurde, unabhängig davon, ob gleichzeitig ein Austausch der femoralen Komponente erfolgte.

2.2 Datenerfassung

Aus den vorliegenden Krankenakten wurden die Patientendaten retrospektiv erhoben. Dabei wurden die Stammdaten der Patienten (Alter, Geschlecht, Vorerkrankungen etc.), Angaben zu vorangegangenen Operationen sowie Einzelheiten der Tantalpfannenimplantation mit intraoperativen Daten und Hinweisen zum postoperativen Verlauf erfasst. Die Knochendefekte wurden anhand der Operationsberichte nach DGOT klassifiziert.

Im Rahmen der intensivierten Nachsorge bei Revisionsoperationen wurden die Patienten in der orthopädischen Ambulanz mehrfach klinisch und röntgenologisch untersucht. Im Rahmen dieses Nachsorgeprogrammes erfolgte zwischen November 2008 und August 2009 eine abschließende klinische und radiologische Untersuchung. Zu diesem Termin fand eine ausführliche klinische Untersuchung, die Beantwortung des Fragebogens zur Ermittlung des Harris Hip Score (im Folgenden HHS genannt, siehe Punkt 1.4) sowie eine Röntgenaufnahme des betroffenen Hüftgelenkes in zwei Ebenen statt. Der Abstand zwischen Operationsdatum und Nachuntersuchung betrug mindestens 20 Monate.

Bei Patienten, die alters- und krankheitsbedingt nicht zur Nachuntersuchung erscheinen konnten, musste auf den aktuellen klinischen Befund und die Röntgenuntersuchung verzichtet werden. In diesen Fällen floss der letzte klinische Befund und die letzte Röntgenaufnahme in die Untersuchung ein. Allerdings wurden zusätzlich Informationen zum Prothesenschicksal sowie Angaben zur subjektiven Zufriedenheit in Anlehnung an den Harris Hip Score telefonisch erfragt.

2.3 Klinische Auswertung

Bestandteil der letzten Nachuntersuchung war eine Anamnese, die gezielt die Patientenzufriedenheit im Alltag explorierte. Dazu wurden die Patienten zum aktuellen Schmerzniveau, Gebrauch von Analgetika, Gehstrecke, Gehhilfen und alltäglichen Verrichtungen (wie zum Beispiel Treppen steigen und Strümpfe anziehen) befragt. Zusätzlich erfolgte die Evaluation nach Harris Hip Score. Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurde der Lokalbefund beurteilt und die Beweglichkeit in den drei Bewegungsachsen nach der Neutral-Null-Methode vermessen. Es erfolgte die Untersuchung von Leistendruck- und Trochanterklopfeschmerz sowie das Vermessen der Beinlänge. Dazu wurden die Abstände zwischen Spina iliaca anterior superior und Malleolus lateralis beider Beine gemessen und verglichen. Darüber hinaus wurde das Trendelenburg-Zeichen beurteilt. Das Gangbild der Patienten wurde hinsichtlich Trendelenburg-, Schmerz- und Verkürzungshinken bewertet. Zum Ausschluss von neurologischen Komplikationen erfolgte zusätzlich eine Untersuchung der unteren Extremität hinsichtlich Sensibilität, Motorik und Durchblutung. Der zur Nachuntersuchung genutzte Evaluierungsbogen sowie die Vorlage zur Ermittlung des modifizierten Harris Hip Score finden sich im Anhang.

2.4 Radiologische Auswertung

2.4.1 Ziel

Ziel der radiologischen Auswertung war die Bestimmung des Pfanneninkinationswinkels sowie die Beurteilung des Migrationsverhaltens der Pfanne in horizontaler und vertikaler Richtung im Verlauf. Außerdem wurde auf das Vorliegen von Gaps und deren Entwicklung geachtet. Die radiologische Beurteilung erfolgte direkt postoperativ sowie zu einem zweiten Zeitpunkt nach durchschnittlich 4,0 Monaten und einem dritten Nachuntersuchungszeitpunkt nach durchschnittlich 29,3 Monaten.

Zur exakten Beschreibung radiologischer Veränderungen nutzten wir die Einteilung des Acetabulum in fünf Zonen nach Bobyn (A, B, C, D und E). Analog erfolgte die Einteilung der lateralen Aufnahmen in die Zonen A' bis E' (Abbildung 6) (Bobyn et al., 1999b).

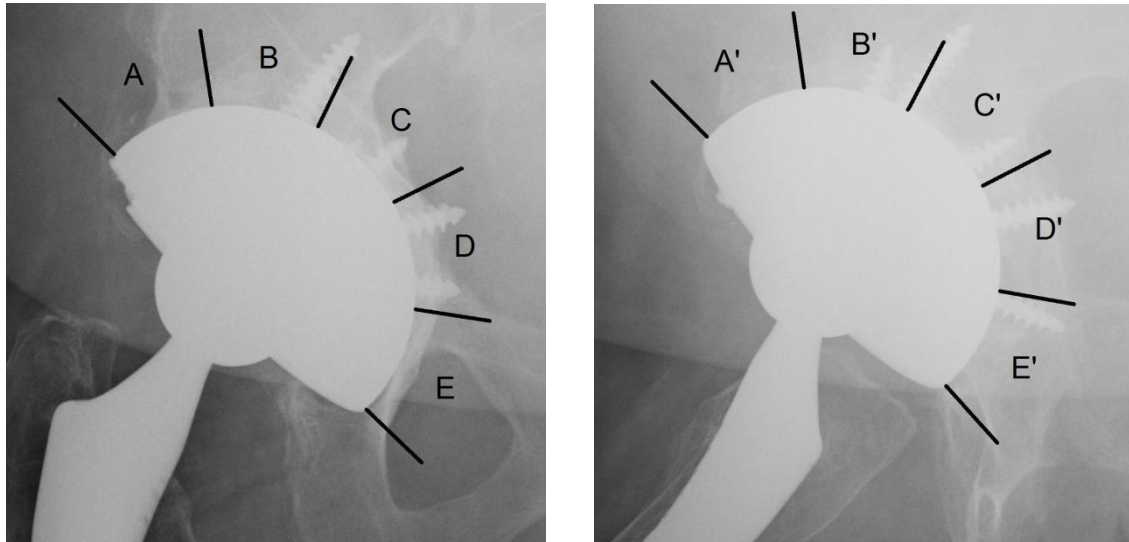


Abbildung 6: Einteilung des Acetabulum in fünf Zonen nach Bobyn

Links a.p.-Aufnahme, rechts seitliche Aufnahme. Bei hemisphärischer Pfannenkonfiguration (entsprechend 180°) ergibt sich für jede Zone eine Ausdehnung von 36° (nach Bobyn et al., 1999b).

2.4.2 Schablonenmethode

Von allen Patienten lag eine Beckenübersichtsaufnahme aus der präoperativen Diagnostik vor. Im postoperativen Verlauf wurden zum überwiegenden Anteil a.p.-Aufnahmen des betroffenen Hüftgelenkes angefertigt und nur zum Teil waren Beckenübersichtsaufnahmen vorhanden. Im Rahmen ihres Nachsorgetermines erhielten alle Patienten eine abschließende Röntgenkontrolle, wobei eine Aufnahme des jeweiligen Gelenkes in zwei Ebenen erzeugt wurde. Die Aufnahmen wurden in der radiologischen Abteilung der Klinik für Orthopädie und Physikalische Medizin am Universitätsklinikum Halle (Saale) mit dem Röntgengenerator Polydorax LX 50 der Firma Siemens angefertigt (Fa. Siemens, München, BRD). Die Beckenübersichtsaufnahmen, a.p.-Aufnahmen der Hüftgelenke und seitlichen Röntgenbilder wurden im Liegen mit einem Film-Fokus-Abstand von 1,15 m erzeugt.

Voraussetzung für die Bestimmung des Inklinationswinkels und die Migrationsmessung ist ein Beckengeradstand, der jedoch nur in einer Beckenübersichtsaufnahme oder durch Vermessen der Symphyse beurteilt werden kann. Hierbei können bestimmte Referenzpunkte gewählt werden und das Becken anschließend horizontal ausgerichtet werden. Da es sich in dieser Studie um eine retrospektive Beurteilung handelt und von der Mehrheit der Patienten im postoperativen Verlauf keine

Beckenübersichtsaufnahmen vorlagen, konnte eine Ausrichtung in den Beckengeradstand mithilfe der kontralateralen Seite nicht durchgeführt werden. Das Vermessen der Symphyse war ebenfalls nur eingeschränkt möglich, da die Struktur nicht auf allen Aufnahmen vollständig abgebildet war. Deshalb entwickelten wir ein Verfahren, mit dem die radiologische Auswertung trotz des Fehlens von üblicherweise genutzten Referenzpunkten möglich war.

Alle Röntgenaufnahmen lagen in digitaler Form im Bildarchivierungssystem Centricity® Enterprise Web vor (Fa. GE Healthcare, Chalfont St Giles, Großbritannien). Aus dieser Software konnten alle Bilder problemlos in das Grafikprogramm GIMP (GNU Image Manipulation Program) exportiert werden. Dabei handelt es sich um ein weit verbreitetes und online kostenfrei verfügbares Bildbearbeitungsprogramm.

Zunächst wurden die präoperativen Beckenübersichtsaufnahmen bearbeitet. Dazu wurde eine Referenzlinie zwischen den unteren Begrenzungen der Tubera ischiadicae beider Seiten markiert. Diese Hilfslinie wurde nun horizontal ausgerichtet und die Beckenübersichtsaufnahmen entsprechend rotiert. Somit wurde ein Beckengeradstand erzeugt, der die Basis für das weitere Vorgehen bildete. Mithilfe des Grafikprogrammes wurde nun eine zweite Bildebene eingefügt, in welcher anschließend manuell mit der Pinseloption eine Schablone der operierten Seite erstellt wurde.

Diese Schablone wurde auf Grundlage der präoperativen Beckenübersichtsaufnahme individuell für jeden Patienten erzeugt und galt als Vorlage für die Ausrichtung aller weiteren unilateralen Aufnahmen.

Dazu wurde die angefertigte Vorlage im Computerprogramm kopiert, als zweite Ebene in alle weiteren zu bearbeitenden Röntgenbilder eingefügt und die Größe der Schablone dem zu bearbeitenden Bild angepasst. Mithilfe der Skalierungsoption konnte die Ebenengröße unter Beibehalten der Seitenverhältnisse symmetrisch vergrößert oder verkleinert werden. Entsprechend markanter Bildpunkte wurde das Röntgenbild in den Beckengeradstand rotiert. Anschließend konnten alle benötigten Messungen durchgeführt werden. Die Abbildungen 7 bis 9 zeigen eine Bilderserie mit Anwendung der Schablonenmethode.



Abbildung 7: Präoperative Beckenübersichtsaufnahme

Die präoperative Beckenübersichtsaufnahme wird mithilfe einer horizontalen Referenzlinie durch die unteren Begrenzungen der Tubera ischiadicae in den Beckengeradstand rotiert.

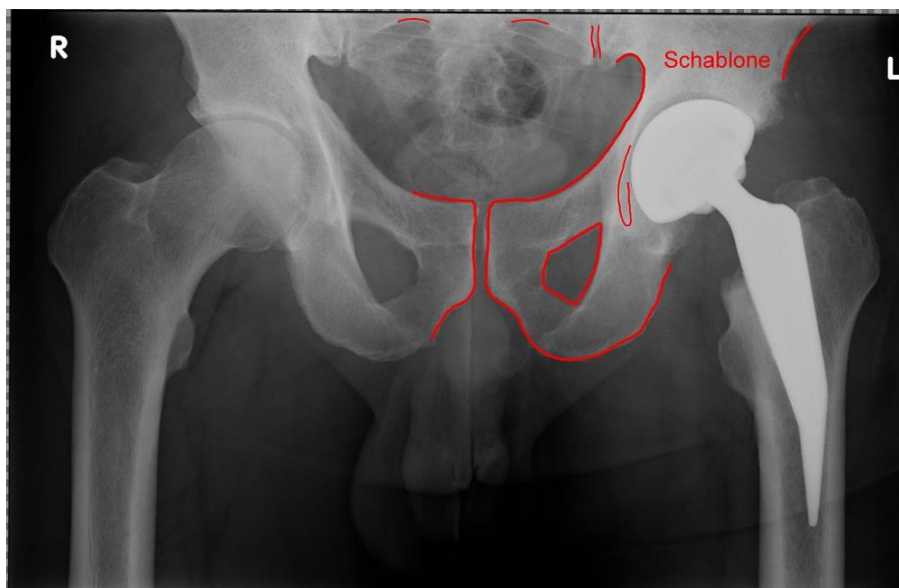


Abbildung 8: Erstellen der Schablone in der Beckenübersichtsaufnahme

Anhand markanter Punkte wird im Grafikprogramm eine Schablone der präoperativen Aufnahme erzeugt.

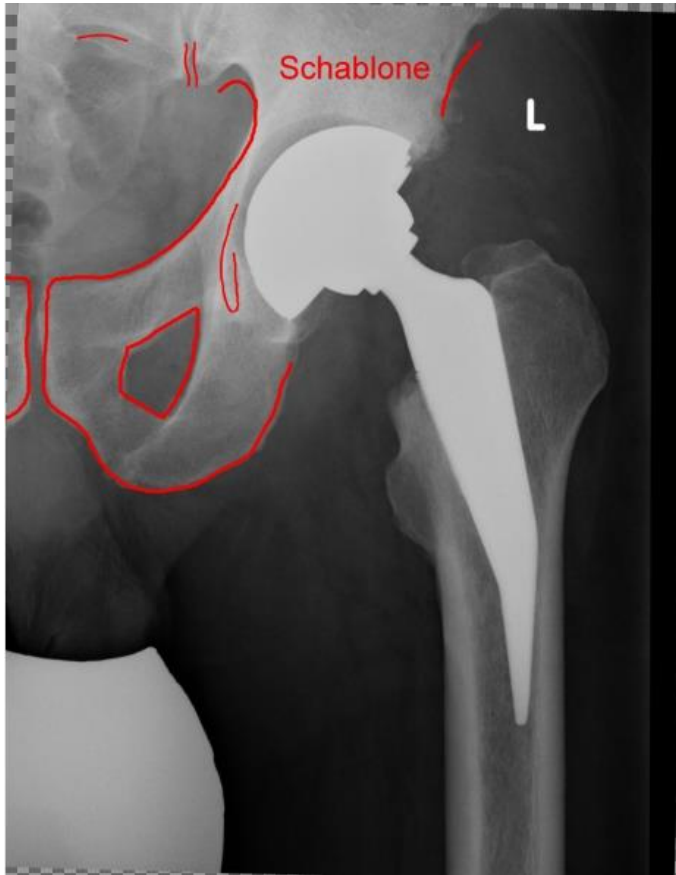


Abbildung 9: Postoperatives Röntgenbild

Die Abbildung zeigt die Verhältnisse nach Einfügen der Schablone, nach Adaptation der Größenverhältnisse und Ausrichten des postoperativen Röntgenbildes.

2.4.3 Analyse nach Bland-Altman

Um die Vergleichbarkeit der selbst entwickelten gegenüber der konventionellen Methode zu testen, nutzten wir eine Analyse nach Bland-Altman (Bland und Altman, 1986). Dabei handelt es sich um eine grafische Darstellung, welche die Schwankungsbreite der Abweichung zwischen zwei Messverfahren in Abhängigkeit von ihrer Größenordnung beschreibt. Pro Patient wird ein Messwert nach beiden Methoden erhoben. Somit erhält man einen Datensatz mit einem Messwertepaar pro Proband. In einem Punktediagramm werden die Differenzen zwischen beiden Messmethoden für jedes Wertepaar auf der Ordinate gegen die Mittelwerte der Messungen auf der Abszisse aufgetragen. Zur Interpretation werden drei horizontale Linien in das Diagramm eingefügt. Die mittlere Bezugslinie stellt die mittlere Abweichung der Methoden zueinander sowie die Richtung der Abweichung dar. Man berechnet hierfür den Mittelwert der Differenzen. Ergänzend wird ein

95 % Übereinstimmungsintervall definiert. Dieser Bereich enthält mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % unter Annahme einer Normalverteilung die Differenzen der Wertepaare aller zukünftigen Messungen. Zur Ermittlung der oberen und unteren Übereinstimmungsgrenzen benötigt man die Standardabweichung der Differenzen. Die Grenzen errechnen sich aus:

$$\bar{x} \pm 1,96 * s \quad (\bar{x} \dots \text{Mittelwert der Differenzen, } s \dots \text{Standardabweichung der Differenzen}).$$

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Gesamtfehler aus Methodenvergleich und intraindividuellem Messfehler ermittelt. Da die konventionelle Methode als Goldstandard gilt, kann der Messfehler hier vernachlässigt werden. Man erhält die Gesamtstandardabweichung, wenn man zusätzlich die Standardabweichung s_1 der Beträge der Differenzen zweier neuer Messungen nach folgender Formel berücksichtigt:

$$s_c = \sqrt{s^2 + \frac{1}{4} * s_1^2} \quad (s_c \dots \text{Gesamtstandardabweichung, } s_1 \dots \text{Standardabweichung der neuen Messungen}) \quad (\text{Bland und Altman, 1986, 1999; Grouven et al., 2007}).$$

Wir analysierten die Daten von 30 Patienten, welche aus einem Vergleichskollektiv ausgewählt wurden, in dem postoperativ Beckenübersichts- und a.p.-Aufnahmen vorlagen. Dabei wurden jeweils zwei Messwerte nach dem für die Studie entwickelten Verfahren und ein Messwert nach der konventionellen Methode ermittelt. Für die Pfannenmigration in horizontaler Richtung wird deutlich, dass die Schablonenmethode gegenüber dem konventionellen Verfahren um durchschnittlich 0,3 mm weniger misst. Unter Einbeziehung des Messfehlers und unter der Annahme eines 95 % Übereinstimmungsintervalls zeigt die selbst konzipierte Methode bis zu 0,8 mm mehr und bis zu 1,4 mm weniger an als die konventionelle Methode (Abbildung 10). Tabelle 3 zeigt die errechneten Parameter für den Vergleich der Methoden hinsichtlich des Inklinationwinkels, der horizontalen und der vertikalen Migration.

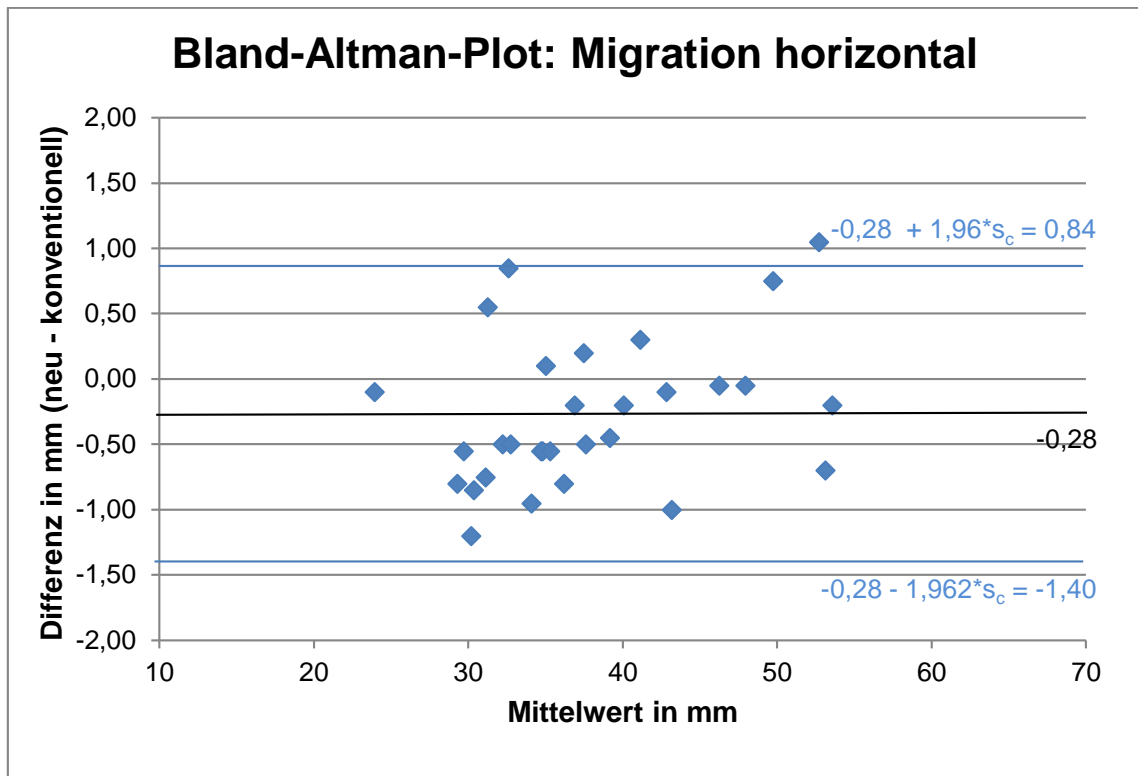


Abbildung 10: Bland-Altman-Plot

Die Abbildung zeigt einen Bland-Altman-Plot für den Methodenvergleich hinsichtlich der Pfannenmigration in horizontaler Richtung unter Berücksichtigung des Messfehlers. Die Differenzen zwischen beiden Messungen sind auf der Ordinate, die jeweiligen Mittelwerte der Messungen auf der Abszisse aufgetragen. Das 95 % Übereinstimmungsintervall ist durch die blauen Referenzlinien gekennzeichnet. Die schwarze Bezugslinie stellt die mittlere Abweichung der Methoden zueinander dar – die selbst konzipierte Methode misst im Mittel 0,3 mm weniger als die konventionelle Methode (nach Bland und Altman, 1986).

Tabelle 3: Parameter Methodenvergleich

	Inklinationswinkel [in °]	Migration horizontal [in mm]	Migration vertikal [in mm]
\bar{x}	-0,21	-0,28	-0,06
s_c	0,57	0,57	0,51
obere Grenze 95% Übereinstimmungsintervall	0,91	0,84	0,94
untere Grenze 95% Übereinstimmungsintervall	-1,33	-1,40	-1,06

Publikationen über manuelle Messungen der Pfannenmigration geben Messfehler zwischen 2 und 7 mm an (Sutherland et al., 1982; Massin et al., 1989; Nunn et al., 1989; Wetherell et al., 1989). Der in dieser Arbeit erhobene Messfehler ist geringer und wird daher als akzeptabel eingestuft. Beide Methoden gelten in unserer Studie als vergleichbar und untereinander austauschbar. Die radiologische Beurteilung aller Bilder erfolgte einheitlich unter Anwendung der für die Studie entwickelten Methode.

2.4.4 Messung des Inklinationswinkels, Migrationsmessung, Gaps

Nach Ausrichten der Röntgenaufnahme in den Beckengeradstand wurde der größte Pfannendurchmesser ermittelt. Anhand dieser Linie konnte der Inklinationswinkel digital bestimmt werden. Außerdem wurde der Mittelpunkt des Durchmessers als Referenzpunkt für die Migrationsmessung bestimmt und als "Hüftzentrum" deklariert. Die Ausgabe aller Längenangaben im Grafikprogramm erfolgte zunächst in der Einheit Pixel.

Die Migration der Pfannenkomponente beurteilten wir in leicht modifizierter Form nach Massin (vergleiche Abbildung 2) (Massin et al., 1989). Als Referenzpunkt diente die ipsilaterale Tränenfigur. Zur Konstruktion der Teardrop-Linie wurde eine horizontale Gerade durch die untere Begrenzung der Tränenfigur gelegt (Sutherland et al., 1982). Zusätzlich wurde eine vertikale Hilfslinie durch die mediale Begrenzung dieser Figur erstellt. Zur Messung der vertikalen Migration konnte nun die Distanz zwischen Hüftzentrum und Teardrop-Linie genutzt werden. Bei fehlender Darstellung der Tränenfigur erfolgte die vertikale Messung zwischen dem Hüftzentrum und der Obturatorlinie (Gerade entlang der unteren Begrenzung des Foramen obturatum). Der Abstand zwischen dem Hüftzentrum und der vertikalen Linie durch die Tränenfigur diente der Bestimmung der horizontalen Pfannenmigration. Alternativ wurde die Köhler-Linie genutzt, welche durch die medialen Begrenzungen des Os ischium und Os ilium definiert wird (Köhler, 1935). Mithilfe des gemessenen Pfannendurchmessers sowie der Migration in horizontaler und vertikaler Richtung (Werte in Pixel) konnte bei Kenntnis der implantierten Pfannengröße (Wert in mm) unter Zuhilfenahme einer einfachen Verhältnisgleichung der Wert für das Migrationsverhalten in Millimeter bestimmt werden. Die Veränderung des Inklinationswinkels sowie die Migration wurden durch Vergleich der Werte zum unmittelbar postoperativen und zum letzten Follow Up ermittelt.

Gaps wurden als Aufhellungen im apikalen Pfannenbereich definiert, die bereits in der unmittelbar postoperativen Röntgenaufnahme sichtbar waren (Abbildung 11). Eine Gap

wurde in dieser Arbeit als solche betrachtet, wenn sie sich über eine Länge $\geq 50\%$ einer der Zonen nach Bobyn erstreckte. Wir vermaßen die Gaps unmittelbar postoperativ sowie zur zweiten und dritten Nachuntersuchung in der a.p.-Ebene. Im Rahmen der letzten Untersuchung wurde zusätzlich die seitliche Aufnahme beurteilt. Die reale Breite der Gaps konnte bei bekanntem Pfannendurchmesser unter Anwendung einer Verhältnisgleichung bestimmt werden. Dagegen wurden strahlentransparente Bereiche als radioluzente Linien klassifiziert, wenn sie erst im Verlauf auftraten und in Arealen erschienen, in denen vorher keine Gaps sichtbar waren (Schmalzried et al., 1994; Bobyn et al., 1999b; Gruen et al., 2005).

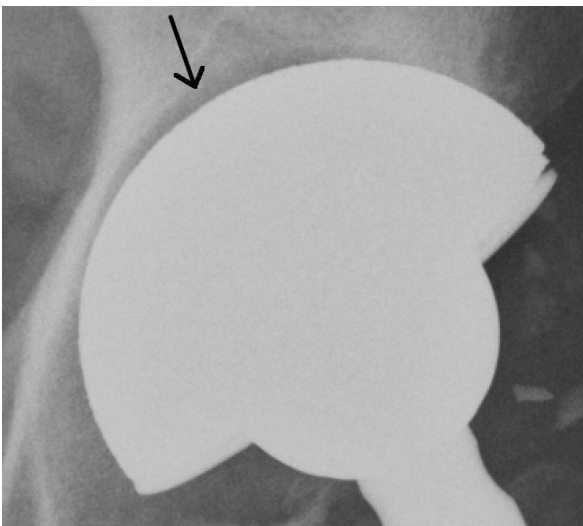


Abbildung 11: Darstellung einer Gap im apikalen Pfannenbereich

Eine Pfanne gilt als gelockert, wenn eine signifikante Migration in horizontaler oder vertikaler Richtung auftritt oder eine wesentliche Änderung des Inklinationwinkels in den Röntgenverlaufskontrollen im Vergleich zur unmittelbar postoperativen Aufnahme stattfindet. Auch bei Vorliegen von fortschreitenden radioluzenten Linien mit einer Breite über 2 mm in allen Zonen nach DeLee und Charnley wird eine Lockerung klassifiziert. Die Arbeitsgruppen um Jafari und Gruen identifizieren eine Pfannenkomponente als gelockert, wenn eine Migration von > 3 mm auftritt. Dagegen wählen Sporer und Paprosky als Grenze > 6 mm. Eine Lockerung wird zudem bei einer Veränderung des Inklinationwinkels von $> 5^\circ$, 8° bzw. 10° festgestellt (Gruen et al., 2005; Sporer und Paprosky, 2006b; Jafari et al., 2010). Unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit bei manuellen Messmethoden gilt in dieser Arbeit eine Pfanne als "radiologisch gelockert" bei einer Migration von mindestens 5 mm in vertikaler oder

horizontaler Richtung und/oder einer Veränderung der Pfanneninklination von mindestens 5°. Auch bei Vorliegen von fortschreitenden radioluzzenten Linien in allen Zonen nach Bobyn mit einer Breite von ≥ 2 mm wurde ein Pfannenimplantat als gelockert eingestuft. In Anlehnung an Jafari et al. wurde eine Komponente als "klinisch gelockert" identifiziert, wenn ein erneuter Pfannenwechsel wegen Pfannenlockerung/-ausbruch oder Protheseninfektion erfolgen musste. Um die Gesamtheit der Implantatlockerungen zu beschreiben, wurde die Bezeichnung "mechanisches Implantatversagen" gewählt. Darunter fielen Fälle, bei denen eine radiologische und/oder klinische Lockerung vorlag (Jafari et al., 2010).

3 Ergebnisse

3.1 Darstellung des Patientenkollektivs

Insgesamt wurden 41 Patienten operiert. Bei drei Patienten kam es nach der Tantalpfannenimplantation zu frühzeitigem Implantatversagen mit anschließender Revision, welche erneut mit einer Pfannenkomponente aus Trabecular Metal™ durchgeführt wurde. Diese Patientengruppe geht jeweils mit dem ersten Pfannenimplantat in die Auswertung ein. Da es sich jedoch um Frühkomplikationen handelte, konnte die radiologische und klinische Untersuchung nur für die im Rahmen der Reoperation eingesetzte zweite Tantalpfanne erfolgen. Zwei Patienten erlitten schwere systemische Komplikationen und verstarben im postoperativen Verlauf. Zwei weitere Patienten verstarben innerhalb der Nachbeobachtungsperiode im Alter von 89 bzw. 92 Jahren. Ein Zusammenhang zwischen Todesereignis und Pfannenwechsel konnte nicht nachgewiesen werden. Von den verbliebenen 37 Patienten erschienen 34 zur Nachuntersuchung. Die übrigen drei Patienten konnten nicht persönlich zum Termin erscheinen. Sie wurden aber telefonisch befragt und zeigten sich mit der Endoprothesenversorgung des betroffenen Gelenkes subjektiv zufrieden. In keinem der drei Fälle gab es Revisionsoperationen. Die mittlere Nachuntersuchungszeit aller Patienten betrug 29,3 Monate mit einer Spannweite von 20,1 bis 39,7 Monaten.

3.2 Patientendaten

3.2.1 Primäroperation

Die Indikation für die Erstversorgung mit einer Endoprothese wurde in mehr als 85 % der Fälle bei Vorliegen einer primären Coxarthrose oder sekundären Coxarthrose bei Hüftgelenksdysplasie gestellt.

In den Tabellen 4 und 5 sind die Stammdaten der Patienten sowie Angaben zu den im Rahmen der Primäroperation verwendeten Implantaten dargestellt. 18 Patienten mussten nach der endoprothetischen Primärversorgung auf der beobachteten Seite zum Teil mehrfach revidiert werden. Die dabei durchgeführten operativen Eingriffe werden nachfolgend aufgezeigt. Die mit * versehenen Werte wurden zum Revisionszeitpunkt erhoben.

Tabelle 4: Angaben zur Primäroperation I

	Mittelwert	Minimum	Maximum
Alter in Jahren bei Primärimplantation	59,0	34	78
BMI in kg/m ² *	27,6	18,9	43,6
Standzeit Primärpfanne in Monaten	113,9	1	329

Tabelle 5: Angaben zur Primäroperation II

	Anzahl	Häufigkeit in %	
Geschlecht	männlich	12	29,3
	weiblich	29	70,7
OP-Seite	links	20	48,8
	rechts	21	51,2
Indikation	primäre Coxarthrose	26	63,4
	sekundäre Coxarthrose bei Hüftdysplasie	9	22,0
	Schenkelhalsfraktur	2	4,9
	Hüftkopfnekrose	3	7,3
	sekundäre Coxarthrose bei Rheumatoider Arthritis	1	2,4
Vorerkrankungen *	Osteoporose	2	4,9
	Rheumatische Erkrankungen	4	9,8
	Karzinomerkkrankung	6	14,6
	Nephropathien	2	4,9
	Diabetes mellitus Typ 2	5	12,2
Risikofaktoren *	Immunsuppression	2	4,9
	NSAR	8	19,5
	Z.n. Chemotherapie	2	4,9
	Z.n. Radiatio	1	2,4
	Alkoholabusus	2	4,9
	Nikotinabusus	2	4,9
Prothesenversorgung untere Extremität *	Hüft-TEP kontralateral	15	36,6
	Knie-TEP ipsilateral	3	7,3
	Knie-TEP kontralateral	3	7,3
Operationen vor primärer Endoprothesenversorgung	Varisierungsosteotomie Femur bei Hüftdysplasie	2	4,9
	Tumorentfernung Os ilium	1	2,4

Pfannenprothese Primärimplantation	DDR Keramik Verbundprothese	5	12,2
	ABG	21	51,2
	Trilogy	7	17,1
	Schraubpfanne	4	9,8
	Müller	4	9,8
Implantationstechnik Pfanne	zementiert	9	22,0
	zementfrei	32	78,0
Knochen transplantation	homolog	3	7,3
	autolog	18	43,9
Implantationstechnik Stem	zementiert	11	26,8
	zementfrei	30	73,2
Revisionen ipsilateral	Pfannenwechsel	12	29,3
	Schaftwechsel	4	9,8
	Komplettwechsel	2	4,9
	septischer TEP-Ausbau und Spacereinlage	4	9,8
	Femurosteosynthese	2	4,9
	Entfernung heterotoper Ossifikationen	2	4,9

3.2.2 Wechseloperation

In mehr als 80 % der Fälle führte eine aseptische Pfannenlockerung zur Indikation für die Revision. Bei sechs Patienten erfolgte der Pfannenwechsel in Zusammenhang mit einer Protheseninfektion (Abbildung 12).

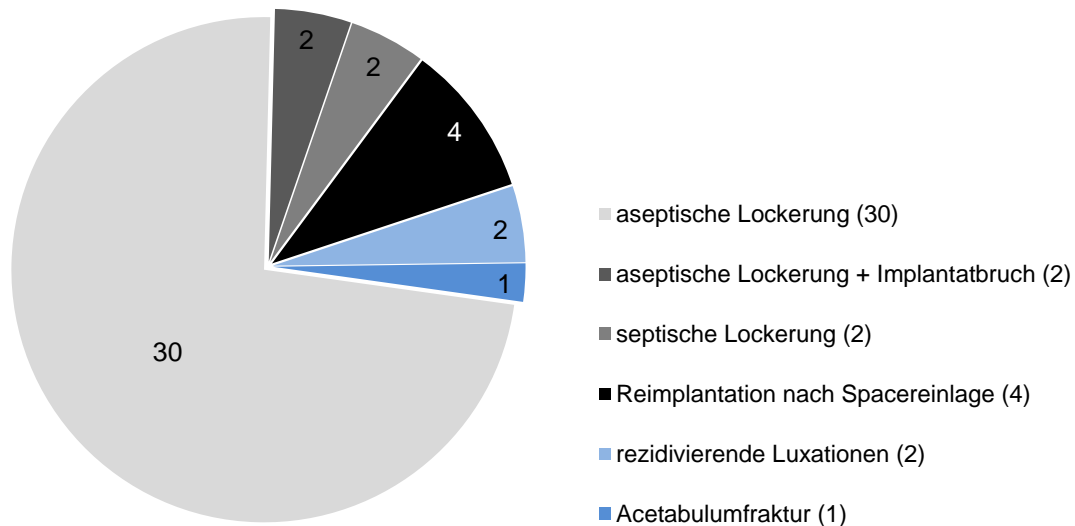


Abbildung 12: Indikationen für die Revision mit Tantalpfannenimplantation

Dargestellt sind die absoluten Häufigkeiten (n=41).

Im vorliegenden Patientenkollektiv wurden die Trabecular Metal™ Modulare Pfanne sowie die Revisionspfanne der Firma Zimmer implantiert. Verwendet wurden Köpfe aus Metall oder Keramik, jeweils in den Größen 32 oder 36 mm. Im Rahmen der Revisionsoperation wurde bei entsprechender Indikation bei einem Teil der Patienten gleichzeitig ein Schaftwechsel durchgeführt. In allen Fällen wurden Longevity® Inlays der Firma Zimmer aus hochvernetztem Polyethylen eingesetzt. Diese wurden bei Verwendung der Revisionspfanne einzementiert. Nach klinikinternem Standard erhielten alle Patienten eine perioperative Antibiotikaprophylaxe mit 1,5 g Cefuroxim i.v. 36 Patienten erhielten auch postoperativ eine antibiotische Behandlung. Diese wurde durchschnittlich elf Tage mit Cefuroxim oder einem Gyrasehemmer (Ciprofloxacin/ Moxifloxacin/ Levofloxacin) in entsprechender Dosierung zur Therapie von Weichteil- und Knocheninfektionen durchgeführt. Bei septischer Lockerung wurden in zwei Fällen Vancomycin und Rifampicin bzw. Metronidazol und Teicoplanin eingesetzt. Weitere Angaben zu den verwendeten Implantaten sowie operationstechnische Daten sind den Tabellen 6 und 7 zu entnehmen.

Tabelle 6: Angaben zur Tantalpfannenimplantation I

		Anzahl	Häufigkeit in %
Anzahl der Pfannenrevisionen vor Revision mit Tantalpfanne	0	27	65,9
	1	11	26,8
	2	3	7,3
Austausch der Komponenten	Pfanne isoliert	23	56,1
	Komplettwechsel	18	43,9
Bezeichnung Pfanne	Modulare Pfanne	37	90,2
	Revisionspfanne	4	9,8
Bezeichnung Stem	Epoch	6	33,3
	Revitan	10	55,5
	Optan	1	5,6
	Mutars	1	5,6
Material Prothesenkopf	Metall	26	63,4
	Keramik	15	36,6
Durchmesser Kopf	32 mm	26	63,4
	36 mm	15	36,6
Operateur	A	23	56,1
	B	9	22,0
	C	5	12,2
	andere	4	9,7
postoperativer Belastungsaufbau	Vollbelastung	18	43,9
	Teilbelastung	23	56,1

Tabelle 7: Angaben zur Tantalpfannenimplantation II

	Mittelwert	Minimum	Maximum
Alter in Jahren bei Wechseloperation	70,7	34,7	90,4
Operationsdauer in min	139	64	315
Pfannendurchmesser in mm	62,8	50,0	78,0
Blutverlust über Drainagen in ml	1045	190	2385
Liegedauer Drainagen in d	3,3	1,0	8,0
Krankenhausverweildauer in d	20,8	8	59

EKs intraoperativ	4,3	0	8
EKs postoperativ	1,3	0	6
EKs gesamt	5,7	0	11
FFPs intraoperativ	1,8	0	6
Hb präoperativ in mmol/l	8,0	5,7	9,7
Hb 1. Tag postoperativ in mmol/l	6,8	5,3	9,9
Hb 4./5./6. Tag postoperativ in mmol/l	6,5	4,7	8,5
Quick präoperativ in %	110	91	133
PTT präoperativ in s	30,6	26	39
CrP präoperativ in mg/l	8,6	0	71,0

Im Mittel wurden 3,7 Schrauben zur Stabilisierung der Pfanne benötigt. In vier Fällen war keine zusätzliche Fixierung erforderlich, maximal wurden 8 Schrauben verwendet.

Der im Kollektiv vorherrschende intraoperative knöcherne Befund war ein trisegmentaler Defekt mit Knochenverlusten im Pfannendach, Pfannenboden und im Bereich eines Pfeilers, entsprechend Typ 6 der DGOT-Klassifikation (Abbildung 13).

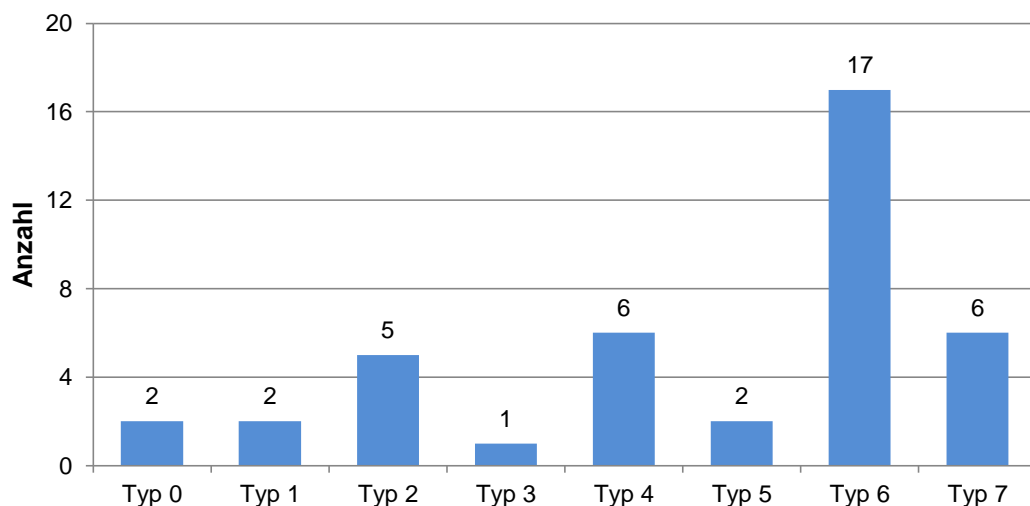


Abbildung 13: Intraoperative Knochendefekte nach DGOT

Die Abbildung verdeutlicht die genaue Verteilung der acetabulären Knochendefekte. Angegeben sind jeweils die absoluten Häufigkeiten (n=41).

Bei Vorliegen eines Defektes des kranialen und/oder dorsalen Pfeilers wurde bei vier Patienten ein Tantalaugmentat verwendet, welches jeweils mit zwei oder drei Schrauben stabilisiert wurde. Um einen direkten Metall-Metall-Kontakt zwischen Pfanne und Tantalblock zu verhindern, wurde zusätzlich Zement eingebracht.

Im Rahmen der Revisionsoperation erhielten 28 Patienten eine Knochentransplantation. Vier Patienten wurden mit autologem Knochen versorgt, welcher beim Fräsen gewonnen wurde. Dagegen erhielten 13 Patienten homologe Transplantate aus der klinikeigenen Knochenbank (Lobator-Verfahren, Fa. telos GmbH, Marburg, BRD). In elf Fällen verwendeten wir sowohl Eigen- als auch Knochenbankknochen. Bei 23 Patienten konnte aus dem Operationsbericht zudem die Art des Transplantates erhoben werden: Zehn Patienten erhielten strukturelle Allografts, bei zwölf Patienten wurden Spongiosachips eingebracht. Ein Patient erhielt sowohl Knochenchips als auch ein strukturelles Transplantat. Zusätzlich wurden in zehn Fällen Knochenersatzmaterialien (Grafton® DBM, Fa. Argon Dental, Bingen, BRD) sowie in fünf Fällen Knochenzement (Palacos®, Fa. Heraeus Medical, Hanau, BRD) benutzt.

Bei 9,8 % der Patienten kam es intraoperativ zu Komplikationen. In allen vier Fällen handelte es sich um Verletzungen des Femur bei gleichzeitig durchgeführtem Wechsel der femoralen Komponente. In drei Fällen konnten die Frakturen intraoperativ erfolgreich mit Titancerclagen versorgt werden, sodass die Patienten im Verlauf klinisch beschwerdefrei blieben und sich im Röntgenbild eine knöcherne Konsolidierung des Bruchspaltes zeigte. Im vierten Fall entstand beim Eintreiben der Femurprothese eine Fraktur über ausgedehnte Bereiche des Schaftes. Hier erfolgte eine Versorgung mit insgesamt sechs Titancerclagen. Trotz Entlastung über acht Wochen kam es bei dieser Patientin postoperativ zu einem Einsinken des Schaftes. Die weitere Behandlung erfolgte konservativ durch Teilbelastung und Schuhsohlenausgleich. Die Schaftkomponente war zum Nachuntersuchungszeitpunkt stabil.

Insgesamt traten bei 20 Patienten Komplikationen im postoperativen Verlauf auf. 15 Patienten mussten sich zum Teil mehreren Revisionseingriffen unterziehen. Drei Patienten erlitten bereits frühzeitig ein Implantatversagen mit aseptischer Lockerung oder Infektion der Prothese und unterzogen sich einer Revisionsoperation mit erneuter Implantation einer Tantalpfanne. Die Prothesenschicksale dieser Patientengruppe werden im Anschluss einzeln dargestellt. Die Tabellen 8 und 9 zeigen postoperative Komplikationen und notwendige Revisionseingriffe.

Tabelle 8: Postoperative Komplikationen

		Anzahl	davon mehrfach-operierte Patienten
Komplikationen	Hämatom	5	3
	Erguss	1	0
	Wundheilungsstörung	6	4
	Nervenlähmung	1	0
	Frühinfekt (<3 Monate)	2	1
	Spätinfekt (>3 Monate)	2	1
	aseptische Pfannenlockerung	2	1
	Pfannenausbruch nach Trauma	1	0
	rezidivierende Luxationen	4	4
	Schaftsinterung & aseptische Schaftlockerung	3	1
	Periprothetische Femurfraktur	2	1
	Tod bis 90 Tage postop. (90 Tage-Mortalität)	1	1

Tabelle 9: Postoperative Revisionen

		Anzahl
Revisionen	Hämatomausräumung	2
	Einfache Wundrevision	3
	Geschlossene Reposition	2
	Pfannenwechsel	4
	Femurosteosynthese	2
	Schaftwechsel	1
	Kopf- und Inlaywechsel	4
	Kopf-, Inlay- und Schaftwechsel	1

Zwei Patienten zeigten schwere postoperative Komplikationen, die innerhalb von 6 bzw. 20 Wochen zum Todesereignis führten. Ein Patient entwickelte eine pseudomembranöse Kolitis, die trotz adäquater allgemein-chirurgischer Versorgung zum Tod führte. Eine weitere Patientin musste sich wegen eines Pfannenausbruchs einem erneuten Wechsel ihrer Tantalpfanne unterziehen. Aufgrund einer Wundheilungsstörung war eine erneute Revision notwendig. Die multimorbide Patientin

mit Karzinomanamnese verstarb im Verlauf im Alter von 71 Jahren an respiratorischer Globalinsuffizienz.

3.3 Klinische Auswertung

Bei 34 Patienten konnte eine Nachuntersuchung erfolgen. Drei Patienten wurden telefonisch befragt und konnten Angaben zum Implantatschicksal sowie Aussagen zum Schmerzniveau und der Funktion der Endoprothese in Anlehnung an den Harris Hip Score machen. Die Auswertung von 34 vollständigen Datensätzen ergab eine durchschnittliche Punktzahl von 65,8 im Harris Hip Score. Das Minimum lag bei 18 Punkten, der maximal vergebene Wert betrug 99 Punkte. Die Zuordnung der erreichten Werte im Harris Hip Score in Kategorien zeigte, dass etwa die Hälfte der Patienten postoperativ einen als "unbefriedigend" bezeichneten klinischen Befund aufwiesen (Abbildung 14). Die Ergebnisse in den einzelnen Kategorien sowie der klinischen Untersuchung zeigen die Tabellen 10 und 11.

Tabelle 10: Ergebnisse nach Harris Hip Score

		Mittelwert	Minimum	Maximum	
Schmerz (44)		30,7	10	44	
Funktion (47)	Gangbild	Hinken (11)	6,2	0	11
		Gehhilfen (11)	4,5	0	11
		Gehstrecke (11)	7,7	0	11
	Aktivitäten	Treppen steigen (4)	1,8	0	4
		Schuhe anziehen (4)	1,9	0	4
		Sitzen (5)	4,2	0	5
		Einsteigen in öffentl. Verkehrsmittel (1)	0,7	0	1
Fehlstellung (4)		3,9	3	4	
Bewegungsausmaß (5)		3,4	1	5	
Gesamt (100)		65,8	18	99	

Die in Klammern angegebenen Werte entsprechen der maximal zu erreichenden Punktzahl.

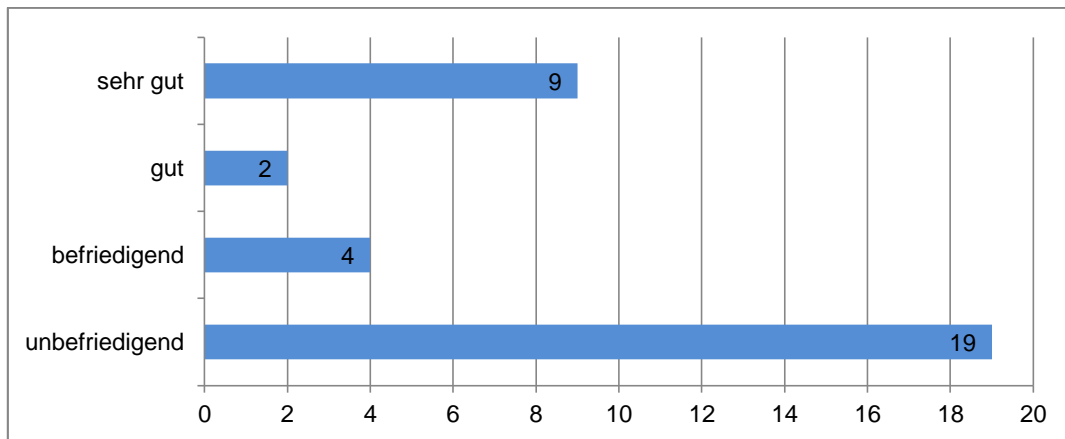


Abbildung 14: Bewertung der Ergebnisse nach Harris Hip Score

Dargestellt sind die absoluten Häufigkeiten (n=34). In 19 Fällen zeigt sich ein unbefriedigender Punktwert.

Tabelle 11: Ergebnisse der klinischen Untersuchung (n=34)

	vorhanden	nicht vorhanden
Beinlängendifferenz ab +/- 1 cm	7	27
Trendelenburg-Zeichen	21	13
Leistendruckschmerz	6	28
Trochanterklopfschmerz	14	20

Bei fünf Patienten wurde eine postoperative Beinlängendifferenz zwischen 1 cm und 1,5 cm festgestellt. In zwei Fällen zeigte sich eine Verkürzung des operierten Beines um 5 cm bzw. 6 cm. Alle Patienten zeigten einen unauffälligen Lokalbefund. Es bestanden weder Hinweise auf einen Gelenkerguss noch auf das Vorliegen eines Infektes.

3.4 Radiologische Auswertung

Eine röntgenologische Untersuchung fand zu drei Zeitpunkten statt. Eine unmittelbar postoperative Aufnahme war in allen 41 Fällen verfügbar und erfolgte nach durchschnittlich 6,5 Tagen. Die zweite klinische und radiologische Kontrolle fand im Mittel nach 4 Monaten statt. Zu diesem Zeitpunkt waren noch 36 Patienten erreichbar. Die letzte radiologische Nachbetrachtung erfolgte zum Nachuntersuchungszeitpunkt. Hier lagen Bilder von 34 Patienten nach durchschnittlich 29,3 Monaten vor. In der

Patientengruppe mit zweimaliger Tantalpfannenversorgung erfolgte die radiologische Auswertung der jeweils zuletzt implantierten Tantalpfanne.

Die Analyse der Gaps zeigte, dass bei 18 Patienten zu jedem Zeitpunkt vollständiger Kontakt zwischen knöchernem Pfannenlager und Implantat bestand. In 16 Fällen wurden zu bestimmten Zeitpunkten Diskrepanzen zwischen Pfannenoberfläche und Knochen gemessen (Tabelle 12).

Tabelle 12: Verteilung der Gaps und radioluzenten Linien

Pat.Nr.	Zone A			Zone B			Zone C			Zone D			Zone E			Lateralaufnahme zum 3. FU				
	postop.	4 Mon.	29 Mon.	postop.	4 Mon.	29 Mon.	postop.	4 Mon.	29 Mon.	postop.	4 Mon.	29 Mon.	postop.	4 Mon.	29 Mon.	Zone A'	Zone B'	Zone C'	Zone D'	Zone E'
1	0	0	0	2,5	1,3	0	3,0	2,1	0	2,7	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,3	0,2	0	0	0,7	0	0	0	0	0,7
3	0	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0	1,3	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0,5	0,3	0	1,4	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	1,1	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1,3	0	0	1,3	0,8	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	*	0	1,2	*	0	2,1	*	0	1,1	*	0	0	*	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	1,1	0	0	0	0	0,8
9	0	0	0	1,2	0,6	0	0,9	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	1,0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	3,9	3,9	0	2,9	2,9	0	2,6	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	1,0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0,7	0	0	1,7	0,6	0	0,8	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,8	0	0,7	1,2	0	0	0	0,6	1,1

Die Tabelle veranschaulicht die genaue Verteilung der Gaps und radioluzenten Linien postoperativ, nach 4 und 29 Monaten. Zur genauen Lokalisation wurde die Einteilung des Acetabulum in fünf Zonen nach Bobyn genutzt (Bobyn et al., 1999b). Dabei zeigen die grau unterlegten Felder die radioluzenten Linien an. Die Angabe der Breite erfolgt in mm. Die mit * markierten Felder zeigen, dass zu diesem Zeitpunkt kein Röntgenbild vorlag.

Bei zwölf Patienten (35 %) sahen wir in der postoperativen Röntgenaufnahme insgesamt 28 Gaps. In zwei Fällen war lediglich eine Zone nach Bobyn betroffen, bei vier Patienten zeigte sich eine Ausdehnung über zwei Zonen und in sechs Fällen waren die Zonen B, C und D betroffen. Ordnet man die Gaps einzeln den Zonen nach Bobyn zu, wird deutlich, dass die meisten Diskrepanzen in Zone C auftraten. In den Randzonen A und E waren alle Pfannenimplantate postoperativ fest verankert. Die Breite der unmittelbar postoperativen Gaps betrug zwischen 0,5 und 3,9 mm. Zur letzten Röntgenkontrolle waren 27 (96 %) der 28 Gaps nicht mehr nachweisbar. In einem Fall wurde zwar die Abnahme der Breite einer Gap im Verlauf beobachtet, zur letzten radiologischen Nachkontrolle war jedoch noch eine Diskrepanz von 0,2 mm in Zone D sichtbar. Der Patient wird engmaschig klinisch und radiologisch untersucht. Eine Patientin zeigte zur zweiten Nachkontrolle eine Diskrepanz zwischen

Knochenlager und Implantat mit Zunahme zur zuletzt durchgeführten Röntgenkontrolle. Diese radioluzenten Linien traten in den Zonen D und E auf und hatten eine Breite von maximal 1,2 mm. Bei drei Patienten fanden wir erst im Rahmen der zuletzt durchgeführten Röntgenkontrolle radioluzente Linien von maximal 1,1 mm in bis zu zwei aneinander grenzenden Randzonen. Da eine Breite von 2 mm nicht überschritten wurde, radioluzente Linien nur in einzelnen Zonen auftraten und keine Implantatwanderung vorlag, wurden alle aufgeführten Fälle als radiologisch integriert erfasst. Wir empfehlen jedoch kurzfristige klinische und radiologische Kontrollen.

Die Ergebnisse der Migrationsmessung zeigten, dass bei drei Patienten eine Wanderung der Pfanne in horizontaler Richtung von mindestens 5 mm stattfand bei gleichzeitiger Änderung des Inklinationwinkels von 5° und mehr. In zwei dieser Fälle kam es zudem zu einer signifikanten Migration in der vertikalen Ebene. Laut Definition wurde der radiologische Befund dieser drei Patienten als sicher gelockert bewertet. Bei einem Patienten fand eine Implantatwanderung in proximodistaler Richtung von 5,4 mm statt. Auch dieser Befund war vereinbar mit einer Pfannenlockerung, da das Implantat bereits unmittelbar postoperativ deutliche Instabilitätszeichen zeigte und auch im Verlauf keine ossäre Integration stattfand. Damit galten nach der in dieser Arbeit verwendeten Definition insgesamt vier Pfannenprothesen zum Nachuntersuchungszeitpunkt als radiologisch gelockert (Tabelle 13). Bei klinisch akzeptabler Gelenkfunktion, Beschwerdearmut und unter Betrachtung der Gesamtsituation hinsichtlich Vorerkrankungen und Anzahl der Voroperationen wurde sich zunächst gegen eine operative Therapie und für eine engmaschige radiologische Kontrolle entschieden. Im weiteren Verlauf sollte dann entschieden werden, ob bei Zunahme der klinischen Lockerungszeichen ein erneuter Pfannenwechsel durchgeführt wird.

Tabelle 13: Radiologisch gelockerte Fälle

Patientennummer	Vertikale Migration in mm	Horizontale Migration in mm	Änderung Inklinationwinkel in °
1	5,4	1,7	2,6
2	1,7	8,8	21,2
3	6,5	5,3	13,0
4	11,8	6,7	6,3

Vier Tantalpfannen galten als radiologisch gelockert. Die Tabelle zeigt das Ausmaß der Pfannenmigration und die Änderung des Inklinationwinkels zwischen erster postoperativer Röntgenuntersuchung und der zuletzt durchgeführten Röntgenkontrolle in diesen Fällen.

3.5 Kasuistiken: Patienten mit wiederholter Tantalpfannenimplantation

3.5.1 Patient A

Der Patient wurde im Alter von 75 Jahren aufgrund einer Hüftkopfnekrose zementfrei mit dem Trilogy® Pfannensystem und einem Optanschaft versorgt. An relevanten Nebenerkrankungen waren ein diätetisch geführter Diabetes mellitus Typ II und eine Adipositas bekannt. Bei Wundheilungsstörung mit Nachweis von Staphylococcus epidermidis und radiologischer Pfannenlockerung erfolgte nach drei Monaten eine Pfannenrevision mit Implantation einer 64 mm modularen Tantalpfanne. Intraoperativ zeigte sich ein Knochendefekt Typ 4 mit Diskriminierung des hinteren Pfeilers, sodass das Knochenlager mit allogener Spongiosa und Grafton aufgebaut wurde. Der intraoperative Verlauf gestaltete sich komplikationslos. Der Patient durfte unmittelbar postoperativ voll belasten. Es erfolgte eine antibiogrammgerichte Therapie mit Rifampicin und Vancomycin für vier Wochen. Im postoperativen Verlauf zeigte sich radiologisch eine erneute Lockerung der Pfannenkomponente mit ausgeprägter Saumbildung, sodass nach 14 Tagen ein weiterer Pfannenwechsel durchgeführt wurde. Es erfolgte wiederum die Implantation einer 64 mm Tantalpfanne, die in diesem Fall mit drei zusätzlichen Schrauben stabilisiert wurde. Der Pfannenboden stellte sich intakt dar, sodass auf eine Acetabulumplastik verzichtet werden konnte. Der intraoperative Abstrich erbrachte keinen Keimnachweis, sodass von einer aseptischen Lockerung ausgegangen wurde. Nach einer Nachbeobachtungszeit von 33 Monaten stellte sich ein zufriedener Patient vor, der völlig schmerzfrei lebte, aber durch einen zwischenzeitlich erlittenen Apoplex mit Hemiparese sowie deutliches Übergewicht (BMI 45,7 kg/m²) ein unregelmäßiges Gangbild und eine deutlich verkürzte Gehstrecke aufwies. Es zeigte sich ein reizloser Lokalbefund sowie eine Beinlängendifferenz von -1 cm am betroffenen Bein. Der Patient erreichte eine Punktzahl von 69 im Harris Hip Score.

3.5.2 Patient B

Im zweiten Fall handelt es sich um einen bei Tantalpfannenimplantation 71 jährigen Mann, der acht Jahre zuvor aufgrund einer primären Coxarthrose mit einer ABG-Endoprothese des linken Hüftgelenkes versorgt wurde. Nach 7,5 Jahren erfolgte der erste Pfannenwechsel mit Implantation einer Trilogy® Pfanne bei aseptischer Lockerung. Nach neun Monaten trat erneut eine aseptische Pfannenlockerung auf. Im Rahmen dieses Pfannenwechsels wurde eine Trabecular Metal™ Modulare Pfanne mit einem Durchmesser von 66 mm eingesetzt, die zusätzlich mit zwei Schrauben fixiert wurde. Intraoperativ zeigte sich ein ausgedehnter trisegmentaler Knochendefekt, der

als Typ 6 klassifiziert wurde und durch das Einbringen autologer Spongiosa und eines homologen Knochenblockes ausgeglichen wurde. Im postoperativen Verlauf entwickelte der Patient einen Frühinfekt mit Nachweis von *Enterococcus cloacae*. Es erfolgte eine Revision mit Kopf- und Inlaywechsel, in deren Folge der Patient zunächst beschwerdefrei wurde. Nach acht Monaten wurde eine erneute Infektion der Prothese mit Nachweis von *Peptostreptococcus magnus* festgestellt, sodass die komplette Prothese explantiert und ein Antibiotika-beladener Spacer implantiert wurde. Nach weiteren zwei Monaten und gesicherter Infektfreiheit bei laborchemisch unauffälligen Entzündungswerten und negativem Punktat konnte die Replantation der Totalendoprothese mit Einbau der zweiten Tantalpfanne erfolgen. Dabei wurde eine 80 mm Modulare Pfanne eingesetzt, die zusätzlich mit fünf Schrauben verankert wurde. Außerdem wurde ein Pfannenbodenaufbau mit autologen Knochenspänen aus dem Pfannengrund durchgeführt. Ein homologer Knochenblock wurde im Bereich des Pfannendaches eingebracht und mit zwei Schrauben fixiert. Aufgrund großer knöcherner Defizite im Bereich des Femurschaftes erfolgte die Implantation einer zementierten Mutars-Tumorprothese. Der Patient erhielt postoperativ eine resistenzgerechte Antibiose mit Vancomycin für 10 Tage und Ciprofloxacin für 22 Tage. Postoperativ wurde der Patient unter Teilbelastung des operierten Beines mobilisiert. Die Nachuntersuchung fand nach 22 Monaten statt und zeigte einen festen Implantatsitz sowie einen blanden Lokalbefund. Der Patient klagte über ein mittleres Schmerzniveau und erreichte im Harris Hip Score 37 Punkte.

3.5.3 Patient C

Die aufgeführte Patientin erhielt aufgrund einer sekundären Coxarthrose bei Hüftdysplasie primär eine ABG-Prothese. Bei aseptischer Pfannenlockerung wurde nach 3,5 Jahren bei longitudinalem Knochendefekt eine LOR-Revisionspfanne implantiert. Nach weiteren 1,5 Jahren galt das Pfannenimplantat erneut als gelockert. Es erfolgte die Implantation einer 56 mm Revisionspfanne aus Trabecular Metal™. Intraoperativ zeigte sich ein Knochendefekt Typ 7 mit Beckendiskontinuität. Kranial wurde eine Tantalaugmentat eingesetzt und mit zwei Schrauben fixiert. Die Pfanne wurde unterstützend mit vier Schrauben im Becken stabilisiert. Zusätzlich wurden allogene Spongiosachips in den Pfannenboden eingebracht und das Inlay wurde in üblicher Art und Weise einzementiert. Aufgrund der intraoperativen Defektsituation des Pfannenlagers und einer Adipositas permagna (BMI 43,6 kg/m²) durfte die Patientin das betroffene Gelenk postoperativ für 14 Wochen nur teilbelasten. Nach neun Monaten zeigte sich röntgenologisch eine erneute Lockerung mit zusätzlich

ausgeprägten Osteolysen im Pfannendach. Auch das Tantalaugmentat hatte sich zwischenzeitlich gelockert. In einer erneuten Reoperation erfolgte die Implantation einer 70 mm Tantal-Revisionspfanne im Sinne eines Jumbocups. Das Tantalaugmentat wurde entfernt, ein allogener Knochenkeil wurde kaudal eingebracht und mit zwei Schrauben fixiert. Mithilfe von acht Schrauben wurde die Pfannenprothese am Becken befestigt. Im Verlauf waren zwei weitere Revisionen aufgrund einer Dislokation des Inlays und rezidivierender Luxationen erforderlich. Zur Nachuntersuchung war die Patientin an zwei Unterarmstützen mobilisiert. Eine Vollbelastung des Hüftgelenkes war bei drohendem Pfanneneinbruch in das kleine Becken nicht zulässig. Die Patientin berichtete von Schmerzfreiheit und erreichte 62 Punkte im Harris Hip Score. Die röntgenologische Kontrolle zeigte eine gelockerte Pfanne mit einer horizontalen Migration von 6,7 mm, einer Implantatwanderung nach vertikal von 11,8 mm und einer Änderung des Inklinationwinkels von 6,3°. Aufgrund des hohen Operations- und Narkoserisikos wurde zunächst auf eine erneute Operation verzichtet.

3.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

In unserem Patientenkollektiv kam es klinisch zu vier Ausfällen. Darunter fielen zwei aseptische Lockerungen, ein Pfannenausbruch und ein Protheseninfekt. Drei dieser Patienten wurden mit einer zweiten Tantalpfanne revidiert und wurden im Rahmen dieser Studie nachbeobachtet. Zusätzlich galten vier Pfannenimplantate nach der in dieser Arbeit verwendeten Definition als radiologisch gelockert. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt war die Indikation zur Revisionsoperation nicht gestellt. Einschließlich der Patientengruppe mit Tantalpfannenreimplantation unterzogen sich 15 der 41 Patienten einer Reoperation. Darunter fielen vier Pfannenwechsel. Aufgrund von Wundheilungsstörung, rezidivierenden Luxationen oder Frühinfekt erhielten fünf Patienten einen Austausch von Kopf und Inlay.

4 Diskussion

4.1 Knöcherne Integration von Pfannenrevisionsimplantaten am Hüftgelenk

Es ist bekannt, dass bei Pfannenrevisionen mit ausgedehnten Knochendefekten im Acetabulum zu rechnen ist. Jeder erneute Wechsel führt zu einem zunehmenden Verlust der Knochenstruktur. Ziel jeder Revisionsoperation sollte daher ein Wiederaufbau des knöchernen Widerlagers sein, um im Falle eines wiederholten Wechsels ein stabiles Knochenlager vorzufinden. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, größere Knochendefekte im Wechselfall zu behandeln. Sollen etwa Pressfit-Standardpfannen erfolgreich implantiert werden, ist eine mindestens 50 %ige Kontaktfläche zum Wirtsknochen erforderlich (Garcia-Cimbrelo, 1999; Gross, 2006). Bei größeren Defekten wurden in der Vergangenheit häufig zementfreie Pfannen in Verbindung mit großen strukturellen Knochentransplantaten eingesetzt. Dabei galten jedoch bereits kurz- und mittelfristig bis zu 44 % der Implantate als radiologisch gelockert (Pollock und Whiteside, 1992; Hooten et al., 1994). Auch der Einsatz der längsovalen Revisionspfanne konnte sich nicht durchsetzen. Bereits nach einem mittelfristigen Nachuntersuchungszeitraum mussten bis zu 17,6 % der Implantate revidiert werden. Zudem ist beim Einsatz der LOR-Pfanne kein Aufbau des Knochenlagers möglich (Chen et al., 2000; Issack et al., 2009a). Am besten dokumentiert ist der Einsatz von Pfannenschalen bei großen acetabulären Defekten. Gerade bei Knochendefekten der Typen 3A und 3B nach Paprosky mussten jedoch auch in aktuellen Publikationen mittelfristig bis zu 21,9 % der Implantate revidiert werden (Udomkiat et al., 2001; Carroll et al., 2008). Bei unzureichender Integration der Knochentransplantate gilt das Risiko des Implantatversagens als drastisch erhöht, zudem lassen die Cage-Systeme kaum ossäre Integrationsprozesse zu (Goodman et al., 2004; Sporer und Paprosky, 2006a). Seit Ende der 1990er Jahre werden zunehmend Pfannenimplantate aus dem Werkstoff Trabecular Metal™ verwendet, welchem osteokonduktive und osteoinduktive Eigenschaften zugeschrieben werden (Perka et al., 2007). Aktuelle Studien, die über kurzfristige Ergebnisse bei Implantation von Tantalpfannen und –augmentaten berichten, versprechen hervorragende radiologische Ergebnisse und niedrige Versagensquoten (Flecher et al., 2008, 2010; Malkani et al., 2009). Die Arbeitsgruppe um Skyttä stellte 2011 erstmals eine Studie mit hoher Fallzahl vor. Dabei wurden die Überlebensraten von 827 Revisionspfannen aus Trabecular Metal™ anhand des finnischen Prothesenregisters erhoben. Hinsichtlich der aseptischen Pfannenlockerung zeigte sich eine 3-Jahres-Überlebensrate von 98 %, bezüglich jeglicher Revisionsoperation eine Rate von 92 %. Allerdings wurden in dieser Studie nur die an das Register gemeldeten Revisionen erfasst, persönliche

Nachuntersuchungen oder Röntgenverlaufskontrollen fanden nicht statt (Skyttä et al., 2011).

4.2 Komplikationen und Revisionen

Bei 9,8 % der Patienten sahen wir intraoperative Komplikationen. Dabei handelte es sich jeweils um Femurfrakturen. Da bei 18 Patienten ein simultaner Schaftwechsel durchgeführt wurde, ergibt sich hinsichtlich der intraoperativen Femurfraktur eine Häufigkeit von 22 %. Es waren jeweils zementfrei zu verankernde Revitan®-Schäfte implantiert worden. Eine Patientin unseres Studienkollektives, die sich einem zementfreien Komplettwechsel unterzogen hatte, entwickelte postoperativ eine Peroneusschwäche an der operierten Extremität. Der intraoperative Verlauf hatte sich komplikationslos gestaltet, sodass die Ätiologie ungewiss bleibt. Die Parese war unter intensiven physiotherapeutischen Maßnahmen vollständig regredient.

Als Hauptkomplikation einer totalen Hüftendoprothese gilt die periprothetische Femurfraktur, die sowohl intra- als auch postoperativ auftreten kann. Das Risiko einer intraoperativen Femurfraktur ist besonders hoch bei Anwendung von zementfreien Stems im Rahmen von Revisionseingriffen (Davidson et al., 2008). In der Literatur werden Häufigkeiten für intraoperative Femurfrakturen von 3,6 bis zu 20,9 % genannt. Einzelne Autoren geben sogar Risiken bis 46 % bei der Implantation von Langschaftprothesen an (Malkani et al., 1996; Chappell und Lachiewicz, 2005; Lindahl, 2007). Zu seltenen, jedoch schwerwiegenden Komplikationen zählen neurovaskuläre Verletzungen. In Zusammenhang mit arteriellen Verletzungen schwanken die Angaben in der Literatur zwischen 0,2 bis 0,3 %. Neben der gefürchteten iatrogenen Direktverletzung gehören auch subakute Ereignisse wie die Ausbildung arteriovenöser Fisteln und Pseudoaneurysmen in diese Gruppe (Fruhirth et al., 1997; Calligaro et al., 2003; Riouallon et al., 2009). Die Inzidenz einer Nervus ischiadicus-Schädigung im Revisionsfall beträgt bis zu 7,6 % (Amstutz et al., 1982; Nercessian et al., 1994). Dabei sind verschiedene Risikofaktoren, wie die Entwicklung eines postoperativen Hämatoms, Beinlängendifferenz, austretender Knochenzement sowie die Benutzung großer struktureller Allografts und Cages bekannt. Viele Ursachen bleiben jedoch ungeklärt (Schmalzried et al., 1997).

Wir stellen fest, dass Art und Häufigkeit der intraoperativen Komplikationen in der vorliegenden Arbeit mit den in der Literatur beschriebenen Schwierigkeiten vergleichbar sind. Alle intraoperativen Komplikationen traten ausschließlich in Zusammenhang mit einem simultanen Schaftwechsel auf. Damit war in unserem

Patientenkollektiv ein Komplettwechsel der Endoprothese mit einem höheren Operationsrisiko assoziiert.

Zusätzlich stellten sich bei 20 Patienten (49 %) im postoperativen Verlauf Komplikationen ein. 15 Patienten mussten sich einer Reintervention unterziehen. Zu direkt dem Pfannenimplantat zuzuordnenden Komplikationen zählten ein Pfannenausbruch, zwei aseptische Pfannenlockerungen und eine Protheseninfektion (9,8 % klinische Implantatausfälle). Die Patienten erhielten kurzfristig einen erneuten Pfannenwechsel. Zudem sahen wir rezidivierende Luxationen bei vier Patienten (9,8 %). In vergleichbaren Studien war in bis zu 8,2 % der Fälle ein erneuter Pfannenwechsel aufgrund aseptischer oder septischer Lockerung notwendig (Lakstein et al., 2009; Siegmeth et al., 2009; Van Kleunen et al., 2009). Hinsichtlich der Luxationsraten schwanken die Angaben zwischen 1,9 und 13 % (Flecher et al., 2008; Simon und Bellemans, 2009; Jafari et al., 2010; Lachiewicz und Soileau, 2010).

Bereits kurzfristig mussten vier Pfannenimplantate gewechselt werden. Diese Zahl erscheint vergleichsweise hoch. Es fällt auf, dass beide Patienten, die sich bei aseptischer Pfannenlockerung einer zweiten Tantalpfannenimplantation unterzogen, zum Operationszeitpunkt starkes Übergewicht mit einem Body Mass Index (BMI) über 40 kg/m², klassifiziert als Adipositas permagna, aufwiesen (WHO, 1998). Ein weiterer Patient zeigte einen erhöhten BMI von 31,6 kg/m². Drei der vier Betroffenen waren 71 Jahre oder älter. Eine Patientin war an einem Bronchialkarzinom erkrankt. In zwei der vier Fälle handelte es sich bei Tantalpfannenimplantation bereits um den zweiten oder dritten Pfannenwechsel. Insgesamt gilt die perioperative Komplikationsrate bei Revisionsoperationen im Vergleich zur Primärversorgung als erhöht. Es wird beschrieben, dass ein hoher BMI mit einer erhöhten Anzahl von Revisionsoperationen, Wundinfektionen und Luxationsereignissen korreliert (Kim et al., 2006; Lübbecke et al., 2008). Auch mehrfachrevidierte Pfannen zeigen höhere Komplikationsraten (Kinkel et al., 2007).

Aufgrund muskulärer Defizite durch frühere Zugangswege sowie Weichteilschädigung liegt bei Revisionseingriffen ein deutlich höheres Luxationsrisiko vor. Auch bei weiblichem Geschlecht, hohem Alter, bei Hüft dysplasie und Acetabulumfraktur in der Vorgeschichte ist die Gefahr für eine Gelenkluxation signifikant erhöht (Morrey, 1997). Die Luxationsrate im untersuchten Kollektiv betrug 9,8 %. In der vorliegenden Untersuchung waren drei Frauen und ein Mann betroffen, in drei Fällen handelte es sich bei Tantalpfannenversorgung bereits um die zweite oder dritte Pfannenrevision. Eine Patientin mit Typ 6-Defekt erlitt nach geschlossener Reposition keine weiteren

Ereignisse. Drei Patienten mit unisegmentalen Knochendefekten erhielten einen Kopf- und Inlaywechsel. In zwei Fällen wurden gekoppelte Inlayvarianten eingesetzt, bei einem Patienten erfolgte der Ausgleich durch Einbringen eines langen Prothesenkopfes. Alle Patienten wurden klinisch beschwerdefrei. Somit zeigen sich für unsere Patientengruppe ähnliche Ergebnisse.

Eine weitere gefürchtete Komplikation stellt die Infektion nach Endoprothesenversorgung dar. Wir beobachteten eine Infektionsrate von 9,8 %. Diese vier Patienten zeigten anamnestisch keinerlei Hinweise auf eine Gelenkinfektion. In einem Fall war ein Kopf- und Inlaywechsel notwendig, bei zwei Patienten war eine einfache Wundrevision mit prolongierter Antibiose ausreichend. Die Angaben anderer Autoren hinsichtlich des Auftretens von Infektionen schwanken zwischen 0 und 10,3 % (Flecher et al., 2008; Van Kleunen et al., 2009), sodass unser Ergebnis im oberen Bereich einzuordnen ist. Doch gerade bei Patient B der Kasuistiken, der einen Spätinfekt mit Ausbau der Prothese und Spacerimplantation entwickelte, bleibt die Ursache für den Protheseninfekt unklar. Präoperativ hatten sich keinerlei Anzeichen für ein Entzündungsgeschehen gezeigt.

In unserer Studienpopulation erlitten zwei Patienten schwere Komplikationen, die 6 bzw. 20 Wochen postoperativ zum Todesereignis führten. In beiden Fällen handelte es sich um Patienten mit schweren systemischen Vorerkrankungen. In Vergleichsstudien zur Pfannenrevision mit Tantalimplantaten wurden keine operationsbedingten Todesfälle beobachtet. Perioperative Sterberaten werden bei Endoprothesenoperationen im Allgemeinen mit der 90 Tage-Mortalität angegeben. Damit errechnet sich für unsere Studienpopulation eine 90 Tage-Letalität von 2,4 %. Hohes Alter, kardiale Vorerkrankungen und Karzinomanamnese gelten als Risikofaktoren für eine erhöhte Mortalität innerhalb von 90 Tagen (Bozic et al., 2012; Lübbecke et al., 2012; Singh und Lewallen, 2012). Vor allem für multimorbide Patienten über 75 Jahre besteht eine erhöhte Mortalitätsrate von 13,3 % bereits im ersten postoperativen Jahr (Radcliffe et al., 1999).

Im Studienkollektiv traten weder postoperative Thrombosen noch Lungenembolien auf. Selbst bei Applikation von niedermolekularem Heparin werden bei bis zu 16 % der Patienten nach Implantation von Hüfttotalendoprothesen thrombembolische Komplikationen beschrieben. Wir führen das Ausbleiben von Thrombosen auf den routinemäßigen Einsatz der VenaFlow®-Pumpe (Fa. Aircast Europa GmbH, Neubeuern, BRD) in Kombination mit der Applikation von niedermolekularen Heparinen in unserer Klinik zurück. Der Vorteil der pneumatischen Kompression im Vergleich zu

Antithrombosestrümpfen, jeweils in Kombination mit Heparin, wurde bereits für die Primärimplantation von Hüft- und Knieendoprothesen beschrieben (Silbersack et al., 2004; Memtsoudis et al., 2009).

In der vorliegenden Arbeit wurden die Begriffe "Komplikation" und "Revision" sehr weit gefasst. Generell werden bei der Beschreibung der Ergebnisse nach Pfannenwechsel unter der Bezeichnung "Revision" Reinterventionen wegen septischer oder aseptischer Lockerung oder aufgrund rezidivierender Luxationen zusammengefasst (Kim et al., 2008; Siegmeth et al., 2009). In unserer Studie zählten zudem Hämatomausräumung, einfache Wundrevisionen, Femurosteosynthesen und Schaftwechsel in diese Kategorie. Eine klare Trennung der Komplikationen zwischen Pfannen- und Femurkomponente ist nach unserer Ansicht nicht möglich.

4.3 Röntgenologische Ergebnisse

4.3.1 Pfannenlockerung

In der vorliegenden Studie beobachteten wir insgesamt vier radiologische Pfannenlockerungen. Die Patienten fielen im postoperativen Verlauf durch eine zunehmende Implantatwanderung mit oder ohne zusätzliche Veränderung des Inklinationwinkels auf. Keine der Pfannenprothesen war bis zum Ende des Nachbeobachtungszeitraumes revidiert worden. In allen Fällen handelte es sich um multimorbide, alte Patienten (> 80 Jahre) und/oder um Patienten mit mehrfachen Pfannenwechseln in der Vorgeschichte, sodass bei geringem Leidensdruck der Betroffenen zunächst auf eine weitere Intervention verzichtet wurde. Es fällt auf, dass diese Patienten bis zur Tantalpfannenimplantation bereits einen oder zwei Pfannenwechsel erhalten hatten. Bezüglich der Defektklassifikation nach DGOT lagen die Defektypen 3; 4; 6 und 7 vor. Publikationen, die über kurzfristige radiologische und klinische Ergebnisse nach Tantalpfannenimplantation bei Pfannenwechsel berichten, geben radiologische Lockerungsraten bis 5,9 % an (Lakstein et al., 2009; Siegmeth et al., 2009) (Tabelle 14).

Tabelle 14: Ergebnisse nach Implantation von Tantalpfannen bei Revision

Autor	n	Follow Up (Jahre)	Defekt nach Paprosky	Implantat	Revisionen	radiologische Lockerung	Jahr	Journal
Flecher	23	2,9	3A, 3B	Revisionspfanne	1 (4,3 %)	0	2008	J Arthroplasty
Flecher	72	4,0	1 bis 3	Modulare Pfanne, Revisionspfanne	3 (4,1 %)	0	2010	Orthop Traumatol Surg Res
Jafari	81	2,9	1 bis 3	n.a.	n.a.	2 (2,5 %)	2010	Clin Orthop Relat Res
Kim	46	3,3	2 und 3	Revisionspfanne	1 (2,2 %)	1 (2,2 %)	2008	Hip Int
Lachiewicz	39	3,3	2 und 3	Modulare Pfanne, Revisionspfanne	6 (15,4 %)	1 (2,6 %)	2010	Clin Orthop Relat Res
Lakstein	53	3,7	n.a.	Modulare Pfanne, Revisionspfanne	2 (3,8 %)	2 (3,8 %)	2009	Clin Orthop Relat Res
Malkani	22	3,2	2 und 3	Revisionspfanne	1 (4,5 %)	0	2009	J Arthroplasty
Siegmeth	34	2,8	2 und 3	Revisionspfanne, TM Augmentat	2 (5,9 %)	2 (5,9 %)	2009	Clin Orthop Relat Res
Simon	53	2,4	1 bis 3a	Modulare Pfanne	2 (3,8 %)	1 (1,9 %)	2009	Acta Orthop Belg
Sporer	28	3,1	3A	Modulare Pfanne	1 (3,6 %)	0	2006	J Arthroplasty
Unger	60	3,5	1 bis 3	Monoblock Cup	1 (1,7 %)	0	2005	J Arthroplasty
Van Kleunen	97	3,7	2 und 3	Modulare Pfanne, Revisionspfanne, TM Augmentat	9 (9,3 %)	3 (3,1 %)	2009	J Arthroplasty
Weeden	43	2,8	3A und 3B	Modulare Pfanne, Revisionspfanne, TM Augmentat	1 (2,3 %)	1 (2,3 %)	2007	J Arthroplasty
eigene Arbeit	34	2,4	n.a.	Modulare Pfanne, Revisionspfanne, TM Augmentat	n.a.	4 (11,8 %)	2012	-

Die Tabelle zeigt radiologische Ergebnisse und Revisionshäufigkeiten bei der Implantation von Tantalpfannen bei Revision. Die eigenen Ergebnisse wurden in der unteren Spalte eingefügt. Betrachtet wurden 34 komplett nachbeobachtete Patienten.

Auch alternative Möglichkeiten der Pfannenrevision zeigen gemischte Ergebnisse. Bei der Implantation des Burch-Schneider- und Eichler-Ringes berichteten Carroll et al. bereits mittelfristig über vier aseptische und sechs septische Lockerungen (15,9 %) (Carroll et al., 2008). Die Arbeitsgruppe um Gerber beobachtete nach durchschnittlich 6 Jahren sechs aseptische Lockerungen und eine septische Lockerung, entsprechend 14 % der Patienten (Gerber et al., 2003). Nach 4,6 Jahren klassifizierten Udomkiat et al. 17 % der Pfannenschalen als radiologisch gelockert (Udomkiat et al., 2001). Wurde bei einem Großteil der Patienten gleichzeitig der Schaft revidiert, mussten nach 5 Jahren 28,6 % der Burch-Schneider-Ringe als gelockert eingestuft werden (Berry und Müller, 1992). Beim Einsatz von Jumbocups im Rahmen der Pfannenrevision zeigten

nach einer mittelfristigen Nachbeobachtungszeit bis zu 5,6 % der Implantate Lockerungszeichen und wurden revidiert (Jasty, 1998; Whaley et al., 2001; Obenaus et al., 2003; Patel et al., 2003). Zur Überbrückung kranialer Knochendefekte wird immer wieder der Einsatz längsovaler Pfannenimplantate diskutiert. Während einerseits über geringe Revisionsraten zwischen 2 und 3,6 % berichtet wurde, gab es andererseits Aussagen über eine hohe Komplikationsrate von bis zu 24 % im mittelfristigen Follow Up (Köster et al., 1998; Chen et al., 2000; Civinini et al., 2008). Bei der zementfreien Verankerung von Pfannenimplantaten in einem hohen Hüftzentrum wurden kurz- und mittelfristige Lockerungsraten zwischen 2,4 und 6 % beobachtet (Kelley, 1994, Schutzer und Harris, 1994; Gustke, 2004). Nach 10,4 Jahren nannten Dearborn und Harris eine Versagerrate von 10,9 % (Dearborn und Harris, 1999). Mit einer Lockerungsrate von 11,8 % liegen wir über der in den aufgeführten Veröffentlichungen mit Implantation von Pfannen aus Trabecular Metal™. Doch gerade beim Einsatz von Pfannendachschalen wurden mittelfristig hohe Lockerungsraten von bis zu 17 % angegeben (Udomkiat et al., 2001). Damit sind die Ergebnisse der eigenen Studie aktuell als erfolgreicher einzustufen, obwohl der kurze Nachbeobachtungszeitraum von 2,4 Jahren eingeräumt werden muss.

Für die relativ hohe Anzahl an radiologischen Lockerungen in unserer Studienpopulation gibt es verschiedene Erklärungsansätze. Der wesentliche Unterschied liegt im höheren Durchschnittsalter unseres Patientenkollektivs. Während die genannten Autoren ein mittleres Alter zwischen 58 und 67 Jahren angeben, waren die Patienten in unserer Studie zum Operationszeitpunkt durchschnittlich 70,7 Jahre alt. Die Arbeitsgruppe um Skyttä berichtete, dass jedes zusätzliche Lebensjahr die Wahrscheinlichkeit einer Pfannenrevision um 2,4 % erhöht (Skyttä et al., 2011). Bei 15 % der Patienten in der vorliegenden Studie erfolgte die Reimplantation einer Tantalpfanne nach Spacereinlage bei vorangegangener Protheseninfektion oder aufgrund septischer Pfannenlockerung. In vergleichbaren Studien wurden 3,8 bis 17,5 % der Fälle in Zusammenhang mit Infektionen revidiert (Weeden und Schmidt, 2007; Siegmeth et al., 2009; Simon und Bellemans, 2009; Van Kleunen et al., 2009). Dagegen schließen Jafari et al. sowohl Patienten mit einer Protheseninfektion in der Anamnese als auch postoperativ aus der Studie aus (Jafari et al., 2010). Unger et al. schlossen zusätzlich Patienten mit Adipositas permagna, peripherer arterieller Verschlusskrankheit und neurovaskulären Erkrankungen aus. Der Einsatz von strukturellen Knochentransplantaten oder die Notwendigkeit von Metallaugmentaten galt als Ausschlusskriterium der Studie von Lakstein et al. Dabei zeigten sich Lockerungsraten von maximal 3,8 % (Unger et al., 2005; Lakstein et al., 2009; Jafari et

al., 2010). 24 % der Patienten in der vorliegenden Untersuchung wiesen zum Implantationszeitpunkt schwere Systemerkrankungen wie Karzinomleiden oder Rheumatoide Arthritis auf. Angaben zu Vorerkrankungen und Risikofaktoren fehlen in den genannten Publikationen weitgehend, obwohl ein Einfluss auf das Outcome wahrscheinlich ist (Lübbecke et al., 2007).

Auch mehrfachrevidierte Patienten zeigen im Allgemeinen deutlich schlechtere Ergebnisse als Patienten mit primärer Revision eines gelockerten Pfannenimplantates (Moskal et al., 1997; Elke et al., 2001). 17 Patienten mussten sich zwischen Primärversorgung und Implantation der Tantalpfanne mindestens einer weiteren Revision unterziehen. Bei 13 Patienten wurde zwischenzeitlich ein Pfannen- oder Komplettwechsel der Prothese durchgeführt, sodass sich etwa ein Drittel unserer Patienten bei Tantalpfannenimplantation bereits dem zweiten oder gar dritten Pfannenwechsel unterzog. Als Mittelwert ergaben sich durchschnittlich 1,4 Pfannenwechsel bis zum Revisionszeitpunkt. Es fällt auf, dass in aktuellen Veröffentlichungen kaum Angaben über vorherige Pfannenwechsel gemacht werden. Lediglich die Arbeitsgruppe um Siegmeth berichtet ebenfalls über 1,4 gewechselte Implantate bis zum Zeitpunkt der Revision mit einer Tantalpfannenprothese (Siegmeth et al., 2009). In der vorliegenden Arbeit erfolgte im Rahmen der Tantalpfannenimplantation bei 44 % der radiologisch nachuntersuchten Patienten ein Komplettwechsel. Auch in ähnlichen Publikationen werden im Vergleich höhere Lockerungsraten in Verbindung mit simultanem Schaftwechsel beobachtet (Siegmeth et al., 2009). In der vorliegenden Untersuchung wiesen 61 % der Patienten einen komplexen trisegmentalen Knochendefekt bis hin zur Beckendiskontinuität nach DGOT auf, bei weiteren 29 % sahen wir intraoperativ einen bisegmentalen Defekt. In angloamerikanischen Veröffentlichungen werden Knochendefekte meist nach Paprosky klassifiziert, sodass ein Vergleich schwer möglich ist. Die Arbeiten von Kim et al. und Unger et al. beschreiben lediglich bei 23 % bzw. 14 % der Patienten einen komplexen Typ 3 Defekt nach Paprosky (Unger et al., 2005; Kim et al., 2008).

Als Ursachen für die im Vergleich hohe Lockerungsrate sehen wir das überdurchschnittlich hohe Alter der Patienten, das Vorliegen komplexer Knochendefekte und die hohe Zahl an mehrfachrevidierten Patienten. Weder Infektionen noch schwerwiegende Begleiterkrankungen führten in unserer Untersuchung zum Studienausschluss.

4.3.2 Lockerungskriterien im Literaturvergleich

In den aufgeführten Veröffentlichungen zu radiologischen Ergebnissen nach Tantalpfannenimplantation bei Pfannenwechsel existieren keine einheitlichen Lockerungskriterien. Klare Grenzen für das Vorliegen einer Lockerung definieren Flecher et al., Jafari et al., Lachiewicz und Soileau, Lakstein et al. und Sporer und Paprosky. Ab einer Pfannenmigration von 2; 3 oder 6 mm in horizontaler oder vertikaler Richtung oder einer Veränderung des Inklinationwinkels von 3; 5; 8 oder 10° wird ein Pfannenimplantat als gelockert eingestuft. Auch eine durchgehende radioluzente Linie über alle drei Zonen nach DeLee und Charnley von ≥ 1 bzw. ≥ 2 mm Breite gilt als Lockerungszeichen (Sporer und Paprosky, 2006b; Lakstein et al., 2009; Flecher et al., 2010; Jafari et al., 2010; Lachiewicz und Soileau, 2010). Die Arbeitsgruppen um Kim und Siegmeth nutzen die Kriterien nach Moore, um die Osteointegration der Pfanne zu beschreiben (Moore et al., 2006). Treffen mindestens drei der geforderten fünf Merkmale zu, so gilt das Pfannenimplantat als radiologisch integriert. Absolute Grenzen für die Breite von radioluzenten Linien oder Migrationsbewegungen fehlen in diesen Arbeiten (Kim et al., 2008; Siegmeth et al., 2009). In den Publikationen von Malkani et al. und Van Kleunen et al. werden keinerlei Kriterien zur Abgrenzung einer radiologischen Lockerung genannt (Malkani et al., 2009; Van Kleunen et al., 2009).

In der vorliegenden Arbeit dagegen wurden sehr strenge Kriterien angewandt. Bei Vorliegen einer Pfannenmigration in horizontaler oder vertikaler Richtung oder der Änderung des Inklinationwinkels galt eine Pfannenprothese als radiologisch gelockert. Als weiteres Kriterium wurde das Vorliegen von radioluzenten Linien in allen fünf Zonen nach Bobyn definiert. Wir gehen deshalb davon aus, die radiologisch gelockerten Implantate in dieser Arbeit sicher erfasst zu haben.

4.3.3 Gaps und radioluzente Linien

Betrachtet man das nachbeobachtete Gesamtkollektiv, so bestand bei 18 Patienten zu jeder Zeit vollständiger Kontakt zwischen Tantalpfanne und knöchernem Acetabulum. Bei 16 Patienten dagegen zeigten sich wenigstens zeitweise Lücken. Bei 12 Patienten (35,3 %) sahen wir 28 Gaps. Davon waren 27 (96 %) zur zuletzt durchgeführten Röntgenkontrolle nicht mehr sichtbar. Dem Verankerungsmodus der Pressfit-Pfannen geschuldet, traten die meisten Gaps erwartungsgemäß in den mittleren, polaren Zonen (B – D) auf. Bei vier Patienten entwickelten sich erst im Verlauf radioluzente Linien. Diese traten in bis zu zwei benachbarten Randzonen auf, überschritten jedoch eine Breite von 2 mm nicht. Damit wurden die betroffenen Implantate als stabil eingestuft.

Andere Studien, die das radiologische Verhalten von Gaps nach Tantalpfannenimplantation untersuchen, beziehen sich in der Regel auf die primäre endoprothetische Versorgung mit Monoblock-Pfannen. In diesen Publikationen wurden für das Auftreten postoperativer Gaps Raten zwischen 10 und 25 % angegeben, von denen im Verlauf maximal 16 % unverändert weiter bestanden (Gruen et al., 2005; Komarasamy et al., 2006; Xenakis et al., 2009; Kostakos et al., 2010). Lediglich Macheras et al. berichteten von postoperativen Gaps zwischen 0,2 und 5 mm bei 33,7 % ihrer Patienten. Aber auch in jenem Patientengut waren die Veränderungen nach 24 Wochen nicht mehr ersichtlich (Macheras et al., 2006). In diese Größenordnung reiht sich auch unser Ergebnis ein. Unabhängig von der im Vergleich hohen Inzidenz waren von den ursprünglich 28 Gaps nach einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 2,4 Jahren nur noch 3,6 % vorhanden. Die Lokalisation der Gaps in der Polregion sowie der zeitliche Verlauf stellte sich in den Patientenkollektiven ähnlich dar. In unserer Studie sahen wir zur letzten Röntgenkontrolle bei vier Pfannenimplantaten (11,8 %) radioluzente Linien mit einer Breite von weniger als 2 mm. Auch oben genannte Autoren beobachteten solche Zonen mit einer vergleichbaren Häufigkeit von bis zu 9 %. Zum aktuellen Zeitpunkt liegt lediglich eine Veröffentlichung über konkrete radiologische Veränderungen bei Tantalpfannen im Revisionsfall vor, welche von Unger et al. publiziert wurde. Allein die ersten 24 der insgesamt 60 revidierten Patienten wurden hinsichtlich Gaps und radioluzenten Zonen individuell radiologisch nachbeobachtet. Dabei wurden in sieben Fällen (29 %) Gaps festgestellt, von denen nach einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 29,5 Monaten fünf verschwunden waren. Im Verlauf traten jedoch zusätzlich sieben neue radioluzente Linien auf, sodass zur letzten Röntgenkontrolle in 37,5 % der Fälle kein direkter Knochen-Implantat-Kontakt bestand (Unger et al., 2005). In unserer Studie sahen wir zur abschließenden Röntgenuntersuchung bei 14,7 % der Patienten Zonen mit fehlendem Kontakt zwischen Tantalpfanne und Knochenlager.

4.4 Klinische Ergebnisse

Im betrachteten Patientenkollektiv ergab sich ein durchschnittlicher Wert von 65,8 Punkten im postoperativ erhobenen Harris Hip Score. 32,4 % der Patienten erreichten ein sehr gutes oder gutes Ergebnis, 11,8 % erzielten ein befriedigendes Resultat. Dennoch erlangten 55,9 % unserer Patienten einen als unbefriedigend klassifizierten Wert. Der Parameter "Schmerz" besitzt im Scoresystem eine hohe Gewichtung und stellt einen für den Patienten entscheidenden Faktor im täglichen Leben dar. Betrachtet man diesen Einzelwert, fällt in unserem Kollektiv eine gewisse

Diskrepanz zwischen Gesamtscore und Schmerzstärke zugunsten eines niedrigen Schmerzniveaus auf. Hierbei beschreiben 62,2 % der Patienten einen Schmerzzustand, welcher ohne Einfluss auf die Aktivitäten des täglichen Lebens bleibt (Scorewert zwischen 30 und 44 Punkten). 24,3 % der Patienten gaben regelmäßig moderate Schmerzen mit Zugeständnissen im Alltag an. Nur 13,5 % der befragten Patienten berichteten von starken Schmerzen mit deutlicher Einschränkung ihrer Aktivitäten.

Die funktionellen Ergebnisse nach Revision mit einer Komponente aus Trabecular Metal™ werden mithilfe verschiedener Scores angegeben. Dazu zählen unter anderem der Score nach Merle d'Aubigné und Postel, Oxford Hip Score und WOMAC (Flecher et al., 2008; 2010; Kim et al., 2008; Lakstein et al.; 2009; Siegmeth et al., 2009). Folgende drei Studien erhoben den Harris Hip Score und eignen sich zum Vergleich mit den eigenen klinischen Ergebnissen. Sie beziehen sich jeweils auf den alleinigen Wechsel der Pfannenkomponente:

Die Arbeitsgruppe um Van Kleunen untersuchte 97 Revisionen, bei denen Modulare Pfannen und Revisionspfannen aus Trabecular Metal™ implantiert wurden und mindestens Typ 2 Knochendefekte nach Paprosky vorlagen. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 59 Jahre. Nach einem mittleren Follow Up von 3,7 Jahren konnte eine Verbesserung des Scores von präoperativ 55 auf 76 Punkte erreicht werden (Van Kleunen et al., 2009). Auch Weeden und Schmidt berichteten in ihrer 2007 publizierten Studie über kurzfristige Ergebnisse von 43 Pfannenrevisionen. Alle Patienten zeigten einen intraoperativen Knochendefekt Typ 3 nach Paprosky, das Durchschnittsalter lag bei 65,4 Jahren. Die Patienten erreichten nach einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 2,8 Jahren einen Wert von 84 im Harris Hip Score (Weeden und Schmidt, 2007). 2010 berichteten Lachiewicz und Soileau über eine prospektive Untersuchung von 39 Hüftgelenken. Auch hier standen Typ 2 und 3-Defekte nach Paprosky im Vordergrund. Das mittlere Alter wurde mit 65,1 Jahren angegeben. Nach einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 3,3 Jahren wurde eine Verbesserung des Harris Hip Score von 48 auf 86 Punkte erreicht (Lachiewicz und Soileau, 2010).

Kurz- und mittelfristige Studien über die Implantation von Burch-Schneider-Ringen bei ausgeprägten acetabulären Defekten zeigen funktionelle Ergebnisse zwischen 72 und 79 Punkten im Harris Hip Score (Perka und Ludwig, 2001; Udomkiat et al., 2001; Ilchmann et al., 2006). Khoury et al. berichteten über die Implantation von Antiprotrusionspfannen in Verbindung mit zementierten, überhöhten Inlays. Nach

2,3 Jahren wurde ein postoperativer Harris Hip Score von 62 Punkten erhoben. 23 % der Implantate galten als radiologisch gelockert (Khoury et al., 2010).

Als mögliche Störfaktoren des Harris Hip Score sind verschiedene Einflussgrößen denkbar. Der Score gilt generell als Bewertungssystem für Erkrankungen des Hüftgelenkes, lässt jedoch keine klare Beurteilung einzelner Komponenten zu (Harris, 1969; Jafari et al., 2010). Ziel unserer Arbeit war die Bewertung der klinischen Ergebnisse nach Implantation von Revisionspfannen. Aufgrund der großen Anzahl der simultanen Schaftwechsel konnte ein niedriger Wert im Score nicht automatisch einer Funktionseinschränkung der Tantalpfanne zugeordnet werden. Außerdem handelt es sich im Wesentlichen um ein subjektives Bewertungssystem, lediglich die Kategorien "Deformitäten" und "Bewegungsausmaß" unterliegen der Beurteilung eines objektiven Betrachters. Vor allem bei Angabe des Schmerzniveaus gibt es in der Bevölkerung große individuelle Unterschiede. Auch die endoprothetische Versorgung benachbarter Gelenke kann einen Einfluss auf das Ergebnis haben. Immerhin wiesen 15 Patienten zum Revisionszeitpunkt eine Hüfttotalendoprothese der kontralateralen Seite auf und in 6 Fällen war eine prothetische Versorgung der Kniegelenke bekannt. Obwohl bereits Harris höhere postoperative Werte im Harris Hip Score bei jüngeren Patienten beschrieb (Harris, 1969), gibt es heute in der Literatur kontroverse Meinungen über einen möglichen Zusammenhang zwischen Patientenalter und klinischem Ergebnis. Nilsdotter und Lohmander berichteten über bessere funktionelle Ergebnisse und einen höheren postoperativen Wert im SF-36 Score, einem Bewertungssystem für die gesundheitsbezogene Lebensqualität, bei Patienten jüngeren Alters (Nilsdotter und Lohmander, 2002). In einem 2008 veröffentlichten Review assoziierten Santaquida et al. ein höheres Patientenalter und weibliches Geschlecht mit schlechteren funktionellen Ergebnissen (Santaquida et al., 2008). Aktuelle Publikationen, die den Einfluss verschiedener Variablen auf das klinische Ergebnis bei Pfannenwechseln untersuchen, stellen dagegen keinen sicheren Zusammenhang zwischen dem Patientenalter und dem postoperativen Harris Hip Score fest (Lübbecke et al., 2007; Lawless et al., 2010).

Der im Rahmen unserer Studie erhobene Punktwert im Harris Hip Score ist im Vergleich zu Publikationen über Pfannenrevisionen mit Implantaten aus Trabecular Metal™ als eher niedrig einzustufen. Auch bei Pfannenwechsel mit Einsatz des Burch-Schneider-Ringes werden bessere funktionelle Ergebnisse erreicht. Dagegen berichtet die Arbeitsgruppe um Khoury über eine vergleichbar niedrige Punktzahl von 62 Punkten. In dieser Arbeit wurden ausschließlich Patienten mit ausgedehnten Knochendefekten operiert (Khoury et al., 2010). Doch gerade die bei Tantalpfannenimplantation in der Literatur beschriebenen Ergebnisse mit Angabe des

Harris Hip Score beziehen sich ausschließlich auf einen alleinigen Wechsel der Pfannenkomponente. In der vorliegenden Arbeit erhielten 44 % der Patienten einen Komplettwechsel, sodass die Ergebnisse nicht direkt verglichen werden können.

Bei 20,5 % der nachuntersuchten Patienten stellten wir eine postoperative Beinlängendifferenz fest. In fünf Fällen bewegte sich diese Variabilität zwischen 1 cm und 1,5 cm. In einem Fall sahen wir eine Beinlängendifferenz von - 6 cm am operierten Bein. Nach Protheseninfekt erfolgte die Replantation einer Tantalpfanne sowie einer Mutars-Tumorprothese. Im Verlauf kam es einem Bruch des Zementes im Schaftbereich mit ausgeprägter Beinlängendifferenz. Ein weiterer operativer Eingriff wurde von der Patientin abgelehnt. Sie war an zwei Unterarmgehstützen mobil. Auch bei einer weiteren Patientin trat eine Beinlängendifferenz von - 5 cm durch Sinterung des Schaftimplantates im postoperativen Verlauf auf. Hier erfolgte ein Ausgleich durch orthopädietechnische Maßnahmen, die Patientin wird engmaschig klinisch und röntgenologisch nachuntersucht. Die Pfannenimplantate beider Patienten waren zur letzten Nachuntersuchung fest integriert. In Publikationen über Pfannenrevisionsimplantate aus Trabecular Metal™ fehlen Angaben hinsichtlich einer postoperativen Beinlängendifferenz. Das Vermeiden einer Beinlängendifferenz ist entscheidend für ein harmonisches postoperatives Gangbild und die Patientenzufriedenheit. Über die Handhabung einer solchen Diskrepanz gibt es kontroverse Meinungen. Dabei reichen die für den Patienten als akzeptabel geltenden Differenzen, die ohne Ausgleich belassen werden können, von 7 bis 35 mm (White und Dougall, 2002; Austin et al., 2003). Es existieren Arbeiten, die ein erhöhtes Risiko für eine aseptische Implantatlockerung ab einer Differenz von 1 cm beschreiben (Della Valle und Di Cesare, 2002). In einer 2009 veröffentlichten Studie berichten Benedetti et al., gestützt auf Bewegungsanalysen im Ganglabor, dass bei einer Beinlängendifferenz von 1 bis 20 mm nicht mit objektivierbaren Einschränkungen nach totalem Hüftgelenkersatz zu rechnen ist (Benedetti et al., 2009).

Auch bei der Bewertung der eigenen klinischen Ergebnisse müssen das hohe Patientenalter, eine hohe Komorbidität, die große Anzahl an simultanen Schaftwechseln und viele mehrfachrevidierte Patienten berücksichtigt werden. Studien mit ähnlichen Einschlusskriterien, einer vergleichbaren Rate an Komplettwechseln und mit Angabe des Harris Hip Score zur klinischen Bewertung liegen bisher nicht vor.

4.5 Schwächen der Studie

Bedingt durch den retrospektiven Studienaufbau konnten nicht alle benötigten Angaben vollständig erhoben werden. Wünschenswert wäre etwa die lückenlose Ermittlung des präoperativen Harris Hip Score gewesen. Somit konnte in dieser Untersuchung kein Vergleich zwischen prä- und postoperativem Wert erfolgen. Weitere Kritikpunkte der Studie sind der Neuartigkeit der Implantate geschuldet, die in Form der Trabecular Metal™ Modularen und Revisionspfanne erst seit dem Jahr 2000 zur Verfügung stehen. Verbunden mit der eingeschränkten Indikationsstellung konnten im entsprechenden Zeitraum 41 Patienten nachuntersucht werden. Wir schätzen die Patientenzahl als eher gering ein. Doch auch andere Publikationen, die über Tantalpfannen im Revisionsfall berichten, beschreiben Patientenkollektive mit 22 bis 81 Fällen. Lediglich Van Kleunen et al. verfügten über ein Kollektiv von 97 Fällen bei 90 Patienten. Das kurze Zeitintervall seit der Markteinführung der Tantalpfannen führt dazu, dass gegenwärtige Studien bisher nur kurzzeitige Ergebnisse zwischen 28 und 45 Monaten aufweisen (Malkani et al., 2009; Van Kleunen et al., 2009). Auch das Studiendesign entscheidet darüber, wie aussagekräftig die gewonnenen Ergebnisse einer Untersuchung sind. Zur Verbesserung der Teststärke in der vorliegenden Arbeit wäre eine Vergleichsgruppe hilfreich gewesen, um so zusätzlich Aussagen über das Outcome anderer Revisionspfannen machen zu können. Die Arbeitsgruppe um Jafari et al. stellte 2010 eine solche retrospektive Vergleichsstudie zwischen Hydroxylapatitbeschichteten Titanpfannen und Tantalpfannen vor (Jafari et al., 2010).

Bei 18 der 41 Patienten wurde ein Komplettwechsel der Endoprothese durchgeführt. Damit ist sowohl ein Vergleich innerhalb des Patientenkollektivs als auch mit Angaben in der Literatur erschwert, da durch die Ausdehnung des Eingriffs das funktionelle Ergebnis beeinflusst wird. Auch sind nicht alle Reoperationen mit Sicherheit auf eine Komplikation der Pfannenkomponente zurückzuführen.

Die Implantation der Tantalpfannen in unserer Patientengruppe erfolgte hauptsächlich durch drei Fachärzte für Orthopädie. Gerade in Verbindung mit einer geringen Fallzahl ist die Bedeutung einer individuellen Lernkurve des Chirurgen nicht zu vernachlässigen. Obwohl durch diese Situation eine Verzerrung der Ergebnisse möglich ist, spiegelt sie dennoch den Alltag in deutschen Kliniken wider (Flamme et al., 2006).

Die Beurteilung der intraoperativen Defekte des Pfannenlagers erfolgt in der internationalen Literatur vorwiegend nach Paprosky. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse wäre diese Einteilung auch in der vorliegenden Arbeit der Klassifikation

nach DGOT vorzuziehen gewesen. Sinnvoll wäre die direkte Klassifikation nach DGOT oder Paprosky im Operationsbericht. Es lagen jedoch sehr exakte Operationsberichte vor, die eine Zuordnung der Defektklassifikation in allen Fällen problemlos ermöglichten.

Manuelle Migrationsmessungen sind als relativ ungenaue Verfahren einzuordnen, da die Messgenauigkeit nur mit 2 bis 7 mm angegeben wird (Sutherland et al., 1982; Massin et al., 1989). Auch das in der vorliegenden Studie genutzte Verfahren definiert erst eine Grenze von ≥ 5 mm als signifikante Migration. Vorzuziehen wäre beispielsweise die Migrationsmessung mittels Einzel-Bild-Röntgen-Analyse (EBRA). Die Berechnung der Pfannenmigration erfolgt hier computergestützt auf der Grundlage von Beckenübersichtsaufnahmen. Verglichen mit der Röntgenstereophotogrammetrie (RSA) als Referenzmethode wurde hinsichtlich der Migration ein Messfehler unter 1 mm festgestellt (Russe, 1988; Ilchmann et al., 1992, 1998). Als klarer Nachteil der Methode gilt die Notwendigkeit von mindestens vier Röntgenbildern, sodass dieses Verfahren hier nicht eingesetzt werden konnte.

Zur optimalen Darstellung der Ergebnisse wäre eine prospektive, mittel- und langfristige Studie mit größeren Patientenzahlen und einer Vergleichsgruppe anzustreben. Dabei sollte der Eingriff vom selben Operateur durchgeführt werden. Die Intervention sollte den alleinigen Pfannenwechsel beinhalten. Eine präoperative klinische und funktionelle Begutachtung mithilfe des Harris Hip Score ist bei einem solchen Studienansatz obligat.

5 Zusammenfassung

Die Implantation von Hüfttotalendoprothesen zählt heute zu den häufigsten und erfolgreichsten Operationen in der Orthopädie. Der Einsatz des prothetischen Gelenkersatzes bei immer jüngeren Patienten, die hohe Frequenz an Primärimplantationen und die zunehmende Lebenserwartung der Bevölkerung werden auch in Zukunft zu einem weiteren Anstieg der Wechseloperationen führen. Ziel der Pfannenrekonstruktion im Revisionsfall ist die Überbrückung bestehender Knochendefekte und das Erreichen einer primärstabilen Verankerung. Aktuelle Publikationen aus dem angelsächsischen Sprachraum sowie Frankreich und Belgien berichten über hervorragende Ergebnisse nach Implantation von Pfannenkomponenten aus Trabecular Metal™ in der Revisionsituation. Ziel der vorliegenden Arbeit war die Darstellung der kurzfristigen klinischen und radiologischen Ergebnisse nach Tantalpfannenimplantation im Rahmen des Pfannenwechsels in einem Kollektiv von 41 Patienten. Nach einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 29,3 Monaten konnten 34 Patienten nachuntersucht werden. Wir stellten fest, dass alle intraoperativen Komplikationen ausschließlich in Zusammenhang mit einem simultanen Schaftwechsel auftraten. Zu den wesentlichen postoperativen Komplikationen zählten rezidivierende Luxationen, Protheseninfektionen sowie die Schaftkomponente betreffende Komplikationen. Vier Patienten mussten sich bei klinischem Implantatversagen einem erneuten Pfannenwechsel unterziehen. Zusätzlich galten vier Pfannenimplantate nach den in dieser Arbeit definierten Kriterien als radiologisch gelockert. Bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt war die Indikation zur erneuten Revision nicht gestellt. Aufhellungen, die bereits postoperativ zwischen Pfanne und Knochenlager auffielen und als Gaps bezeichnet wurden, traten vor allem im apikalen Bereich auf und waren im Verlauf in 96 % der Fälle vollständig regredient. Der zum Nachuntersuchungszeitpunkt ermittelte Harris Hip Score betrug durchschnittlich 65,8 Punkte. Das überdurchschnittlich hohe Alter der Patienten im Studienkollektiv verbunden mit einer hohen Komorbidität und einer Vielzahl an Komplettwechsell liefern Erklärungsansätze für die hohe Lockerungsrate und das nur moderate klinische Abschneiden der untersuchten Patienten im Literaturvergleich. Aufgrund der genannten Einschränkungen und der subjektiven Zufriedenheit der Patienten wurden die vorliegenden Ergebnisse dennoch als positiv bewertet, obwohl längerfristige Studien mit größeren Patientenzahlen abzuwarten bleiben.

6 Verzeichnisse

6.1 Literaturverzeichnis

Ackland MK, Bourne WB, Uhthoff HK (1986) Anteversion of the acetabular cup. Measurement of angle after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br* 68: 409 – 413.

Ahmad MA, Xypnitos FN, Giannoudis PV (2011) Measuring hip outcomes: Common scales and checklists. *Injury* 42: 259 - 264.

Amstutz HC, Ma SM, Jinnah RH, Mai L (1982) Revision of aseptic loose total hip arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 170: 21 - 33.

Austin SM, Hozack JW, Sharkey PF, Rothman RH (2003) Stability and leg length equality in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 18 (Suppl 1): 88 - 90.

Baldursson H, Egund N, Hansson LI, Selvik G (1979) Instability and wear of total hip prostheses determined with roentgen stereophotogrammetry. *Arch Orthop Trauma Surg* 95: 257 - 263.

Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW (1988) Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 15: 1833 - 1840.

Benedetti MG, Catani F, Benedetti E, Berti L, Di Gioia A, Giannini S (2009) To what extent does leg length discrepancy impair motor activity in patients after total hip arthroplasty? *Int Orthop* 34: 1115 – 1121.

Berry DJ (2004) Antiprotrusio cages for acetabular revision. *Clin Orthop Relat Res* 420: 106 - 112.

Berry DJ, Müller ME (1992) Revision arthroplasty using an anti-protrusio cage for massive acetabular bone deficiency. *J Bone Joint Surg Br* 74: 711 - 715.

Bettin D, Katthagen BD (1997) Die DGOT-Klassifikation von Knochendefekten bei Hüft-Totalendoprothesen-Revisionsoperationen. *Z Orthop* 135: 281 - 284.

Biedermann R (2005) Reducing the risk of dislocation after total hip arthroplasty. The effect of orientation of the acetabular component. *J Bone Joint Surg Br* 87: 762 - 769.

Black J (1994) Biological performance of tantalum. *Clin Mater* 16: 167 - 173.

Bland JM, Altman DG (1986) Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1: 307 – 310.

Bland JM, Altman DG (1999) Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res* 8: 135 – 160.

Bobyn JD, Stackpool G, Hacking SA, Tanzer M, Krygier JJ (1999) Characteristics of bone ingrowth and interface mechanics of a new porous tantalum biomaterial. *J Bone Joint Surg Br* 81: 907 - 914.

Bobyn JD, Toh KK, Hacking SA, Tanzer M, Krygier JJ (1999) Tissue response to porous tantalum acetabular cups: a canine model. *J Arthroplasty* 14: 347 - 354.

Bozic KJ, Durbhakula S, Berry DJ, Naessens JM, Rappaport K, Cisternas M, Saleh KJ, Rubash HE (2005) Differences in patient and procedure characteristics and hospital resource use in primary and revision total joint arthroplasty: a multicenter study. *J Arthroplasty* 20 (Suppl 3): 17 - 25.

Bozic KJ, Lau E, Kurtz S, Ong K, Rubash H, Vail TP, Berry DJ (2012) Patient-related risk factors for periprosthetic joint infection and postoperative mortality following total hip arthroplasty in Medicare patients. *J Bone Joint Surg Am* 94: 794 - 800.

BQS-Bundesauswertung 2008, Hüft-Endoprothesen-Erstimplantation, Übersicht Qualitätsindikatoren, Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH, 2009, http://www.bqs-outcome.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/hueft_endo_erst/buaw/index_html/0003_QInhalt.html. Letzter Zugriff 21.09.2012.

BQS-Bundesauswertung 2008, Hüft-Endoprothesenwechsel und -komponentenwechsel, Übersicht Qualitätsindikatoren, Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH, 2009, http://www.bqs-outcome.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/hueft_wech/buaw/index_html/0003_QInhalt.html. Letzter Zugriff 21.09.2012.

Calligaro KD, Dougherty MJ, Ryan S, Booth RE (2003) Acute arterial complications associated with total hip and knee arthroplasty *J Vasc Surg* 6: 1170 - 1177.

Carroll FA, Hoad-Reddick DA, Kerry RM, Stockley I (2008) The survival of support rings in complex acetabular revision surgery. *J Bone Joint Surg Br* 90: 574 - 578.

Chappell JD, Lachiewicz PF (2005) Fracture of the Femur in Revision Hip Arthroplasty With a Fully Porous-Coated Component. *J Arthroplasty* 20: 234 - 238.

Chen WM, Engh Jr CA, Hopper Jr RH, McAuley JP, Engh CA (2000) Acetabular revision with the use of a bilobed component inserted without cement in patients who have a acetabular bone-stock deficiency. *J Bone Joint Surg Am* 82: 197 - 206.

Choplin RH, Henley CN, Edds EM, Capello W, Rankin JL, Buckwalter KA (2008) Total hip arthroplasty in patients with bone deficiency of the acetabulum. *Radiographics* 28: 771 - 786.

Civinini R, Capone A, Carulli C, Villano M, Gusso MI (2008) Acetabular revisions using a cementless oblong cup: five to ten year results. *Int Orthop* 32: 189 - 193.

Clohisy JC, Calvert G, Tull F, McDonald D, Maloney WJ (2004) Reasons for revision hip surgery: a retrospective review. *Clin Orthop Relat Res* 429: 188 - 192.

Corten K, Au K, Bourne RB (2009) Acetabular options: notes from the other side. *Orthopedics* 32.

Coscujuela-Mañá A, Angles F, Tramunt C, Casanova X (2010) Burch-Schneider antiprotusio cage for acetabular revision: a 5- to 13-year follow-up study. *Hip Int* 20 (Suppl 7): 112 - 118.

D'Antonio JA, Capello WN, Borden LS, Bargar WL, Bierbaum BF, Boettcher WG, Steinberg ME, Stulberg SD, Wedge JH (1989) Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 243: 126 - 137.

Davidson D, Pike J, Garbuz D, Duncan CP, Masri BA (2008) Intraoperative periprosthetic fractures during total hip arthroplasty. Evaluation and management. *J Bone Joint Surg Am* 90: 2000 - 2012.

- Dearborn JT, Harris WH (1999) High placement of an acetabular component inserted without cement in a revision total hip arthroplasty. Results after a mean of ten years. *J Bone Joint Surg Am* 81: 469 - 480.
- Dearborn JT, Harris WH (2000) Acetabular revision arthroplasty using so-called jumbo cementless components: an average 7-year follow-up study. *J Arthroplasty* 15: 8 - 15.
- DeLee JG, Charnley J (1976) Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 121: 20 – 32.
- Della Valle CJ, Berger RA, Rosenberg AG, Galante JO (2004) Cementless acetabular reconstruction in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 420: 96 - 100.
- Della Valle CJ, Di Cesare PE (2002) Complications of total hip arthroplasty: neurovascular injury, leg-length discrepancy, and instability. *Bull Hosp Joint Dis* 60: 134 - 142.
- Della Valle CJ, Shuaipaj T, Berger RA, Rosenberg AG, Shott S, Jacobs JJ, Galante JO (2005) Revision of the acetabular component without cement after total hip arthroplasty. A concise followup, at fifteen to nineteen years, of a previous report. *J Bone Joint Surg A* 87: 1795 - 1800.
- Dorairajan A, Reddy RM, Krikler S (2005) Outcome of acetabular revision using an uncemented hydroxyapatite-coated component: two- to five-year results and review. *J Arthroplasty* 20: 209 – 218.
- Effenberger H, Imhof M, Richolt J, Rehart S (2004) Zementfreie Hüftpfannen. Aktueller Stand. *Orthopäde* 33: 733 - 751.
- Elke R, Wagner A, Berli B, Morscher E (2001) Die Pfannenrevision. *Orthopäde* 30: 266 - 272.
- Emms NW, Stockley I, Hamer AJ, Wilkinson JM (2010) Long-term outcome of a cementless, hemispherical, press-fit acetabular component: survivorship analysis and dose-response relationship to linear polyethylene wear. *J Bone Joint Surg Br* 92: 856 – 861.
- Engl CA, Bobyn JD (1988) The influence of stem size and extent of porous coating on femoral bone resorption after primary cementless hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 231: 7 - 28.
- Feighan JE, Davy D, Prewett AB, Stevenson S (1995) Induction of bone by a demineralized bone matrix gel: a study in a rat femoral defect model. *J Orthop Res* 13: 881 - 891.
- Fickert S, Pfeiffer S, Walter A, Günther KP, Witzleb WC (2010) Azetabuläre Revisionsoperationen mit der längsovalen Revisionspfanne. Klinische und radiologische Ergebnisse von 217 Fällen. *Orthopäde* 39: 503 - 511.
- Findlay DM, Welldon K, Atkins GJ, Howie DW, Zannettino AC, Bobyn D (2004) The proliferation and phenotypic expression of human osteoblasts on tantalum metal. *Biomaterials* 25: 2215 - 2227.
- Flamme CH, Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ (2006) Evaluation of the learning curves associated with uncemented primary total hip arthroplasty depending on the experience of the surgeon. *Hip Int* 16: 191 - 197.

- Flecher X, Paprosky W, Grillo JC, Aubaniac JM, Argenson JN (2010) Do tantalum components provide adequate primary fixation in all acetabular revisions? *Orthop Traumatol Surg Res* 96: 235 - 241.
- Flecher X, Sporer S, Paprosky W (2008) Management of severe bone loss in acetabular revision using a trabecular metal shell. *J Arthroplasty* 23: 949 - 955.
- Fruhwirth J, Koch G, Ivanic GM, Seibert FJ, Tesch NP (1997) Vascular lesions in surgery of the hip joint. *Unfallchirurg* 100: 119 - 123.
- Garbuz D, Morsi E, Gross AE (1996) Revision of the acetabular component of a total hip arthroplasty with a massive structural allograft. Study with a minimum five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 78: 693 - 697.
- Garcia-Cimbrelo E (1999) Porous-coated cementless acetabular cups in revision surgery: a 6- to 11-year follow-up study. *J Arthroplasty* 14: 397 - 406.
- Gerber A, Pisan M, Zurakowski D, Isler B (2003) Ganz reinforcement ring for reconstruction of acetabular defects in revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 85: 2358 - 2364.
- Goldberg VM, Stevenson S (1987): Natural history of autografts and allografts. *Clin Orthop Relat Res* 225: 7 - 16.
- Goodman S, Saastamoinen H, Shasha N, Gross A (2004) Complications of ilioischial reconstruction rings in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 19: 436 - 446.
- Gross AE (2006) Restoration of acetabular bone loss 2005. *J Arthroplasty* 21 (Suppl 1): 117 - 120.
- Grouven U, Bender R, Ziegler A, Lange S (2007) Vergleich von Messmethoden. *Dtsch Med Wochenschr* 132 (Suppl 1): 69 – 73.
- Grübl A (2006) Ergebnisse zementfreier Hüftendoprothetik. *Radiologe* 46: 779 - 784.
- Grübl A, Chiari C, Gruber M, Kaider A, Gottsauner-Wolf F (2002) Cementless total hip arthroplasty with a tapered, rectangular titanium stem and a threaded cup: a minimum ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 84: 425 – 431.
- Gruen TA, Poggie RA, Lewallen DG, Hanssen AD, Lewis RJ, O'Keefe TJ, Stulberg SD, Sutherland CJ (2005) Radiographic evaluation of a monoblock acetabular component. A multicenter study with 2- to 5-year results. *J Arthroplasty* 20: 369 – 378.
- Gustke KA (2004) Jumbo cup or high hip center: is bigger better? *J Arthroplasty* 19 (Suppl 1): 120 - 123.
- Haddad R, Cook S, Brinker M (1990) A comparison of three varieties of noncemented porous-coated hip replacement. *J Bone Joint Surg Br* 72: 2 - 8.
- Hallstrom BR, Golladay GJ, Vittetoe DA, Harris WH (2004) Cementless acetabular revision with the Harris-Galante porous prosthesis. Results after a minimum of ten years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 86: 1007 – 1011.
- Harris WH (1969) Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 51: 737 - 755.

- Hassan DM, Johnston GH, Dust WN, Watson LG, Cassidy D (1995) Radiographic calculation of anteversion in acetabular prostheses. *J Arthroplasty* 10: 369 - 372.
- Hendricks KJ, Harris WH (2006) Revision of failed acetabular components with use of so-called jumbo noncemented components. A concise follow-up of a previous report. *J Bone Joint Surg Am* 88: 559 - 563.
- Herrera A, Martinez AA, Cuenca J, Canales V (2006) Management of types III and IV acetabular deficiencies with the longitudinal oblong revision cup. *J Arthroplasty* 21: 857 - 864.
- Hooten JP Jr, Engh CA Jr, Engh CA (1994) Failure of structural acetabular allografts in cementless revision hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 76: 419 - 422.
- Huo MH, Osier CJ (2008) Is cement still a fixation option for total hip arthroplasty? *J Arthroplasty* 23 (Suppl 7): 51 - 54.
- Ilchmann T, Franzén H, Mjöberg B, Wingstrand H (1992) Measurement accuracy in acetabular cup migration. A comparison of four radiologic methods versus roentgen stereophotogrammetric analysis. *J Arthroplasty* 7: 121 - 127.
- Ilchmann T, Gelzer JP, Winter E, Weise K (2006) Acetabular reconstruction with the Burch-Schneider ring: an EBRA analysis of 40 cup revisions. *Acta Orthop* 77: 79 - 86.
- Ilchmann T, Kesteris U, Wingstrand H (1998) EBRA improves the accuracy of radiographic analysis of acetabular cup migration. *Acta Orthop Scand* 69: 119 - 124.
- Issack PS, Nousiainen M, Beksac B, Helfet DL, Sculco TP, Buly RL (2009) Acetabular Component Revision in Total Hip Arthroplasty. Part I: Cementless Shells. *Am J Orthop* 38: 509 - 514.
- Issack PS, Nousiainen M, Beksac B, Helfet DL, Sculco TP, Buly RL (2009) Acetabular Component Revision in Total Hip Arthroplasty. Part II: Management of Major Bone Loss and Pelvic Discontinuity. *Am J Orthop* 38: 550 - 556.
- Jafari SM, Bender B, Coyle C, Parvizi J, Sharkey PF, Hozack WJ (2010) Do tantalum and titanium cups show similar results in revision hip arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res* 468: 459 - 465.
- Jamali AA, Dungy DS, Mark A, Schule S, Harris WH (2004) Isolated acetabular revision with use of the Harris-Galante Cementless Component. Study with intermediate-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 86: 1690 - 1697.
- Jasty M (1998) Jumbo cups and morsalized graft. *Orthop Clin North Am* 29: 249 - 254.
- Johanson NA, Driftmier KR, Cerynik DL, Stehman CC (2010) Grading acetabular defects: the need for a universal and valid system. *J Arthroplasty* 25: 425 - 431.
- Kärrholm J, Snorrason F (1992) Migration of porous coated acetabular prostheses fixed with screws: roentgen stereophotogrammetric analysis. *J Orthop Res* 10: 826 - 835.
- Katz JN, Phillips CB, Poss R, Harrast JJ, Fossel AH, Liang MH, Sledge CB (1995) The validity and reliability of a Total Hip Arthroplasty Outcome Evaluation Questionnaire. *J Bone Joint Surg Am* 77: 1528 - 1534.

- Katz RP, Callaghan JJ, Sullivan PM, Johnston RC (1997) Long-term results of revision total hip arthroplasty with improved cementing technique. *Bone Joint Surg Br* 79: 322 - 326.
- Kavanagh BF, Ilstrup DM, Fitzgerald RH Jr (1985) Revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg A* 67: 517 - 526.
- Kelley S (1994) High hip center in revision arthroplasty. *J Arthroplasty* 9: 503 - 510.
- Khoury JI, Malkani AL, Adler EM, Markel DC (2010) Constrained acetabular liners cemented into cages during total hip revision arthroplasty. *J Arthroplasty* 25: 901 – 905.
- Kim WY, Greidanus NV, Duncan CP, Masri BA, Garbuz DS (2008) Porous tantalum uncemented acetabular shells in revision total hip replacement: two to four year clinical and radiological results. *Hip International* 18: 17 - 22.
- Kim Y, Morshed S, Joseph T, Bozic K, Ries MD (2006) Clinical impact of obesity on stability following revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 453: 142 – 146.
- Kinkel S, Kessler S, Mattes T, Reichel H, Käfer W (2007) Predictive factors of perioperative morbidity in revision total hip arthroplasty. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 145: 91 - 96.
- Knight JL, Fujii K, Atwater R, Grothaus L (1993) Bone-grafting for acetabular deficiency during primary and revision total hip arthroplasty. A radiographic and clinical analysis. *J Arthroplasty* 8: 371 - 382.
- Köhler, A: *Röntgenology: The borderlands of the normal and early pathological in the skiagram*. 2nd edition. Bailliere, Tindall & Cox, London, 1935, p. 222.
- Köster G, Willert HG, Köhler HP, Dopkens K (1998) An oblong revision cup for large acetabular defects: design rationale and two- to seven year follow up. *J Arthroplasty* 13: 559 - 569.
- Komarasamy B, Vadivelu R, Bruce A, Kershaw C, Davison J (2006) Clinical and radiological outcome following total hip arthroplasty with an uncemented trabecular metal monoblock acetabular cup. *Acta Orthop Belg* 72: 320 - 325.
- Kosashvili Y, Safir O, Backstein D, Lakstein D, Gross AE (2010) Salvage of failed acetabular cages by nonbuttressed trabecular metal cups. *Clin Orthop Relat Res* 468: 466 - 471.
- Kostakos AT, Macheras GA, Frangakis CE, Stafilas KS, Baltas D, Xenakis TA (2010) Migration of the trabecular metal monoblock acetabular cup system. *J Arthroplasty* 25: 35 - 40.
- Krismer M, Tschupik JP, Bauer R, Mayrhofer P, Stöckl B, Fischer M, Biedermann R (1997) Einzel-Bild-Röntgen-Analyse (EBRA) zur Messung der Migration von Hüftendoprothesen. *Orthopäde* 26: 229 - 236.
- Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M (2007) Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* 89: 780 - 785.

Lachiewicz PF, Poon ED (1998) Revision of a total hip arthroplasty with a Harris-Galante porous-coated acetabular component inserted without cement. A follow-up note on the results at five to twelve years. *J Bone Joint Surg Am* 80: 980 - 984.

Lachiewicz PF, Soileau ES (2010) Tantalum components in difficult acetabular revisions. *Clin Orthop Res* 468: 454 - 458.

Lakstein D, Backstein D, Safir O, Kosashvili Y, Gross AE (2009) Trabecular Metal cups for acetabular defects with 50% or less host bone contact. *Clin Orthop Relat Res* 467: 2318 - 2324.

Lawless BM, Healy WL, Sharma S, Iorio R (2010) Outcomes of isolated acetabular revision. *Clin Orthop Relat Res* 468: 472 - 479.

Leopold SS, Rosenberg AG, Bhatt RD, Sheinkop MB, Quigley LR, Galante JO (1999) Cementless acetabular revision. Evaluation at an average of 10.5 years. *Clin Orthop Relat Res* 369: 179 - 186.

Lindahl H (2007) Epidemiology of periprosthetic femur fracture around a total hip arthroplasty. *Injury* 38: 651 - 654.

Lübbecke A, Katz JN, Perneger TV, Hoffmeyer P (2007) Primary and revision hip arthroplasty: 5-year outcomes and influence of age and comorbidity. *J Rheumatol* 34: 394 - 400.

Lübbecke A, Moons KG, Garavaglia G, Hoffmeyer P (2008) Outcomes of obese and nonobese patients undergoing revision total hip arthroplasty. *Arthritis Rheum* 59: 738 - 745.

Lübbecke A, Roussos C, Barea C, Köhnlein W, Hoffmeyer P (2012) Revision total hip arthroplasty in patients 80 years or older. *J Arthroplasty* 27: 1041 - 1046.

Macheras GA, Papagelopoulos PJ, Kateros K, Kostakos AT, Baltas D, Karachalios TS (2006) Radiological evaluation of the metal-bone interface of a porous tantalum monoblock acetabular component *J Bone Joint Surg Br* 88: 304 - 309.

Malkani AL, Lewallen DG, Cabanela ME, Wallrichs SL (1996) Femoral component revision using an uncemented, proximally coated, long-stem prosthesis. *J Arthroplasty* 4: 411 - 418.

Malkani AL, Price MR, Crawford CH, Baker DL (2009) Acetabular component revision using a porous tantalum biomaterial. A case series. *J Arthroplasty* 24: 1068 - 1073.

Massin P, Schmidt L, Engh CA (1989) Evaluation of cementless acetabular component migration. An experimental study. *J Arthroplasty* 4: 245 - 251.

McBride TJ, Prakash D (2011) How to read a postoperative total hip replacement radiograph. *Postgrad Med J* 87: 101 - 109.

Memtsoudis SG, Besculides MC, Gaber L, Liu S, González Della Valle A (2009) Risk factors for pulmonary embolism after hip and knee arthroplasty: a population-based study. *Int Orthop* 33: 1739 - 1745.

Miller TT (2006) Imaging of hip arthroplasty. *Semin Musculoskelet Radiol* 10: 30 - 46.

- Moore MS, McAuley JP, Young AM, Engh CA Sr (2006) Radiographic signs of osseointegration in porous-coated acetabular components. *Clin Orthop Relat Res* 444: 176 - 183 .
- Morrey BF (1997) Difficult complications after hip joint replacement. Dislocation. *Clin Orthop Relat Res* 344: 179 - 187.
- Morshed S, Bozic KJ, Ries MD, Malchau H, Colford Jr JM (2007) Comparison of cemented and uncemented fixation in total hip replacement. A meta-analysis. *Acta Orthopaedica* 78: 315 - 326.
- Moskal J, Danisa O, Shaffrey C (1997) Isolated revision acetabuloplasty using a porous-coated cementless acetabular component without removal of a well-fixed femoral component. A 3- to 9-year follow-up study. *J Arthroplasty* 12: 719 - 727.
- Mulroy RD Jr, Harris WH (1990) The effect of improved cementing techniques on component loosening in total hip replacement. An 11-year radiographic review. *J Bone Joint Surg Br* 72: 757 - 760.
- Murray DW (1993) The definition and measurement of acetabular orientation. *J Bone Joint Surg Br* 75: 228 - 232.
- Nehme A, Lewallen DG, Hanssen AD (2004) Modular porous metal augments for treatment of severe acetabular bone loss during revision hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 429: 201 - 208.
- Nercessian OA, Piccoluga F, Eftekhar NS (1994) Postoperative sciatic and femoral nerve palsy with reference to leg lengthening and medialization/ lateralization of the hip joint following total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 304: 165 - 171.
- Nilsson AK, Lohmander LS (2002) Age and waiting time as predictors of outcome after total hip replacement for osteoarthritis. *Rheumatology (Oxford)* 41: 1261 - 1267.
- Nunn D, Freeman MA, Hill PF, Evans SJ (1989) The measurement of migration of the acetabular component of hip prostheses. *J Bone Joint Surg Br* 71: 629 - 631.
- Obenaus C, Winkler H, Girtler R, Huber M, Schwägerl W (2003) Extra-large press-fit cups without screws for acetabular revision. *J Arthroplasty* 18: 271 - 277.
- Obesity and overweight, WHO Media centre, World Health Organization, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>. Letzter Zugriff 21.09.2012.
- Otto M (2008) Klassifikation bei Protheseninsuffizienz und Partikelbestimmung. *Pathologe* 29 (Suppl 2): 1 - 8.
- Padgett DE, Kull L, Rosenberg A, Sumner DR, Galante JO (1993) Revision of the acetabular component without cement after total hip arthroplasty. Three to six-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 75: 663 - 673.
- Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM (1994) Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty* 9: 33 - 44.
- Patel JV, Masonis JL, Bourne RB, Rorabeck CH (2003) The fate of cementless jumbo cups in revision hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 18: 129 - 133.

Perka C, Lehnigk R, Tohtz S: Metallische Augmentate ("Trabecular metal"). In: Wirtz DC, Rader C, Reichel H (Hrsg): Revisionsendoprothetik der Hüftpfanne. Springer, Berlin - Heidelberg, 2007, S. 88 - 94.

Perka C, Ludwig R (2001) Reconstruction of segmental defects during revision procedures of the acetabulum with the Burch-Schneider anti-protrusio cage. J Arthroplasty 16: 568 - 574.

Perka C, Schneider F, Labs K (2002) Revision acetabular arthroplasty using a pedestal cup in patients with previous congenital dislocation of the hip – four case reports and review of treatment. Arch Orthop Trauma Surg 122: 237 - 240.

Pollock FH, Whiteside LA (1992) The fate of massive allografts in total hip acetabular revision surgery. J Arthroplasty 7: 271 - 276.

Puri L, Wixson RL, Stern SH, Kohli J, Hendrix RW, Stulberg SD (2002) Use of helical computed tomography for the assessment of acetabular osteolysis after total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 84: 609 - 614.

Radcliffe GS, Tomichan MC, Andrews M, Stone MH (1999) Revision hip surgery in the elderly: is it worthwhile? J Arthroplasty 14: 38 - 44.

Raut VV, Siney PD, Wroblewski BM (1995) Cemented revision for aseptic acetabular loosening. A review of 387 hips. J Bone Joint Surg Br 77: 357 - 361.

Riouallon G, Zilber S, Allain J (2009) Common femoral artery intimal injury following total hip replacement. A case report and literature review. Orthop Traumatol Surg Res 95: 154 - 158.

Russe W : Röntgenphotogrammetrie der künstlichen Hüftgelenkspfanne. 1. Aufl. Huber, Bern – Stuttgart – Toronto, 1988, S. 1 - 80.

Salari P, Abdollahi M (2009) Controversial effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs on bone: a review. Inflamm Allergy Drug Targets 8: 169 - 175.

Santaguida PL, Hawker GA, Hudak PL, Glazier R, Mahomed NN, Kreder HJ, Coyte PC, Wright JG (2008) Patient characteristics affecting the prognosis of total hip and knee joint arthroplasty: a systematic review. Can J Surg 51: 428 - 436.

Schatzker J, Wong MK (1999) Acetabular revision. The role of rings and cages. Clin Orthop Relat Res 369: 187 - 197.

Schlegel UJ, Bitsch RG, Pritsch M, Aldinger PR, Mau H, Breusch SJ (2008) Abstützschalen in der Revisionsendoprothetik der Hüfte. Mittelfristige Ergebnisse von 298 Implantaten. Orthopäde 37: 904 - 913.

Schmalzried TP, Jasty M, Harris WH (1992) Periprosthetic bone loss in total hip arthroplasty: polyethylene wear debris and the concept of the effective joint space. J Bone Joint Surg Am 74: 849 - 863.

Schmalzried TP, Noordin S, Amstutz HC (1997) Update on nerve palsy associated with total hip replacement. Clin Orthop Relat Res 344: 188 - 206.

Schmalzried TP, Wessinger SJ, Hill GE, Harris WH (1994) The Harris-Galante porous acetabular component press-fit without screw fixation. Five-year radiographic analysis of primary cases. J Arthroplasty 9: 235 - 242.

- Schoellner C, Schoellner D (2000) Die Sockelpfannenoperation bei acetabulären Defekten nach Hüftpfannenlockerung. Ein progress report. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 138: 215 - 221.
- Schutzer SF, Harris WH (1994) High placement of porous-coated acetabular components in complex total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 9: 359 - 367.
- Siebenrock KA, Trochsler M, Sadri H, Ganz R (2001) Die Hakendachschale in der Revision schwieriger gelockerter Hüftprothesenpfannen. Resultate nach mindestens 10 Jahren. *Orthopäde* 30: 273 - 279.
- Siegmeth A, Duncan CP, Masri BA, Kim WY, Garbuz DS (2009) Modular tantalum augments for acetabular defects in revision hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 467: 199 - 205.
- Silbersack Y, Taute BM, Hein W, Podhaisky H (2004) Prevention of deep-vein thrombosis after total hip and knee replacement. Low-molecular-weight heparin in combination with intermittent pneumatic compression. *J Bone Joint Surg Br* 86: 809- 812.
- Silverton CD, Rosenberg AG, Sheinkop MB, Kull LR, Galante JO (1996) Revision of the acetabular component without cement after total hip arthroplasty. A follow-up note regarding results at seven to eleven years. *J Bone Joint Surg Am* 78: 1366 - 1370.
- Simon J, Bellemans J (2009) Clinical and radiological evaluation of modular trabecular metal acetabular cups. Short-term results in 64 hips. *Acta Orthop Belg* 75: 623 - 630.
- Singh JA, Lewallen DG (2012) Ninety-day Mortality in Patients Undergoing Elective Total Hip or Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 27: 1417 - 1422.
- Skyttä ET, Eskelinen A, Paavolainen PO, Remes VM (2011) Early results of 827 trabecular metal revision shells in acetabular revision. *J Arthroplasty* 26: 342 - 345.
- Slooff TJJH, Buma P, Schreurs BW, Schimmel JW, Huiskes R, Gardeniers J (1996) Acetabular and femoral reconstruction with impacted graft and cement. *Clin Orthop Relat Res* 324: 108 - 115.
- Söderman P, Malchau H, Herberts P (2001) Outcome of total hip replacement: a comparison of different measurement methods. *Clin Orthop Relat Res* 390: 163 - 172.
- Sporer SM, Paprosky WG (2006) Acetabular revision using a trabecular metal acetabular component for severe acetabular bone loss associated with a pelvic discontinuity *J Arthroplasty* 21 (Suppl 2): 87 - 90.
- Sporer SM, Paprosky WG (2006) The use of a trabecular metal acetabular component and trabecular metal augment for severe acetabular defects. *J Arthroplasty* 21: 83 - 86.
- Stevenson S (1999): Biology of bone grafts. *Orthop Clin North Am* 39: 543 - 552.
- Sumner DR, Jasty M, Jacobs JJ, Urban RM, Bragdon CR, Harris WH, Galante JO (1993) Histology of porous-coated acetabular components: 25 cementless cups retrieved at arthroplasty. *Acta Orthop Scand* 64: 619 - 626.
- Sundfeldt M, Carlsson LV, Johansson CB, Thomsen P, Gretzer C (2006) Aseptic loosening, not only a question of wear. A review of different theories. *Acta Orthopaedica* 77: 177 - 197.

- Surace MF, Zatti G, De Pietri M, Cherubino P (2006) Acetabular Revision Surgery With the LOR Cup. Three to 8 Years' Follow-Up. *J Arthroplasty* 21: 114 - 121.
- Sutherland CJ, Wilde AH, Borden LS, Marks KE (1982) A ten-year follow-up of one hundred consecutive Müller curved-stem total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 64: 970 - 982.
- Swamy G, Pace A, Quah C, Howard P (2012) The Bicontact cementless primary total hip arthroplasty: long-term results. *Int Orthop* 36: 915 - 920.
- Templeton JE, Callaghan JJ, Goetz DD, Sullivan PM, Johnston RC (2001) Revision of a cemented acetabular component to a cementless acetabular component. A ten to fourteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 83: 1706 - 1711.
- Tohtz S, Katterle H, Matziolis G, Drahn T, Perka C (2007) Die Rekonstruktion großer segmentaler Knochendefekte mit der Sockelpfanne – Einflussfaktoren auf das Migrations- und Lockerungsverhalten. *Z Orthop Unfallchir* 145: 176 - 180.
- Trabecular Metal™ Acetabulum Revisionssystem, Revisionshöftpfannen, Fachbereich, <https://www.zimmergermany.de/templates/t2.php?id=317&PHPSESSID=d51fbe70ff6d10a058582e120e7fa65&SiteNr=0&prCat=28>. Letzter Zugriff 21.09.2012.
- Trieb K (2009) Unterschiedliche Pfannenrevisionsimplantate im Vergleich. *Orthopäde* 38: 704 - 710.
- Trieb K: Knochendefektaugmentation: Chips oder Bulk-Allografts? In: Wirtz DC, Rader C, Reichel H (Hrsg): *Revisionsendoprothetik der Hüftpfanne*. Springer, Berlin - Heidelberg, 2007, S. 74 - 82.
- Udomkiat P, Dorr LD, Won YY, Longjohn D, Wan Z (2001) Technical factors for success with metal ring acetabular reconstruction. *J Arthroplasty* 16: 961 - 969.
- Unger AS, Lewis RJ, Gruen T (2005) Evaluation of a porous tantalum uncemented acetabular cup in revision total hip arthroplasty. Clinical and radiological results of 60 hips. *J Arthroplasty* 20: 1002 - 1009.
- Van Kleunen JP, Lee G, Lementowski PW, Nelson CL, Garino JP (2009) Acetabular revisions using trabecular metal cups and augments. *J Arthroplasty* 24 (Suppl 1): 64 - 68.
- Wachtl SW, Jung M, Jakob RP, Gautier E (2000) The Burch-Schneider antiprotrusio cage in acetabular revision surgery: a mean follow-up of 12 years. *J Arthroplasty* 15: 959 - 963.
- Ware JE Jr., Sherbourne CD (1992) The MOS 36-item shortform health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 30 : 473 - 483.
- Weeden SH, Paprosky WG (2006) Porous-ingrowth revision acetabular implants secured with peripheral screws. A minimum twelve-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 88: 1266 - 1271.
- Weeden SH, Schmidt RH (2007) The use of tantalum porous metal implants for Paprosky 3A and 3B defects. *J Arthroplasty* 22 (Suppl 2): 151 - 155.
- Weissman BN (1983) The radiology of total joint replacement. *Orthop Clin North Am* 14: 171 - 191.

- Wetherell RG, Amis AA, Heatley FW (1989) Measurement of acetabular erosion. The effect of pelvic rotation on common landmarks. *J Bone Joint Surg Br* 71: 447 - 451.
- Wettstein M (2010) Acetabulumrevisionen. *Orthopädie & Rheumatologie* 5: 20 - 22.
- Whaley AL, Berry DJ, Harmsen WS (2001) Extra-large uncemented hemispherical acetabular components for revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 83: 1352 - 1357.
- White TO, Dougall TW (2002) Arthroplasty of the hip. The leg length is not important. *J Bone Joint Surg Br* 84: 335 - 338.
- Winter E, Piert M, Volkmann R, Maurer F, Eingartner C, Weise K, Weller S (2001) Allogeneic cancellous bone graft and a Burch-Schneider ring for acetabular reconstruction in revision hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 83: 862 - 867.
- Xenakis TA, Macheras GA, Stafilas KS, Kostakos AT, Bargiotas K, Malizos KN (2009) Multicentre use of a porous tantalum monoblock acetabular component. *Int Orthop* 33: 911 - 916.
- Zywił MG, Sayeed SA, Johnson AJ, Schmalzried TP, Mont MA (2011) Survival of Hard-on-Hard Bearings in Total Hip Arthroplasty. A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res* 469: 1536 - 1546.

6.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Defektklassifikation im Acetabulumbereich nach DGOT
Abbildung 2	Migrationsmessung nach Massin
Abbildung 3	Pfannenschalen
Abbildung 4	Trabecular Metal™
Abbildung 5	Trabecular Metal™ Revisionssystem
Abbildung 6	Einteilung des Acetabulum in fünf Zonen nach Bobyn
Abbildung 7	Präoperative Beckenübersichtsaufnahme
Abbildung 8	Erstellen der Schablone in der Beckenübersichtsaufnahme
Abbildung 9	Postoperatives Röntgenbild
Abbildung 10	Bland-Altman-Plot
Abbildung 11	Darstellung einer Gap im apikalen Pfannenbereich
Abbildung 12	Indikationen für die Revision mit Tantalpfannenimplantation
Abbildung 13	Intraoperative Knochendefekte nach DGOT
Abbildung 14	Ergebnisse nach Harris Hip Score

6.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Ergebnisse nach Implantation von Primärpfannen bei Revision
Tabelle 2	Ergebnisse nach Implantation von Pfannenschalen bei Revision
Tabelle 3	Parameter Methodenvergleich
Tabelle 4	Angaben zur Primäroperation I
Tabelle 5	Angaben zur Primäroperation II
Tabelle 6	Angaben zur Tantalpfannenimplantation I
Tabelle 7	Angaben zur Tantalpfannenimplantation II
Tabelle 8	Postoperative Komplikationen
Tabelle 9	Postoperative Revisionen
Tabelle 10	Ergebnisse nach Harris Hip Score
Tabelle 11	Ergebnisse der klinischen Untersuchung
Tabelle 12	Verteilung der Gaps und radioluzenten Linien
Tabelle 13	Radiologisch gelockerte Fälle
Tabelle 14	Ergebnisse nach Implantation von Tantalpfannen bei Revision

7 Anhang

7.1 Harris Hip Score nach Haddad

Patientenaufkleber

Präop		Freizeitaktivitäten zurzeit:			
Ende Reha		Spaziergänge	Ja	Nein	
1 Jahr		Sport	Ja	Nein	Sportart _____
5 Jahre		Fahrradfahren	Ja	Nein	
10 Jahre		Autofahren	Ja	Nein	

Harris-Hip-Score

(nach R.J. Haddad 1990 modifiziert):

I. Schmerz

A:	Kein Schmerz oder Schmerz wird ignoriert	44
B:	Leicht, gelegentlich, keine Aktivitätseinschränkung	40
C:	Milde Schmerzen ohne Einfluss auf alltägliche Leben. Mäßige Schmerzen bei ungewohnter Belastung, u.U. Gebrauch von NSAR	30
D:	Mäßiger Schmerz, erträglich, aber Zugeständnisse. Gewisse Einschränkung im Alltag, gelegentlich Gebrauch rezeptpflichtiger Analgetika	20
E:	Starke Schmerzen. Deutliche Aktivitätseinschränkung	10
F:	Komplette Aktivitätseinschränkung, Gehunfähigkeit, Bettlägerigkeit, Ruheschmerz	0
Gesamt I (max. 44)		

II. Funktion

IIB Aktivitäten

1 Treppen

Normal ohne Geländerbenutzung	4
Normal mit Geländerbenutzung	2
Irgendwie möglich	1
Unmöglich	0

2 Schuhe und Strümpfe

Einfach	4
Mit Schwierigkeiten	2
Unmöglich	0

3 Sitzen

Bequem im normalen Stuhl für 1 Std.	5
1/2 Std. in einem hohen Stuhl	3
1/2 Std. sitzen unmöglich	0

4 Einsteigen in öffentliche Verkehrsmittel

Möglich	1
Unmöglich	0

Gesamt IIB (max. 14)

II. Funktion

IIA Gangbild

1 Hinken

Kein	11
Leicht	8
Deutlich	6
Stark u. gehunfähig	0

2 Gehhilfen

Keine	11
Stock für lange Strecken	7
Stock die meiste Zeit	5
Eine Gehstütze	4
Zwei Stöcke	2
Zwei Gehstützen o. Gehunfähigkeit	0

3 Gehstrecke

Unbegrenzt	11
Ca. 1000 Meter	8
Ca. 400-500 Meter	5
Bett und Stuhl	0
Gesamt IIA (max. 33)	

III. A Kontrakturen/Fehlstellung

Weniger als 10° fixierter Abduktion	1
Weniger als 10° fixierte IRO in Streckung	1
Weniger als 30° Beugekontraktur	1
Weniger als 2,3 cm Beinlängendifferenz	1
Gesamt III A (max. 4)	

III. B Bewegungsausmaß

Flexion	°	
Abduktion	°	+
Adduktion	°	+
ARO	°	+
IRO	°	+
Gesamtwinkel	°	

210-300° 5

160-209° 4

100-159° 3

60-99° 2

30-59° 1

0-29° 0

Gesamt III B (max. 5)

Gesamtzahl Harris-Hüft-Score (I bis IIIB): _____

Name:

Datum:

Unterschrift:

7.2 Evaluierungsbogen Nachuntersuchung

Untersuchungsbogen

Name :

Untersuchungsdatum :

untersuchte Hüfte : li re

Anamnese :

Befund :

Narbe	
Beckenstand	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> BTS
Wirbelsäulenlot	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> Überhang

	links	rechts
Trendelenburg-Zeichen		
Beweglichkeit HG E/ F Abd./ Add. AR/ IR		
BLD		
Leistendruckschmerz		
Trochanterklopfschmerz		
MDS		

Gangbild :

Röntgen : neu alt

Bemerkungen :

8 Thesen

1. Die Implantation von Hüfttotalendoprothesen gehört zu einem der häufigsten und erfolgreichsten Eingriffe in der Orthopädie. Der Einsatz bei immer jüngeren Patienten verbunden mit der zunehmenden Lebenserwartung und der begrenzten Prothesenstandzeit wird auch in Zukunft zu einem weiteren Anstieg der Wechseloperationen führen.
2. Das Erreichen einer Primärstabilität und die Rekonstruktion des knöchernen Implantatlagers gelten als grundlegende Ziele bei Wechsel der Pfannenkomponente.
3. Neben Designunterschieden mit verschiedenen Verankerungsstrategien kommen auch verschiedene Werkstoffe und Oberflächengestaltungen zur Anwendung, um eine optimale primäre Verankerung auch bei diskriminiertem acetabulären Knochenlager zu erreichen.
4. Seit Ende der 1990er Jahre stehen Pfannenimplantate aus Trabecular Metal™ für den Einsatz in der Revisionsendoprothetik zur Verfügung. Der Werkstoff zeichnet sich durch seine hohe Porosität, einen niedrigen Elastizitätsmodul sowie einen hohen Reibungskoeffizienten aus.
5. Ziel der vorliegenden Arbeit war die Darstellung der kurzfristigen klinischen und radiologischen Ergebnisse nach Implantation der Trabecular Metal™ Modularen Pfanne und Revisionspfanne.
6. Im Zeitraum 2005 bis 2007 wurden in der Klinik für Orthopädie und Physikalische Medizin des Universitätsklinikums Halle (Saale) 41 Patienten im Rahmen eines Pfannenwechsels mit einer Prothese aus Trabecular Metal™ versorgt, von denen 34 Patienten nach durchschnittlich 29,3 Monaten nachuntersucht werden konnten.
7. Die Beurteilung des klinischen Outcomes erfolgte mithilfe des Harris Hip Score.
8. Für die radiologische Auswertung wurde eine eigens entwickelte Methode eingesetzt, die auf Basis einer im Grafikprogramm erstellten Schablone die konstante Ausrichtung der Röntgenaufnahmen und damit eine vergleichbare Messachsenkonstruktion ermöglicht.

9. Die Beurteilung des radiologischen Outcomes erfolgte durch manuelle Messung der horizontalen und vertikalen Pfannenmigration sowie der Veränderung des Inklinationswinkels, wobei signifikante Veränderungen als Abweichungen von ≥ 5 mm bzw. $\geq 5^\circ$ gewertet wurden. Zudem wurde das Auftreten von Gaps und radioluzzenten Linien analysiert.
10. Vier Patienten mussten sich aufgrund klinischen Implantatversagens einer erneuten Pfannenrevision unterziehen.
11. Bei vier Patienten wurde aufgrund radiologischer Kriterien das Vorliegen einer Pfannenlockerung zur zuletzt durchgeführten Untersuchung festgestellt.
12. Alle intraoperativen Komplikationen traten ausschließlich in Zusammenhang mit einem gleichzeitigen Schaftwechsel auf. Zu den wesentlichen postoperativen Komplikationen zählten Implantatversagen, Protheseninfektionen und rezidivierende Luxationen.
13. Der durchschnittliche postoperative Harris Hip Score betrug 65,8 Punkte.
14. Das Studienkollektiv zeichnete sich durch ein zum Literaturvergleich deutlich erhöhtes Durchschnittsalter, eine hohe Komorbidität sowie eine große Anzahl an simultanen Schaftwechseln aus, womit wir die relativ hohe Zahl an klinischen Ausfällen und radiologischen Pfannenlockerungen erklären.
15. Weitere Studien müssen abgewartet werden, die das Potential des Trabecular Metal™ für Pfannenrevisionen gerade bei ausgedehntem Knochenverlust und nach Mehrfachrevisionen beschreiben.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name Christin Siegel
Geburtsdatum/-ort 24.07.1984 in Schlema
Familienstand ledig
Staatsangehörigkeit deutsch
Kontakt Brandvorwerkstraße 67, 04275 Leipzig
christin.siegel@gmx.de

Schulbildung

1991 – 1995 Katharina-Peters-Schule Zwönitz, Grundschule Niederzwönitz
1995 – 2003 Matthes-Enderlein-Gymnasium Zwönitz,
Abschluss Allgemeine Hochschulreife, Note 1,6

Hochschulbildung

2003 – 2004 Studium der Bankwirtschaft an der Berufsakademie Leipzig
2004 – 2010 Studium der Humanmedizin an der Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg
09/2006 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, Gesamtnote "sehr gut"
11/2010 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, Gesamtnote "sehr gut"

Berufliche Tätigkeit

12/2010 – 04/2011 Ärztin in Weiterbildung an der Klinik für Kinder- und
Jugendmedizin am Georgius-Agricola Klinikum Zeitz
seit 05/2011 Ärztin in Weiterbildung an der Klinik für Kinder- und
Jugendmedizin an der Asklepios Klinik Weißenfels

Leipzig, den 23.05.2013

Selbständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Ich versichere, dass ich für die inhaltliche Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- oder Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen habe. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Leipzig, den 23.05.2013

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Leipzig, den 23.05.2013

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater und Betreuer Herrn PD Dr. med. A. Zeh für die hervorragende und geduldige Betreuung dieser Arbeit.

Danken möchte ich auch den Mitarbeiterinnen der orthopädischen Ambulanz und der Röntgenabteilung für die Bereitstellung der Patientenakten und das Einscannen der Röntgenbilder.

Für die ausgezeichnete statistische Beratung danke ich Frau Dr. S. Unverzagt vom Institut für Medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik.

Meinen Eltern möchte ich auf diesem Weg für die großartige Unterstützung während meiner Ausbildung und der Fertigstellung dieser Arbeit danken. Ein großer Dank gilt auch meinen Freunden für ihre stetige Motivation. Ohne Euch wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.