

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für allgemeine Orthopädie  
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. Winkelmann

**Mittelfristige Nachuntersuchungsergebnisse nach  
homologer Rekonstruktion von strukturellen  
azetabulären Defekten bei  
Endoprothesenwechseloperationen**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur  
Erlangung des doctor medicinae  
der Medizinischen Fakultät  
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von Reimann, Maria Elisabeth Gertrud  
aus Münster

**2006**



Dekan: Univ.-Prof. Dr. V. Arolt

1.Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. C. Götze

2.Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. N. Lindner

Tag der mündlichen Prüfung: 05.12.06

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für allgemeine Orthopädie

-Direktor: Univ.-Prof. Dr. Winkelmann

Referent: Priv.-Doz. Dr. Götze

Koreferent: Priv.-Doz. Dr. Lindner

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Mittelfristige Nachuntersuchungsergebnisse nach homologer Rekonstruktion von strukturellen azetabulären Defekten bei Endoprothesenwechseloperationen

Maria Elisabeth Gertrud Reimann

Ziel der Studie ist es, verschiedene Verfahren und Erfolgsraten von Defektrekonstruktionen mittels Allograft und Implantat bei Endoprothesenwechseln zu vergleichen. Anhand der Daten von 94 Patienten, die aufgrund von Pfannendefekten an der Universitätsklinik Münster zwischen den Jahren 1990 und 2002 operiert wurden, habe ich die Operationsverfahren auf ihre Effektivität hin geprüft, indem ich die prä- und postoperativen Scores in Anlehnung an den Harris Hip Score der Patienten miteinander verglichen und Korrelationen zwischen Komplikationen und Versagen und den Operationsverfahren und Defektstadien nach DGOOC herausgearbeitet habe. Bei einem mittleren Beobachtungszeitraum von 55 (3-149) Monaten führte bei 74 Patienten die Operation zum Erfolg. Das heißt, die postoperativen Scores haben sich im Vergleich zu den präoperativen wesentlich verbessert, und die Lebensqualität der Patienten hat enorm zugenommen. Nur in 20 Fällen mussten die Prothesen aufgrund von aseptischen Lockerungen, Infektionen, einer Instabilität und eines Traumas wieder entfernt werden. Von herausragender Bedeutung ist, dass Pfannendefekte, die schon in einem geringen Defektstadium operiert werden, eine erfolgsversprechendere Behandlung mit sich bringen als größere Defekte. Die Pfannenrekonstruktion mittels homologer Knochentransplantate ist zusammenfassend ein sehr erfolgreiches Verfahren, das die präoperativen Scores der Patienten postoperativ deutlich verbessert und einen Knochenaufbau auch im Hinblick auf spätere Interventionen erbringt.

Tag der mündlichen Prüfung: 05.12.06

## **Inhaltsverzeichnis:**

---

**01. Einleitung** **Seite 6**

---

**02. Patienten und Methoden** **Seite 8**

---

**03. Operationstechniken** **Seite 19**

---

**04. Ergebnisse** **Seite 22**

---

**05. Ergebnisse der klinischen Scores** **Seite 28**

---

**06. Diskussionen** **Seite 31**

---

**07. Schlussfolgerungen** **Seite 37**

---

**08. Literaturverzeichnis** **Seite 38**

---

**09. Lebenslauf** **Seite 45**

---

## 1. Einleitung

Hauptanliegen dieser Arbeit ist es, verschiedene Verfahren und Erfolgsraten von azetabulären Defektrekonstruktionen mittels Allograft und Implantat bei Endoprothesenwechseln zu vergleichen. Die Wichtigkeit des Themas wird dadurch ersichtlich, dass eine kontinuierliche weltweite Zunahme von primären Hüft-TEP-Implantationen in den letzten Jahrzehnten einen steten Anstieg der endoprothetischen Wechseloperationen zur Folge hat [47] und damit azetabuläre Defektkonstruktionen immer häufiger werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Knochendefekte im Bereich des Acetabulums zu beheben [1]. Viele Techniken sind mit der Verwendung von Allografts kombiniert, um der Pfannenprothese den nötigen Halt zu geben [22,23]. Das Allograftmaterial hat dabei die Aufgabe, den Knochenverlust zu ersetzen [15] und die mechanische Belastbarkeit wieder herzustellen [49,19]. Es soll also eine knochendeckende Situation für das einzusetzende Pfannenimplantat schaffen, die knöchernen Anatomie wieder herstellen, den knöchernen Untergrund für zukünftige Revisionen schaffen und die Beinlänge wieder normalisieren [47,21,46]. In verschiedenen Studien konnte, neben ermutigenden postoperativen Funktionsergebnissen, eine gute biologische Integration struktureller Allografts in den Empfängerknochen nachgewiesen werden [47,21,11,30,42]. Neben impaktierten Knochenchips („Impaction bone grafting“ - [37,48,52,51]) werden massive Knochenblöcke eingesetzt [28].

Wenn man sich dazu entschliesst, Allografts zu verwenden, sollte der autogene Knochenstatus vorher genauestens geprüft werden, um möglichst viel des autogenen intakten Knochens zu erhalten [19], um dem Allograft und dem Pfannenimplantat den bestmöglichen Halt zu geben.

Die Pfannenrekonstruktion kann mit vielen intraoperativen Hürden verbunden sein. Weingärtner [56] z.B. berichtet über Schwierigkeiten bei der Schaffung eines operativen Zugangs, auf Grund oft mehrerer Voroperationen wie z.B. Umstellungs- oder Beckenosteotomien.

Nach Harris [24], Becker [2] und Dunn [13] ist die bestmögliche Lokalisation zum Einbringen des Pfannenimplantats in 90% der Fälle die ursprüngliche, anatomisch

normale Lage der Hüftpfanne. Wird das Rotationszentrum eines luxierten Hüftkopfes in die ursprüngliche, natürliche Stellung rückverlagert, so bringt dies in vielen Fällen eine Zunahme der Beinlänge mit sich. Um neurologische Dehnungsschäden zu vermeiden, sollte die absolute Längenzunahme nach Harris [24] und Becker [2] nicht mehr als 2,5 cm betragen. Paavilainen [38] setzt diese Grenze bei 5 cm.

Werden diese Werte überschritten, kann dies eine operative Verkürzung des Femurs an anderer Stelle notwendig machen [2, 13, 24].

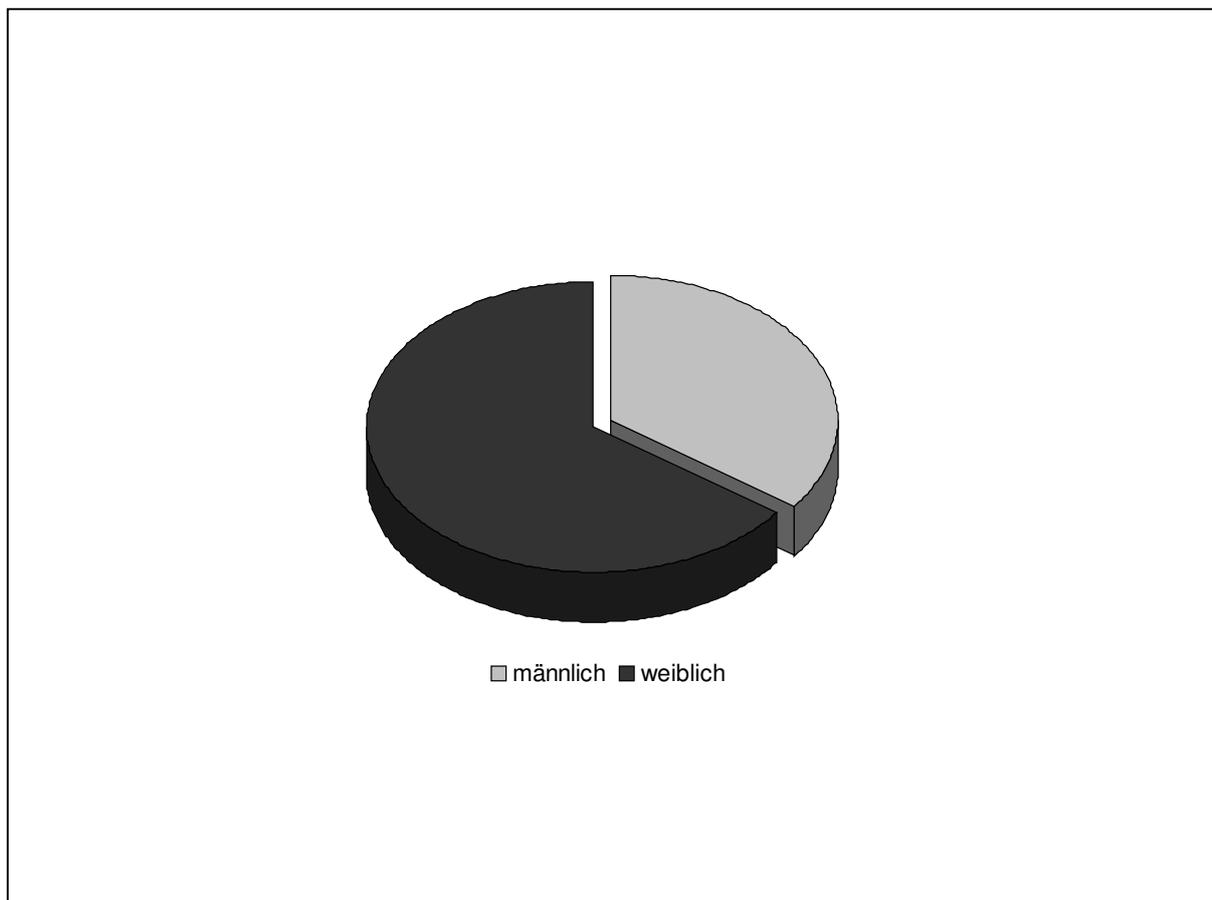
Das präoperative Röntgenbild und gegebenenfalls CT ermöglichen sowohl die Typisierung und die Einschätzung der erforderlichen Knochentransplantatmenge, als auch die Bestimmung der zu verwendenden Acetabulumkomponente [14]. In dieser Studie wurden die Pfannendefekte anhand der Röntgenbilder nach der DGOOC-Pfannendach-Klassifikation kategorisiert, die in Abhängigkeit von der Lokalisation und Ausmaß des Defektes 7 verschiedene Typen unterscheidet [27]. Typ 1 beschreibt eine einfache Höhlenbildung, Typ 2 bis 4 unisegmentale Defekte in verschiedenen Lokalisationen, Typ 5 beinhaltet bisegmentale Defekte, Typ 6 trisegmentale Defekte und Typ 7 beschreibt die Beckendiskontinuität.

Die ossäre Regenerationsleistung des allogenen Knochentransplantates beruht vor allem auf seiner osteokonduktiven und osteoinduktiven Potenz, die zum Transplantateinbau und in der Folge zu einem schleichenden Abbau und Ersatz führen [23,34,15]. Zur Osteogenese kann es bei tiefgefrorenem Knochen nicht kommen, da die Tiefkühlung einen nahezu vollständigen Zelltod zur Folge hat [17]. Die Transplantate, die bei Patienten dieser Studie verwendet wurden, wurden bei – 80 Grad Celsius bis zu max. 5 Jahre vorher in der hauseigenen Gewebekbank gemäß den Richtlinien des Deutschen Ärzteblattes gelagert [5].

## 2. Patienten und Methoden

Das Patientenkollektiv setzt sich aus insgesamt 94 Patienten, davon 33 Männern und 61 Frauen, zusammen (s. **Abb.1**), die im Zeitraum zwischen 1990 und 2002 an der orthopädischen Universitätsklinik Münster mit Allograftchips oder massiven Allografts im Rahmen von Pfannendefekten endoprothetisch versorgt wurden. Bei den Patienten wurde aufgrund von teilweise massiven Pfannendefekten mit Hilfe von Allografts die Pfanne rekonstruiert.

**Abb.1** Geschlechtsverteilung



Im Rahmen dieser retrospektiven Arbeit wurden zahlreiche Daten anhand der Patientenakten erhoben, die die Beurteilung von verschiedenen Verfahren und Erfolgsraten ermöglichen. Die statistische Analyse erfolgte unter Verwendung der kommerziellen Statistikprogramme Excel und SPSS.

Bei der prä- und postoperativen Untersuchung und Beurteilung der Patienten wurden vor allem die Parameter Schmerz, Hinken, Gehstrecken und –hilfen, Trendelenburgzeichen und Beweglichkeit in Anlehnung an den Hüftscore nach Harris [25] berücksichtigt. Der Harris-Hüftscore orientiert sich an folgenden Parametern:

### 1.Schmerzen

- a) keine Schmerzen
- b) leichte Schmerzen, keine Einschränkung beim Verrichten körperlich belastender Arbeiten
- c) leichte Schmerzen mit Einschränkung beim Verrichten körperlich belastender Arbeiten
- d) mittelmäßige Schmerzen mit Einschränkungen im Alltag (Schmerzmedikamente)
- e) starker Schmerz mit erheblicher Einschränkung im Alltag
- f) sehr starker Schmerz sogar beim Liegen, selbst leichte Arbeiten sind nicht möglich

### 2. Funktion

- Hinken:
  - a) kein Hinken
  - b) leichtes Hinken
  - c) mittelstarkes Hinken
  - d) starkes Hinken
  
- Gehhilfen:
  - a) keine
  - b) Stock bei langen Gehstrecken
  - c) Fast immer mit Stock
  - d) Eine Krücke
  - e) Zwei Stöcke
  - f) Zwei Krücken oder gar nicht gehfähig

- Gehstrecke:
  - a) ungebrenzt
  - b) 500m
  - c) 250-500m
  - d) nur innerhalb des Hauses
  - e) nur im Bett oder Stuhl
  
- Treppensteigen:
  - a) ohne Hilfe eines Handlaufs
  - b) mit Hilfe eines Handlaufs
  - c) sehr schlecht, aber möglich
  - d) unmöglich
  
- Schuhe / Socken anziehen:
  - a) ist leicht möglich
  - b) mit Schwierigkeiten
  - c) unmöglich
  
- Sitzen:
  - a) Bequem in einem normalen Stuhl für ca. 1h
  - b) in einem hohen Stuhl für ca. ½ h
  - c) bequemes Sitzen ist in einem Stuhl nicht möglich
  
- Benutzung Öffentlicher Verkehrsmittel:
  - a) ist möglich
  - b) ist nicht möglich

### 3. Untersuchungsbefunde

- a) < 30° Beugekontraktur
- b) < 10° Adduktionskontraktur
- c) < 10° steife Innenrotation in Extension
- d) Beinlängendifferenz weniger als 3.2cm

Flexion (Angabe in Grad)  
 Abduktion (Angabe in Grad)  
 Außenrotation in Extension (Angabe in Grad)  
 Innenrotation in Extension (Angabe in Grad)  
 Adduktion (Angabe in Grad)  
 Extension (Angabe in Grad)  
 Beurteilung des Trendelenburgzeichen

Der Harris-Hüftscore [25] ist in der angloamerikanischen Literatur der am häufigsten zitierte [1,32,35,41,43] klinische Score zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen nach operativen Eingriffen am Hüftgelenk. Dabei lässt sich jeder einzelnen untersuchten Hüfte ein eigener Punktwert zuordnen. Beurteilt werden Schmerz, Funktion und Beweglichkeit.

Über die klinischen Scores hinaus habe ich viele weitere Informationen erfasst, um die Erfolgsraten der Operationen besser einschätzen und bewerten zu können (s. **Tab.1**).

**Tab.1:** Fragebogen

### 1. Patientenangaben

Name:		Gewicht (kg):	
Geburtsdatum:		Größe (cm):	
Alter bei OP:		Geschlecht (m/w):	

### 2. Vorangegangene Hüft-OP's

Datum		Indikation		Art der OP	
Datum		Indikation		Art der OP	

### 3. Klinische Scores

<b>Schmerzen</b>	Präop	postop	<b>Hinken</b>	präop	postop
0 schmerzfrei			0 nein		
1 gering			1 gering		
2 stark			2 stark		
3 bettlägerig			3 keine Angaben		
4 keine Angaben					

<b>Gehstrecken</b>	präop	postop	<b>Gehhilfen</b>	präop	postop
0 unfähig			0 keine		
1 < 200m			1 ein Stock/Krücke		
2 uneingeschränkt			2 zwei Stöcke/Krücken		
3 keine Angaben			3 keine Angaben		

<b>Flexion</b>	präop	postop	<b>Innenrotation</b>	präop	postop
0 0-45°			0 0-20°		
1 45-90°			1 20-45°		
2 90-110°			<b>Außenrotation</b>		
3 110-130°			0 0-20°		
			1 20-45°		

<b>Adduktion</b>	präop	postop	<b>Abduktion</b>	präop	postop
0 0-15			0 0-15°		
1 > 15°			1 15-20°		
<b>Trendelenburg</b>			2 20-45°		
0 positiv					
1 negativ					

#### 4. Klassifikation des Pfannendefektes nach DGOOC-Pfannendachtypen

1 einfache Höhlenbildung	
2-4 unisegmentale Defekte	
5 bisegmentale Defekte	
6 trisegmentale Defekte	
7 Beckendiskontinuität	

#### 5. Schaft

0 belassen	
1 gewechselt	
2 keine Angaben	

#### 6. Allograftangaben

			ja	nein
Spenderalter (Jahre)		Hüftkopf solide		
Länge (cm)		Späne (Anzahl)		
Lagerung (Monate)		Femurschaft		
Geschlecht (m/w)		Proximale Tibia		
Art der Bearbeitung		Tibiaplateau		
		Distaler Femur		
		Knochenmehl		

7. Art der TEP

<b>Ring</b>	ja	nein	<b>Pfanne</b>	ja	nein
Müller			LOR		
Burch-Schneider			Judet		
sonstiges			Polyäthylen		
			Primär		
			Müller		
			sonstiges		

8. Fixierung

<b>Fixierung</b>	ja	nein	Anzahl
Zementierung			
Schrauben			
Platten			
Nägel			

9. Angaben zur Operation

		Art des Zugangs	
Datum		1 ventro-lateral	
Indikation		2 lateral, transgluteal	
Maßnahme		3 dorsal	
		4 Osteotomie des Trochanter major	

10. Intraoperative Komplikationen

Art	Ursache	Maßnahme

11. Mobilisierung

Ruhigstellung bis wann (post OP)	
Teilbelastung bis wann (post OP)	
Vollbelastung ab wann (post OP)	
Sofortige Übungsstabilität	

12. Postoperative Komplikationen

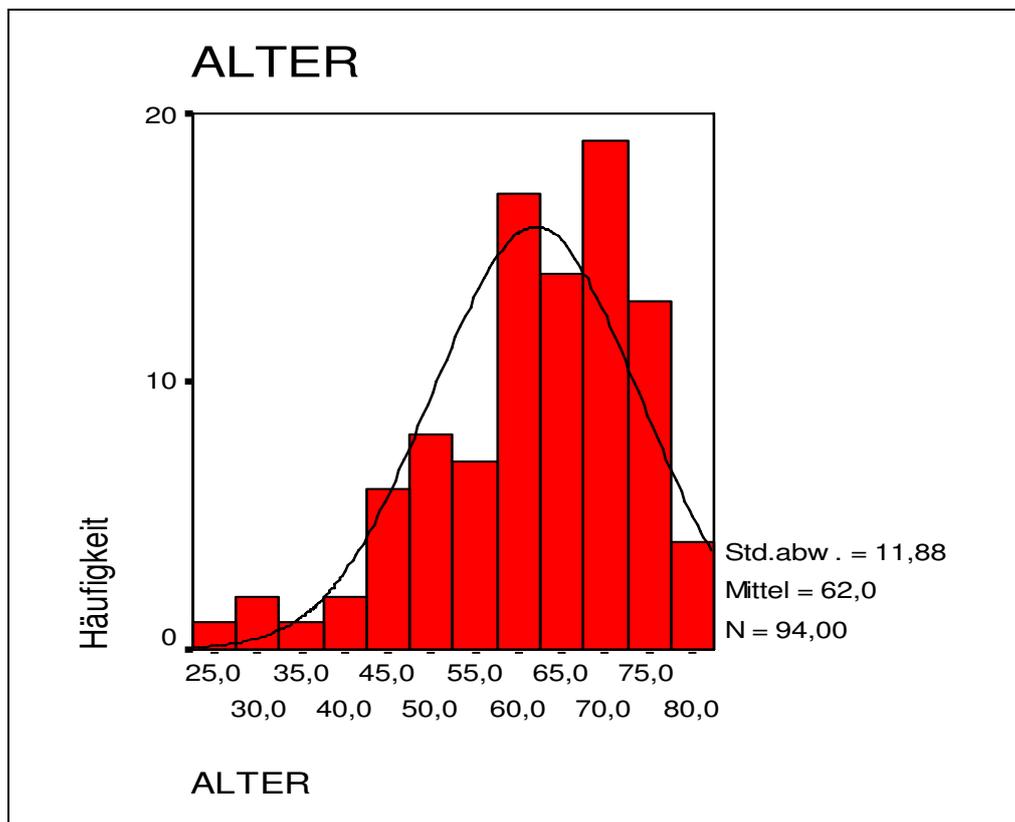
	Datum	Ursache	Maßnahme
Aseptische TEP-Lockerung			
Implantatdislokation			
TEP-Fraktur			
Luxation			
Infektion			
Thrombose			
Schraubenabbruch			
Osteolysen			
Sonstiges			

13. Ergebnis

Erfolg		Versagen	
Letzte Untersuchung am		TEP-Entfernung am	
Standzeit (Monate)		Ursache	

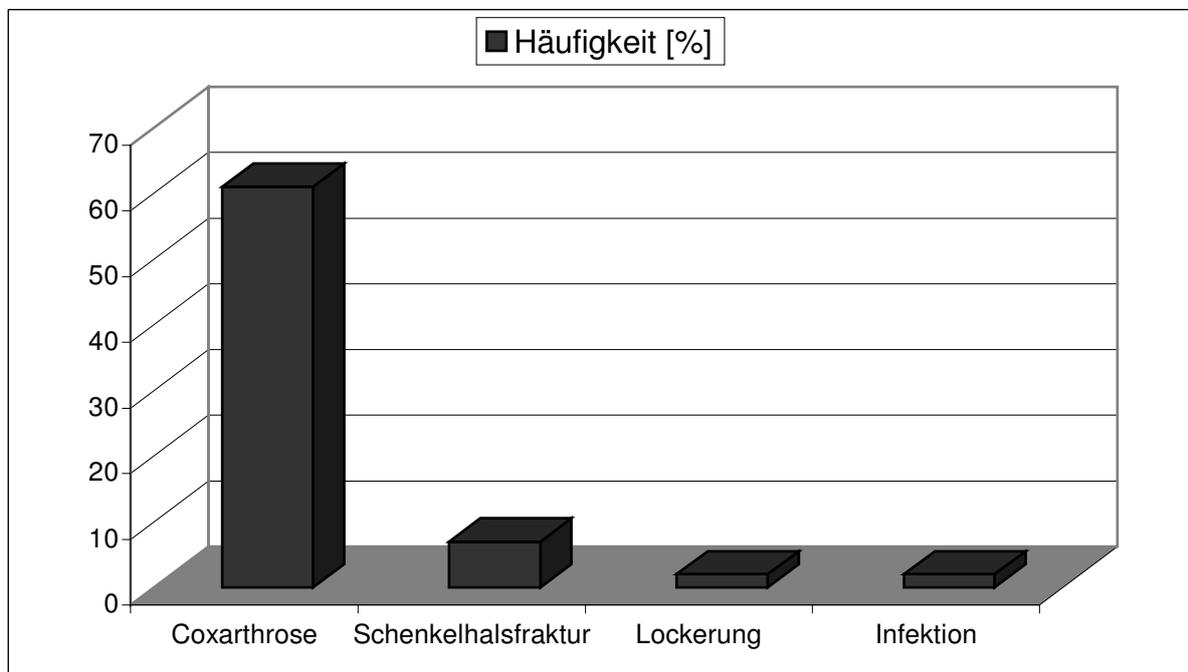
Das durchschnittliche Patientenalter während der Operation unter Verwendung von Allografts lag bei 62 Jahren (Range von 26 bis 81 Jahren, Median von 64) (s. **Abb.2**).

**Abb.2** Häufigkeitsverteilung des Patientenalters zum Zeitpunkt der Revisionsoperation



Der mittlere Untersuchungszeitraum betrug 55 (3-149) Monate. Bei 95,7 % (90 Fälle) des Kollektivs handelt es sich um alloarthroplastische Revisionsoperationen, nur für 4 Patienten (4,3%) war es die Primärimplantation bei ausgeprägter Protrusionscoxarthrose. Die häufigsten Ausgangsindikationen für vorangegangene Ersteingriffe waren in absteigender Reihenfolge die primäre und sekundäre Coxarthrose (61%), Schenkelhalsfraktur (7%), Lockerung (2%) und Infektion (2%) (s. **Abb.3**).

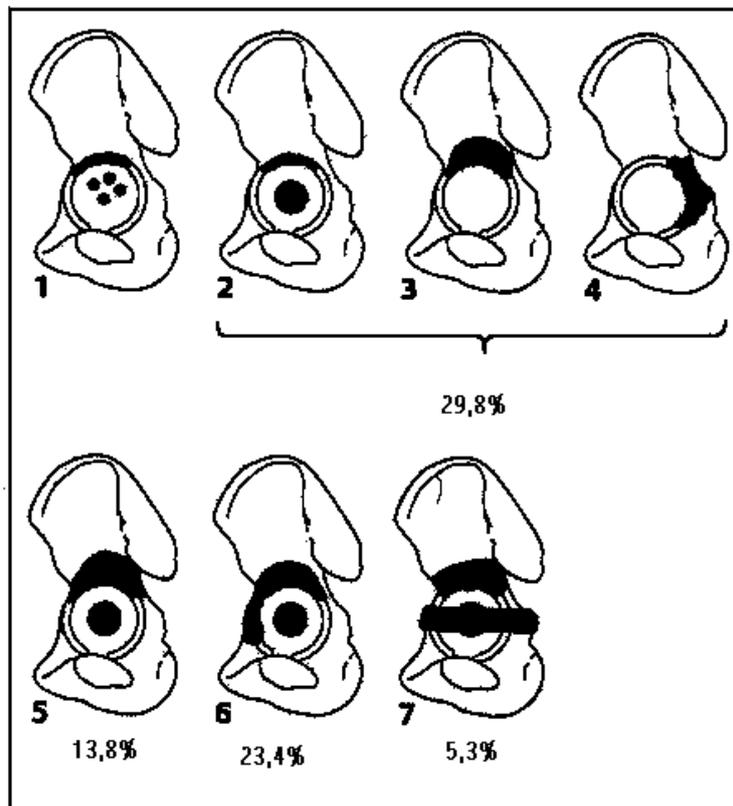
**Abb.3** häufigste Ausgangsindikationen für vorangegangene Ersteingriffe



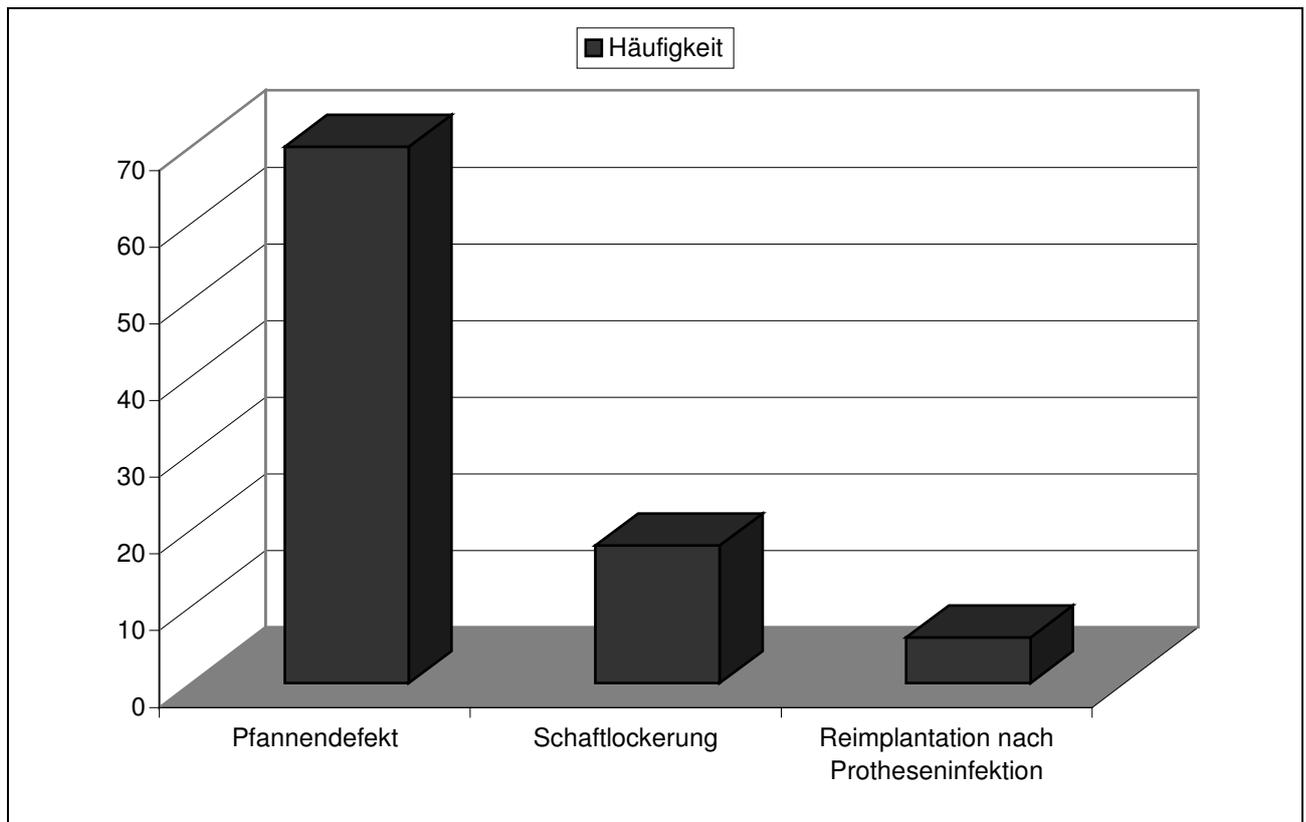
Bei den Patienten konnte nach der DGOOC-Pfannendachklassifikation [27] in 29,8 % der Fälle (28) unisegmentale Defekte festgestellt werden, in 13,8 % (13) bisegmentale Defekte, in 23,4 % (22) trisegmentale Defekte und in 5,32 % (5) eine komplette Beckendiskontinuität (s. **Abb.4**).

**Abb.4** Defektklassifikation nach der DGOOC-Defektklassifikation [27] mit prozentualen Verteilungen bei den 94 Patienten der Studie

- 1 einfache Höhlenbildung
- 2-4 unisegmentale Defekte
- 5 bisegmentale Defekte
- 6 trisegmentale Defekte
- 7 Beckendiskontinuität

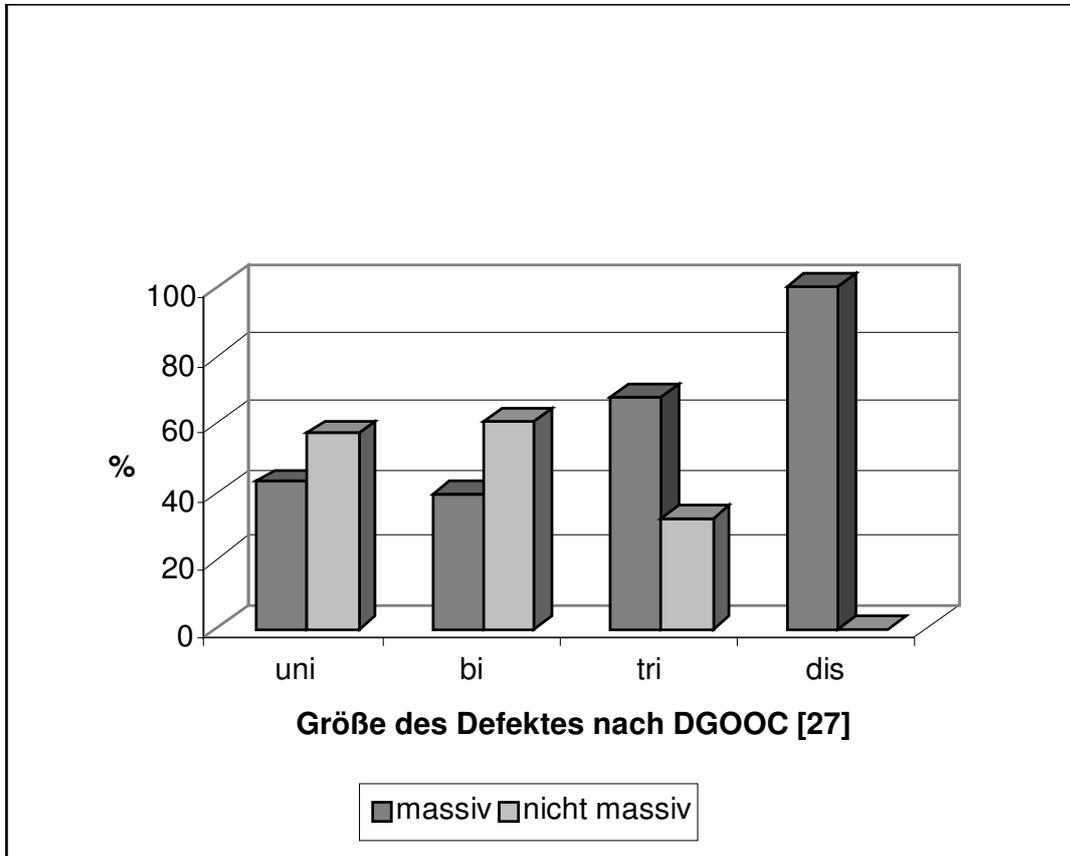


Die mit einem Auftreten in 70 Fällen häufigste präoperative Indikation für die Operation der Pfanne unter Verwendung von Allografts war der Pfannendefekt, in 18 Fällen die assoziierte Schaftlockerung, in 6 Fällen die Reimplantation nach Protheseninfektionen, die zuvor mit einem Implantatausbau und Platzhalter versorgt worden waren (s. **Abb.5**).

**Abb.5** absolute Häufigkeiten der präoperativen Operationsindikationen

Bei 52 Patienten wurde schließlich wegen intraoperativer Lockerungszeichen und Inkompatibilitäten ein neuer Schaft implantiert und nur bei 42 Patienten belassen. Zur Rekonstruktion der Pfannen wurden folgende 106 Gewebetransplantate teils kombiniert verwandt: 40 x massiver Hüftkopf, 25 x intraoperativ hergestellte kortikospongiöse Späne, 4 x massives proximales Tibiaallograft, 3 x massives proximales Femur, 3 x massive Femurkondyle, 31 x in der Knochenbank gemahlenes Knochenmaterial, wobei Kombinationen zwischen Chips und massiven Transplantaten vorkommen. Neben dem Allograft wurde den Patienten abhängig vom autogenen Knochenstatus und der Lokalisation des Defektes eine Stützschale nach Müller oder Burch-Schneider mit einzementiertem Polyäthyleninlay belastungsstabil implantiert oder eine porus coated Pressfitpfanne eingesetzt und gegebenenfalls mit Spongiosaschrauben zusätzlich gesichert (**Abb.6**).

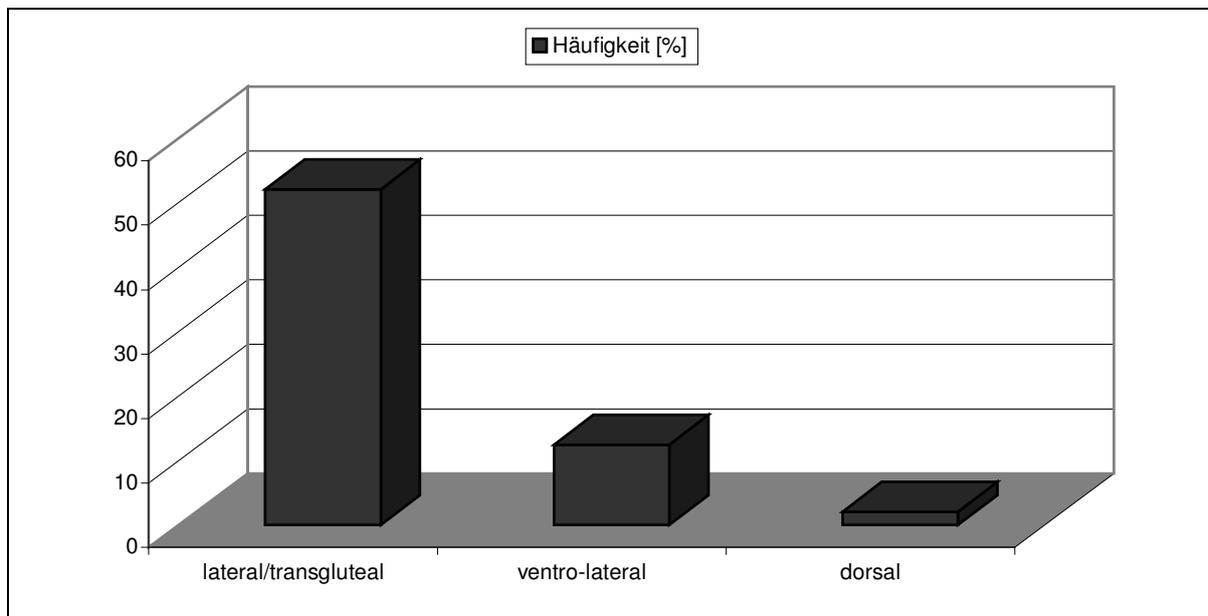
**Abb. 6** Darstellung der Häufigkeit der Verwendung von massiven bzw. zerkleinerten Allografts in Abhängigkeit von der Defektgröße nach DGOOC [27] (uni=unisegmentale Defekte; bi=bisegmentale Defekte; tri= trisegmentale Defekte; dis=Beckendiskontinuität)



### 3. Operationstechniken

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, sich einen Zugang zum Acetabulum zu verschaffen. Zum einen gibt es den ventro-lateralen, zwischen Tensor und Glutaeusmedius nach Watson-Jones. Daneben gibt es den Zugang von lateral/transgluteal, welcher einen besseren Zugang zum Femurschaft verschafft als der erstgenannte. Darüber hinaus gibt es noch den Zugang durch eine Osteotomie des Trochanter major z.B. unter engen Verhältnissen und bei Prothesenwechseln. Gelegentlich wird der dorsale Zugang genutzt, aber bei diesem Zugangsweg ist die Orientierung zur Positionierung der Pfanne weniger genau [10]. Über den ilioinguinalen Zugang nach Enneking wird gesagt, dass sich durch ihn für den Beckenring eine gute Übersicht erzielen lässt, während der Smith-Patterson-Zugang auch einen guten Überblick über die ventralen und oberen Acetabulumanteile gewährleistet [6]. Bei unseren Patienten wurde in 52,1% der Fälle ein lateral/transglutealer Zugang geschaffen, in 12,5% der Fälle ein ventro-lateraler, in 2,1% der Fälle ein dorsaler Zugang (s. **Abb.7**).

**Abb.7** Häufigkeitsverteilung der Zugangswege



Präoperativ ist es sehr wichtig, die Hüftendoprothese zu planen, was mit Hilfe von Schablonen ermöglicht wird [10] ([10]:S.988, Abb.64.93).

Bei der Entfernung gelockerter Totalendoprothesen sollte besonders darauf geachtet werden, dass das Granulationsgewebe komplett entfernt wird mit besonderer Berücksichtigung des späteren Kontaktbereiches des Allografts zum Empfänger. Um den aufwendigen Operationstechniken zur Rekonstruktion von Instabilitäten mit größeren, kompakten Allografts gerecht zu werden, gibt es spezielle Arbeitsgeräte. Neben der Entfernung der Totalendoprothesen werden in einem parallelem Arbeitsschritt die massiven Allografts (Tibia, Femur) in eine sterile Werkbank eingespannt und entsprechend den ausgemessenen, intraoperativen Werten, die man mit Hilfe eines speziellen Messinstrumentariums erhebt, bearbeitet. Bei der Bearbeitung des Allografts ist darauf zu achten, dass das Transplantat 3-5mm größer als die ausgemessene Defektform ist. Mit Hilfe der neu erstellten Acetabuli aus den massiven Allografts lassen sich Acetabulumpfannendurchmesser bis zu 50 mm zirkulär ausreichend knöchern umschliessen [6].

Nach Orientierung und Darstellung der anatomischen Strukturen und Entfernung des Granulationsgewebes wird den Patienten neben dem Allograft, abhängig von der Defektlokalisierung und -größe, eine Stützschale nach Müller oder Burch-Schneider mit einzementiertem Polyäthyleninlay implantiert oder eine porus coated Pressfitpfanne unzementiert implantiert.

Es ist wichtig, dass es zu einem engen Flächenkontakt an der Übergangsfläche zum Empfänger kommt [6]. Um zu überprüfen, ob die Verankerung tatsächlich fest ist, testet man, ob trotz starker Krafteinwirkung auf das Transplantat keine Bewegungen im Kontaktbereich zum Empfänger auftreten [6]. Um der Transplantat-Empfängereinheit die nötige Stabilität zu verleihen, werden gegebenenfalls Spongiosaschrauben oder Platten verwendet.

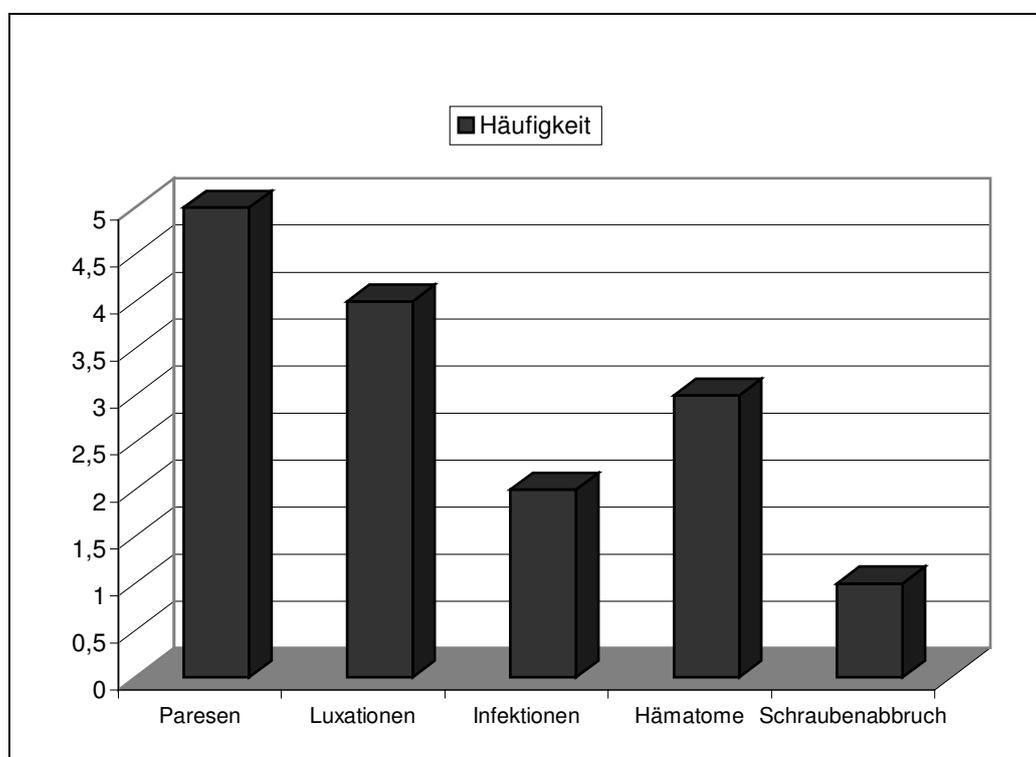
Es kann zu einigen intraoperativen Komplikationen kommen wie z.B. Gefäßverletzungen der Arteria und Vena iliaca, Nervenverletzungen des N.femoralis und des N. ischiadicus. Darüber hinaus kann es zu Frakturen und Pfannenperforationen kommen. Fehlstellungen sind bei falscher Positionierung von Pfanne oder Prothese möglich. Es kann zu Interponaten im Gelenk oder Beschädigung der Kopfoberfläche kommen, die zu frühzeitiger Pfannenusur führen.

Zu frühes Einbringen von Knochenzement in noch halbflüssigem Zustand kann toxische Allgemeinreaktionen hervorrufen.

## 4. Ergebnisse

Die mittlere Ruhigstellungszeit postoperativ lag bei 9,96 Tagen, die mittlere Teilbelastungszeit bei 10,28 Wochen. Im frühen postoperativen Zeitraum < 4 Wochen traten in 15 Fällen (16%) Komplikationen im Sinne von Paresen, Infektionen, Luxationen, Hämatomen und Schraubenabbrüchen auf, wobei es am häufigsten zu Paresen kam. Dabei waren der N.femoralis (2 mal), der N.peroneus (2 mal) und der N.ischiadicus (1 mal) betroffen. Die Paresen konnten erfolgreich konservativ behandelt werden und waren lediglich passager vorhanden. Des Weiteren kam es bei 4 Patienten zu Hüftluxationen, die geschlossen reponiert und für einige Zeit orthetisch versorgt wurden. 2 Patienten entwickelten oberflächliche Infektionen, die konservativ angegangen wurden, 3 relevante Hämatome, die durch Druckverband und z.T. mit Punktion behandelt wurden und zu einem Schraubenabbruch, der nicht behandelt wurde, da die Stabilität der Rekonstruktion nicht gefährdet war (s. **Abb.8**).

**Abb.8** absolute Häufigkeit der Komplikationen < 4 Wochen postoperativ



Im postoperativen Zeitraum > 4 Wochen traten nur in 5 Fällen Komplikationen auf, wobei es sich dabei in 2 Fällen um Infektionen und in 3 Fällen um einfache Schraubenabbrüche handelte. Die Infektionen wurden konservativ behandelt, und die Schraubenabbrüche konnten belassen werden.

Sowohl bei massiven Allografts als auch bei der Verwendung von Spänen und Knochenmehl sind die oben genannten Komplikationen aufgetreten, wobei anhand der Häufigkeiten keine unterschiedlichen Korrelationen zwischen Allografttyp und Art der Komplikation festgestellt werden konnten.

Bei den insgesamt 20 Fällen, davon 4 Männer und 16 Frauen, musste das Allograft im Untersuchungszeitraum wieder operativ revidiert werden (s. **Tab.5**). Die Hauptursache in 9 von 20 Fällen, davon 5 massive Allografts, bestand in einer sukzessiven Lockerung der Pfannenprothese. Ein weiterer Grund für die Entfernung der Allografts sind die Infektionen mit einer Häufigkeit von 6 von 20 Fällen, davon 5 massive Allografts. Bei einem mit Knochenchips rekonstruierten Fall musste aufgrund eines Sturzes und damit verursachter traumatischer Lockerung der Pfanne das Allograft entfernt werden, und in einem Fall (massives Allograft) wegen einer konservativ nicht beherrschbaren Gelenkinstabilität. In weiteren 3 Fällen wurden über den Grund der Entfernung des Allografts keine Angaben gemacht (s. **Tab.2, Tab.3**).

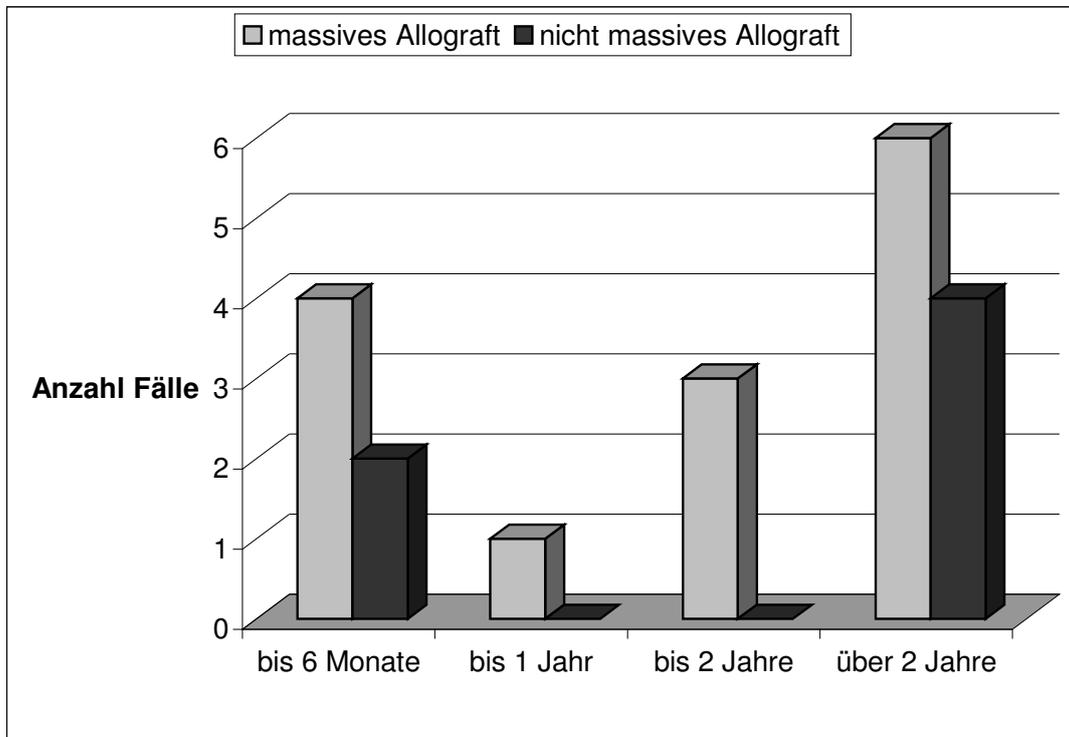
**Tab.2** Ursachen für Versagen in Abhängigkeit von der Art des Allograft; KM:Knochenmehl

	<b>Massiv</b>	<b>Chips/KM</b>
<b>Lockerung</b>	5	4
<b>Infektion</b>	5	1
<b>Dislokation</b>	0	1
<b>Sturz</b>	1	0

**Tab. 3** Versager ( uni=unisegmentale Defekte, bi=bisegmentale Defekte, tri=trisegmentale Defekte, dis=Beckendiskontinuität, HK= Hüftkopf, KM= Knochenmehl)

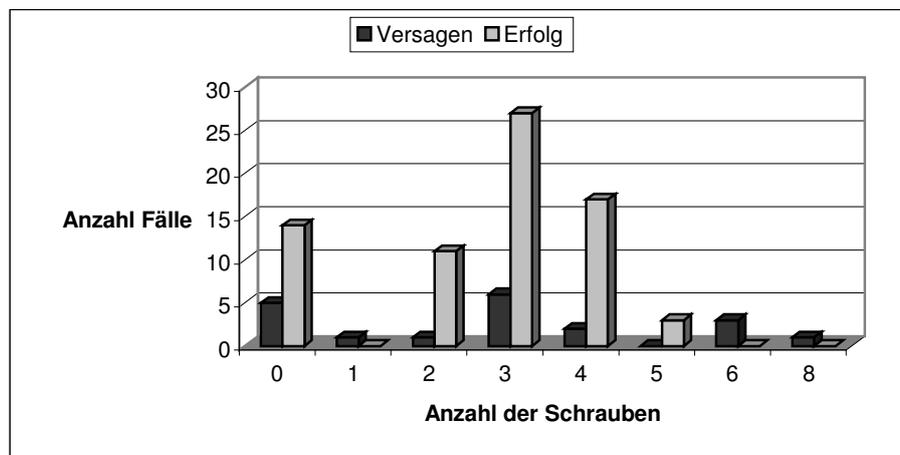
Alter[J]	DGOOC	Ursache	zementiert	Allografttyp	Schrauben	Platten
59	Bi		Nein	0,5 Kondyle	0	0
49	Dis	Infektion	Ja	Kondyle	1	1
51	Bi	Infektion	Nein	Tibiaplateau	6	0
39	Uni	Lockerung	Nein	2 HK	0	0
74	Bi	Lockerung	Ja	2 HK	0	0
74	Uni		Ja	2 HK	3	0
51	Tri	Lockerung	Nein	2 HK	6	0
52	Tri	Lockerung	Nein	3 Späne	3	0
72	Dis	Infektion	Ja	Tibiaplateau	6	0
69	Uni	Protrusion	Nein	2 HK	3	0
44	Tri	Sturz	Nein	2 Späne	3	0
65	Bi	Infektion	Nein	3 HK	3	0
64	Tri	Lockerung	Nein	3 HK		0
36	Bi	Lockerung	Nein	6 Späne	0	0
71	Uni	Lockerung	Nein	KM	0	0
71	Tri	Dislokation	Ja	3 HK	3	0
75	Uni	Infektion	Ja	KM	8	0
72	Uni	Infektion	Ja	2 HK	4	0
65	Uni	Lockerung	Nein	KM	4	0

In den meisten Fällen betrug der Zeitraum zwischen der Rekonstruktionsoperation und Entfernung des Allografts über 2 Jahre. In **Abb.9** wird anhand des Balkendiagramms der Zeitraum zwischen der Operation und der operativen Revision der rekonstruierten Pfanne verdeutlicht, wobei zwischen massiven und nicht massiven Allografts unterschieden wird.

**Abb.9** Zeitraum zwischen Allograftimplantation und Pfannenversagen (N=20)

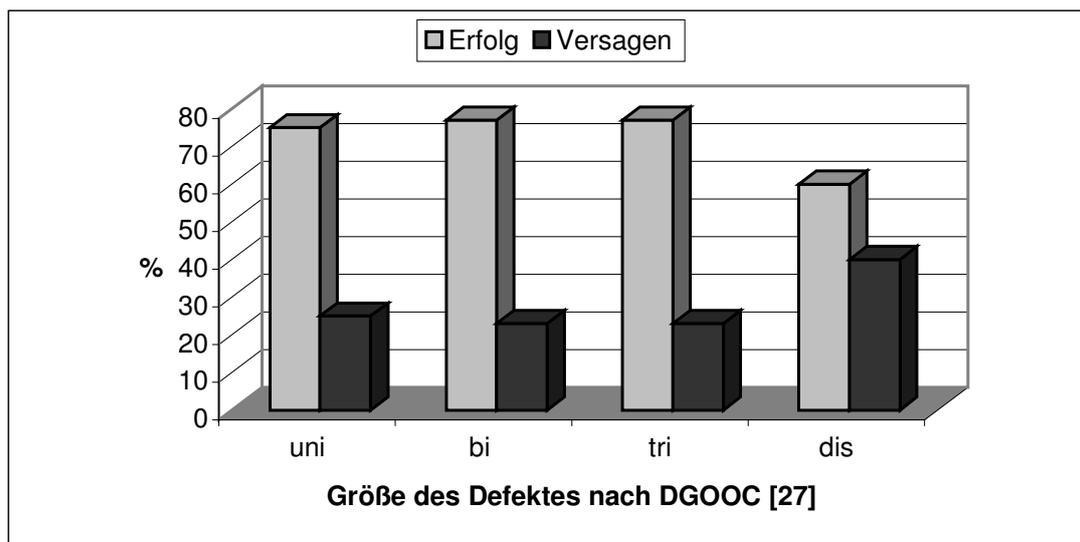
Es ist eine ausgeprägte Korrelation zwischen der Anzahl der Schrauben und dem Versagen erkennbar. In den Fällen, in denen mehr als 5 Schrauben benutzt wurden, um die Pfanne zu fixieren, wobei eine mit der Pressfit-Methode und drei mit einem Stützring implantiert wurden, hat das Transplantat auf Dauer nicht gehalten (**Abb.10**).

**Abb.10** Erfolgsrate der Pfannenrekonstruktion in Abhängigkeit von der Anzahl der verwendeten Schrauben zur Fixierung des Implantats



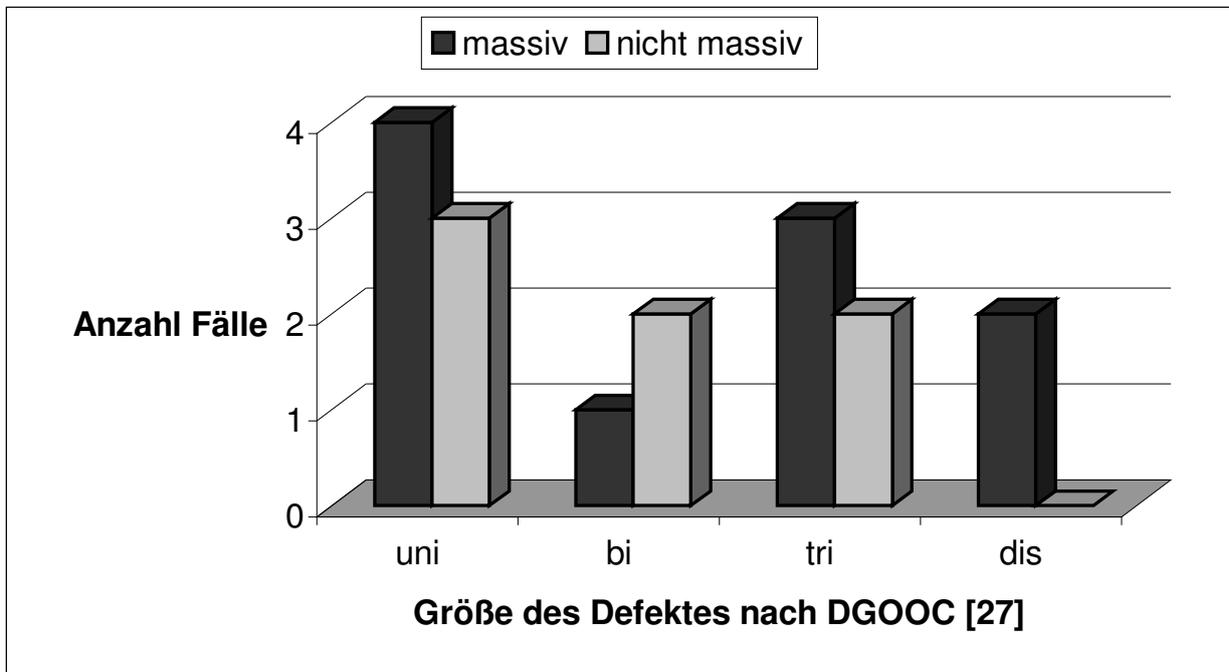
In allen anderen Fällen, das heißt in 74 von 94 Fällen, musste das Allograft bis zur letzten Kontrolle nicht entfernt werden. Anhand der Erfolgsrate in Abhängigkeit von der Schwere des Pfannendefektes wird eine deutliche Korrelation zwischen kleinem Pfannendefekt und Erfolg erkennbar (s. **Abb.11,12**).

**Abb.11** Erfolgsrate der endoprothetischen Rekonstruktion in Korrelation zur Defektgröße nach DGOOC [27] ( uni=unisegmentale Defekte, bi=bisegmentale Defekte, tri=trisegmentale Defekte, dis=Beckendiskontinuität)



**Abb.12** zeigt den Zusammenhang zwischen Allografttyp und Versagen auf.

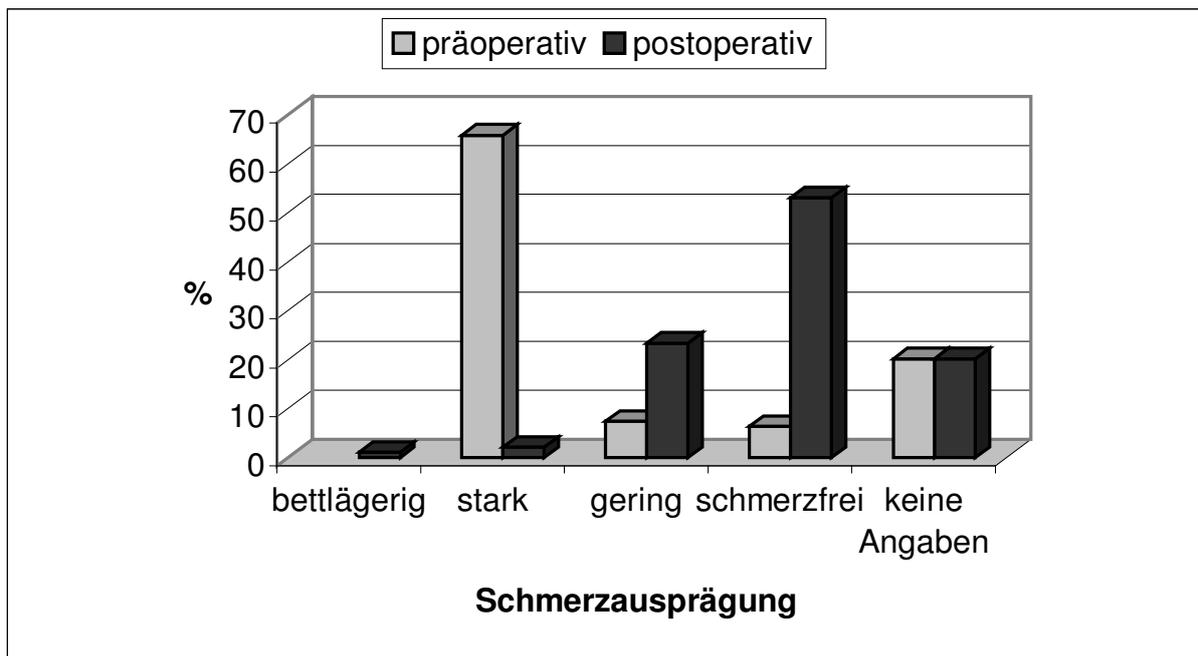
**Abb.12** Darstellung der Häufigkeiten der massiven und nicht massiven Allograftimplantationen in den Fällen, in denen die Pfannenrekonstruktion entfernt werden musste (uni=unisegmentale Defekte, bi=bisegmentale Defekte, tri=trisegmentale Defekte, dis=Beckendiskontinuität)



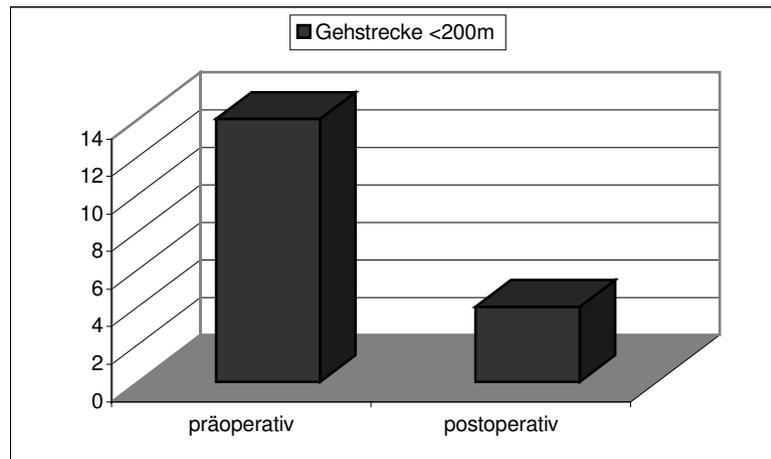
## 5. Ergebnisse der klinischen Scores

Bei der prä- und postoperativen Untersuchung der Patienten zeigte sich, dass 66% der Patienten (62 Fälle) vor der OP über starke Schmerzen mit erheblicher Einschränkung der normalen Aktivität bis hin zur Bettlägerigkeit klagten, während postoperativ nur noch 2,1% (2 Fälle) starke Schmerzen angaben (**Abb.13**).

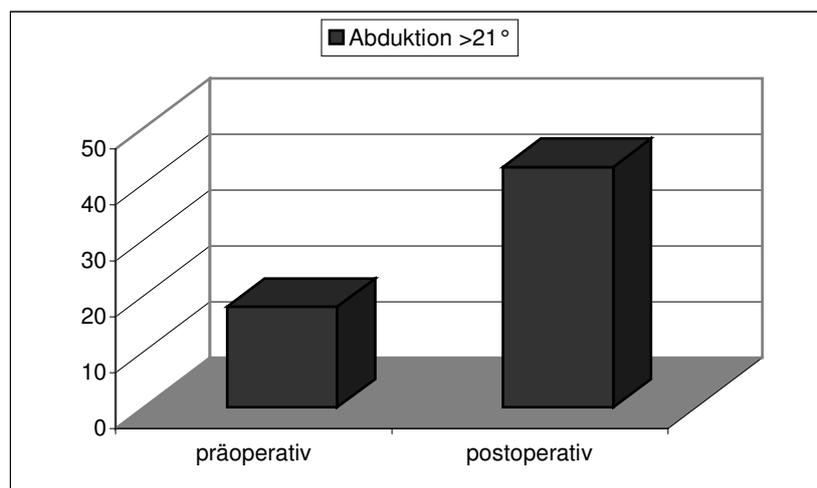
**Abb.13** Patientenseitige Beurteilung des Schmerzniveaus prä- und postoperativ

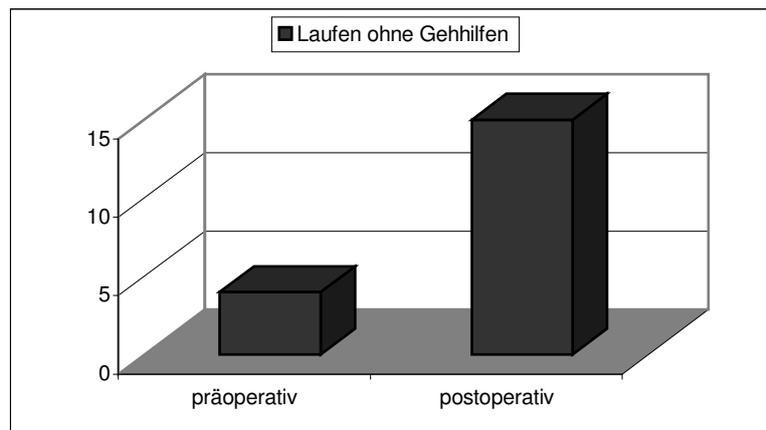


Vor der Operation konnten 14 Patienten keine Wegstrecke von mehr als 200m mit Gehhilfen zurücklegen, während postoperativ nur noch 4 nicht dazu in der Lage waren (s. **Abb.14**).

**Abb.14** Häufigkeitsverteilung prä- bzw. postoperativ, unter Gehstrecke < 200m

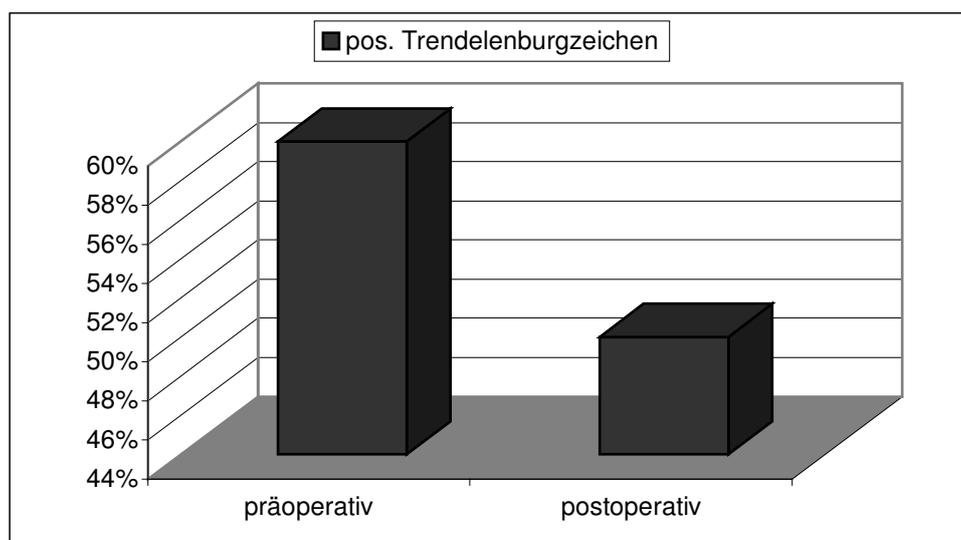
Die Abduktion zwischen 21 und 45 Grad hat sich von präoperativ 18 Fällen auf postoperativ 43 Fälle gebessert, womit die Beweglichkeit durch die Pfannenrevision zugenommen hat (s. **Abb.15**). Während präoperativ nur 13% der Patienten ohne Gehhilfen mobil waren, waren es postoperativ 48% (s. **Abb.16**).

**Abb.15** Möglichkeit der Abduktion > 21° postoperativ im Vergleich zu präoperativ

**Abb.16** Laufen ohne Gehhilfen postoperativ im Vergleich zu präoperativ

Das Hüftthinken verringerte sich postoperativ im Vergleich zum präoperativen Stand um 77%. Das Trendelenburg'sche Zeichen fiel präoperativ zu 60% positiv aus, wobei es postoperativ nur noch zu 50% positiv ausfiel (s. **Abb.17**). Dabei handelt es sich um ein Zeichen mechanischer Insuffizienz der Hüftabduktoren, insbesondere des M. gluteus medius.

Kommt es beim Einbeinstand zu einem Absinken des Beckens zur Gegenseite, ist das Trendelenburg Zeichen für die Standseite positiv (entspricht einer muskulären Insuffizienz auf dieser Seite).

**Abb.17** Trendelenburg-Zeichen postoperativ im Vergleich zu präoperativ

## 6. Diskussion

Die Beckendefektrekonstruktion wird seit den 80er Jahren in zunehmendem Maße mit strukturellem allogenen Knochenmaterial durchgeführt [47]. Das Prinzip eines solchen Verfahrens besteht in einer Revaskularisierung des Allografts im Randbereich und der folgenden knöchernen Überbrückung zwischen Spender- und Empfängerknochen [47,33,54]. Die Inkorporation des Allografts bzw. der Verbund zwischen Spender- und Empfängerknochen ist von der biologischen Knochenfunktion, von dem das Graft umgebenden Weichteilgewebe und der operativen Technik abhängig [47,55,20]. Damit wird deutlich, wie wichtig es ist, eine sehr gute intraoperative Primärstabilität zu erzeugen und operativ sehr schonend vorzugehen, um den Weichteilschaden so klein wie möglich zu halten.

Die methodische Vorbereitung des Fremdknochens beeinflusst das Einheilverfahren wesentlich [47]. Gefriergetrocknete oder tiefgefrorene Grafts sind gegenüber frischem Fremdknochengewebe zu bevorzugen [47,7,8,54].

Die Transplantate, die bei Patienten dieser Studie verwendet wurden, wurden bei – 80 Grad Celsius in der hauseigenen Gewebebank gemäß den Richtlinien des Deutschen Ärzteblattes gelagert [5].

Welcher Typ von Allograft zur Rekonstruktion struktureller Pfannendefekte zur Stabilisierung einer Endoprothese verwendet wird, hängt von der Größe des Defektes und seiner Lokalisation ab. Goldberg et al [19] stellten fest, dass das Allograft nur dann zementlos fixiert werden sollte, wenn ein großer Teil der Acetabulumoberfläche eine gesunde (blutende) Knochenoberfläche aufweist. In diesen Fällen genügt es, wenn die Pfannenprothese ohne interne Fixation durch eine Pressfit-Methode am vorderen und hinteren Acetabulumpfeiler fixiert wird [19]. Bei größeren zentralen kavitären Defekten und unteren sowie oberen segmentalen Defekten ist es erforderlich, dass das Allografttransplantat durch zusätzliche Schrauben, Platten und Ringe fixiert wird.

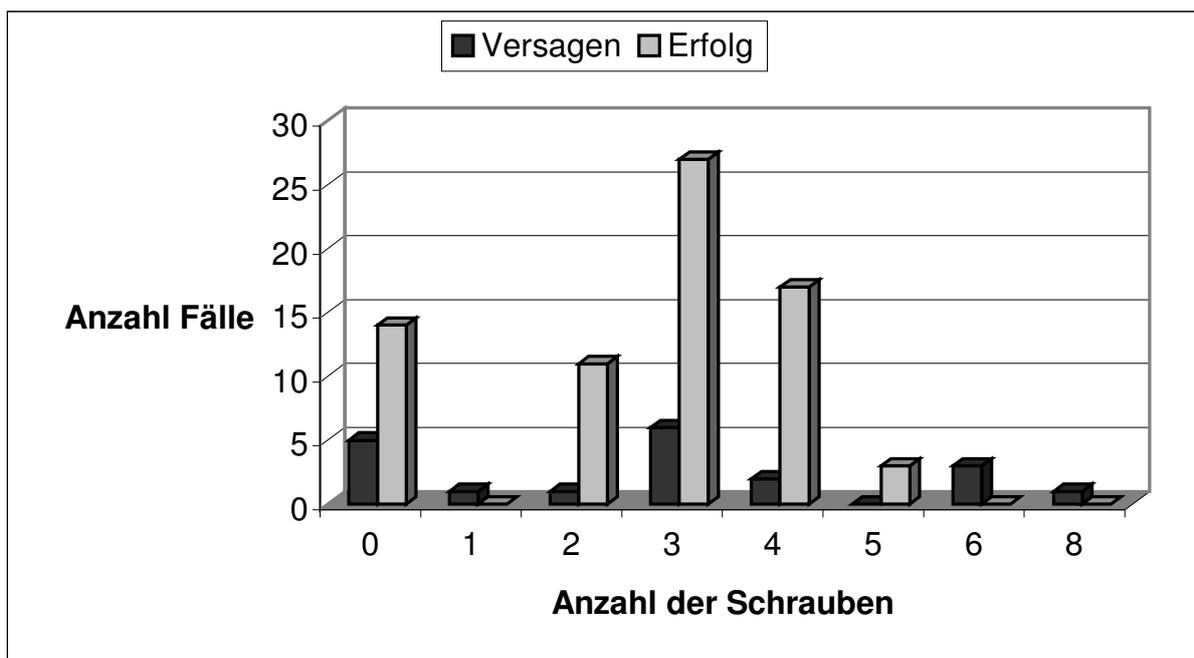
Auch Krüger [28] beschreibt in seiner Studie zu Ursachen der Frühlockerung nach aseptischem Pfannenwechsel, dass neben einer ausreichend großen Kontaktfläche zwischen autologem Knochen und Implantat die stabile Fixation des Allografts und die stabile Fixation des Verbundes Transplantat-Implantat entscheidend für den

Erfolg bei der Verwendung allogener Knochenblöcke und zementfreier Press-fit-Pfannen sei.

Bei den Patienten dieser Studie wurden verschiedene Allograftarten und Fixationshilfsmittel verwendet, um den Pfannendefekten gerecht zu werden. Anhand unserer Ergebnisse wird deutlich, dass allein der Allografttyp keinen direkten Einfluss auf die Art der Komplikation hat. Sowohl bei massiven Allografts, als auch bei Spänen und Knochenmehl, kam es zu den oben genannten Komplikationen wie Infektionen, Lockerungen und Schraubenabbrüchen.

Hinsichtlich der Fixationshilfsmittel stellen wir fest, dass die Verwendung von mehr als 5 Schrauben in negativer Wechselbeziehung zum Erfolg stehen (s. **Abb.10**).

**Abb.10** Erfolgsrate der Pfannenrekonstruktion in Abhängigkeit von der Anzahl der verwendeten Schrauben zur Fixierung des Implantats



Die Schraubenfixation kann eine notwendige feste Primärstabilität sichern helfen, doch kann diese intraoperativ nicht gewährleistet werden, kann auch die erhöhte Schraubenzahl nicht die fehlende Stabilität ausgleichen. Vielmehr sollten dann die Allograft-Implantkombinationen anders gewählt werden, bis eine gute Primärstabilität erreicht wird. Schrauben sollten diesen Zustand lediglich zusätzlich fixieren und nicht erst vermeintlich herstellen. Eine hierdurch erreichte Übungsstabilität kann auf Dauer nicht zur Belastungsstabilität führen, wie wir bei den Versagern dieser Studie

feststellen mussten. Zusätzlich schwächen viele Schrauben die Struktur massiver Allografts, da die Schraubenlöcher nicht mehr heilen. Hier ist die Indikation zu augmentierenden Schrauben besonders streng zu stellen und, wenn immer möglich, eine press-fit Technik zu wählen.

Berry [26] fand in einer Studie, in der er die 25-Jahres-Überlebensrate von 2000 Charnley-TEP-Patienten beobachtete, heraus, dass es bei Männern zu einer höheren Rate an Revisionsoperationen nach aseptischen Lockerungen als bei Frauen gekommen ist.

In unserer Studie musste bei 9 Patienten eine Revisionsoperation aufgrund einer aseptischen Lockerung nach Allografteinbau durchgeführt werden, wobei es sich in 7 Fällen um Frauen und in 2 Fällen um Männer handelte. Damit lässt sich bei uns nicht nachweisen, dass es bei Männern häufiger zu einer aseptischen Lockerung der Prothese kommt als bei Frauen.

In verschiedenen Langzeitstudien zeigte sich, dass die Rekonstruktion von Pfannendefekten mit Allografts und zementierten Polyethylenpfannen akzeptable Ergebnisse lieferten [4,45,50,48,57].

In unserer Studie wurde bei 43 Patienten die Pfanne mit Zement (23 mal mit Stützring und 20 mal ohne) und bei 51 Patienten ohne Zement fixiert. Dabei musste bei 12 Patienten (7 aseptische Lockerungen, 7 massive Allografts) ohne Verwendung von Zement und nur bei 7 Patienten (eine aseptische Lockerung, 6 massive Allografts) mit Verwendung von Zement das Allograft wieder entfernt werden. Damit konnte eine Korrelation zwischen der Fixierung ohne Verwendung von Zement und der Tendenz zur Lockerung festgestellt werden.

Bei einem mittleren Untersuchungszeitraum von 55 (3-149) Monaten in unserer Studie spricht eine Erfolgsrate von 78,7% bei 74 von 94 Fällen für ähnliche Ergebnisse, verglichen mit einer Studie von Saxler et al [47], die eine Erfolgsrate von 80% bei 15 Patienten feststellten. Auch Gerber et al kamen bei einer Studie über 10 Jahre zu dem Ergebnis einer Überlebensrate von 81% nach Kaplan-Meier bei einem Patientenkollektiv von 57 [18].

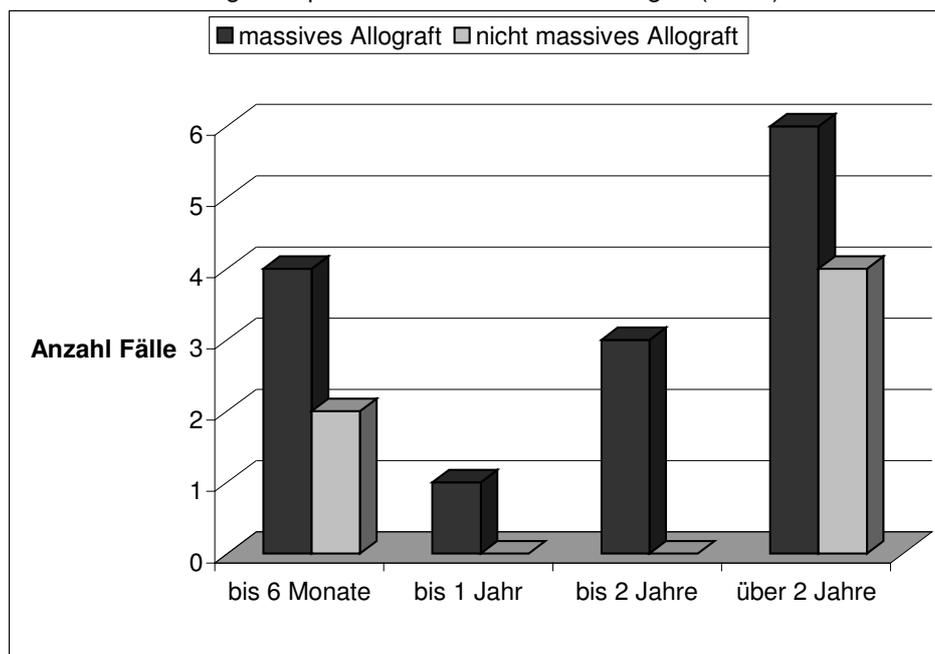
Aufgrund der hohen Lockerungsraten bei unzementierten Pfannenprothesen sollte im Vorfeld der Operation mittels Röntgendiagnostik und gegebenenfalls CT genau geplant werden, wie groß der Pfannendefekt tatsächlich ist, und danach die optimale

operative Strategie gewählt werden, um ideale funktionelle und langlebige Ergebnisse zu erzielen. Für eine intraoperative Anpassung der rekonstruktiven Strategie muss mittels vorzuhaltender verschiedener Implantate und suffizienter Auswahl verschiedener Allografttransplantate gesorgt werden.

Bettin [6] verglich in einer Gruppe von 19 Patienten das Transplantationsergebnis nach 20,1 Monaten. Bei ihm traten in der frühen postoperativen Phase < 4 Wochen in 2 Fällen nicht-therapiebedürftige Hämatombildungen, eine Parese und eine Prothesenluxation auf. Als Spätkomplikationen > 4 Wochen kam es zu einer Implantatdislokation und einer Infektion. In unserem Kollektiv kam es auch zu den genannten Komplikationen. Wie auch in Bettins Studie konnten bei uns die Infektionsraten mit 4 von 94 sehr gering gehalten werden. Auch in unserer Studie kam es zu Paresen des N. femoralis (2), des N. peroneus (2) und des N. ischiadicus (1), die durch konservative Therapie behandelt werden konnten. Die 4 Luxationen, die in unserer Studie auftraten, konnten genau so wie die 3 Hämatome konservativ erfolgreich behandelt werden.

Aus unserer Studie geht hervor, dass die Rekonstruktionen, die wieder entfernt werden mussten, häufiger mit massiven Allografts kombiniert waren als mit nicht-massiven (siehe **Abb.9**).

**Abb.9** Zeitraum zwischen Allograftimplantation und Pfannenversagen (N=20)



Vor allem bei den Versagern, die über 2 Jahre nach der Revisionsoperation entfernt werden mussten, handelt es sich überwiegend um massive Allografts, was sich dadurch begründen lässt, dass große Grafts besonders nach einer Zeitspanne von 2 Jahren zum Versagen durch resorptive Vorgänge neigen.

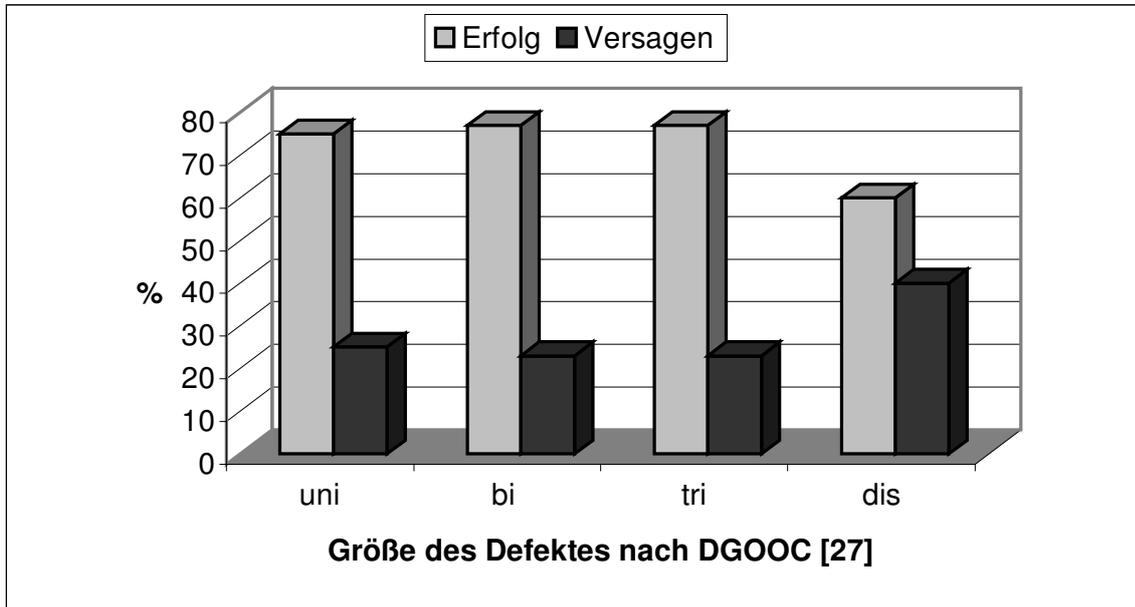
Werden Allografts bei der azetabulären Rekonstruktion verwendet, ist für eine sichere sekundäre Integration der Prothese eine Kontaktfläche zwischen autologem Knochen und Implantat von mindestens 50% notwendig [28,58,16,29,39,40]. Viele Autoren haben berichtet, dass der Gebrauch von strukturellen Allografts reliable Ergebnisse liefert, wenn der autologe Knochen über 50% ausmacht [53]. Morsi et al berichteten über eine 86%-ige Erfolgsrate nach einer postoperativen Zeit von 7 Jahren in einer Studie von 29 Patienten, die bei superolateralen Defekten mit einem „shelf allograft“ versorgt wurden [36]. Woodgate et al kamen auf eine 80,4%-ige Erfolgsrate bei einem 10-jährigen Beobachtungszeitraum in einer Studie von 51 Hüften und schlussfolgerten, dass gute Ergebnisse erreicht werden können in der Verbindung mit dem Gebrauch von strukturellem Allograft, besonders bei der Wiederherstellung einer fast normalen Biomechanik der Hüfte [58].

Schlechtere Langzeitergebnisse wurden berichtet, wenn Allograft bei Patienten mit weniger als 50% autologem Knochenstatus verwendet wurde [53]. Chandler berichtete in einer Studie über 24 Hüften bei einer Laufzeit von im Durchschnitt 12 Jahren über eine 26%-ige Rate von aseptischer Lockerung und einer 41%-igen Rate von radiographischer Lockerung und schloss daraus, dass die Indikation für die Verwendung von Allografts genau geprüft werden muss und nur sehr eng gestellt werden darf [9].

Die nur oberflächliche partielle Vitalisierung des allogenen Knochens wird von verschiedenen Autoren als Hauptursache für das mittelfristige Versagen nach Hüftendoprothesenwechseln gesehen [28,58,16,29,39,40].

Das Ziel sollte also sein, Acetabulumdefekte möglichst früh zu detektieren und zeitnah operativ zu behandeln, damit der Verlust an biomechanisch wertvollem Knochen möglichst klein gehalten werden kann [14]. Anhand der Erfolgsrate in Abhängigkeit von der Schwere des Pfannendefektes wird auch in dieser Studie eine deutliche Korrelation zwischen kleinem Pfannendefekt und Erfolg erkennbar (s. **Abb.11**).

**Abb.11** Erfolgsrate der endoprothetischen Rekonstruktion in Korrelation zur Defektgröße nach DGOOC [27] ( uni=unisegmentale Defekte, bi=bisegmentale Defekte, tri=trisegmentale Defekte, dis=Beckendiskontinuität)



## 7. Schlussfolgerung

Zusammenfassend kann gefolgert werden, dass die Anwendung von Fremdknochentransplantaten bei Beachtung der operationstechnischen Besonderheiten ein reliables Verfahren darstellt, um die mechanische Belastbarkeit defekter Hüftpfannen und Funktion der betroffenen Hüftgelenke langfristig wieder herzustellen. So kann der verloren gegangene Bone Stock wieder hergestellt und für künftige Revisionen eine gute Voraussetzung geschaffen werden. Mit Komplikationen muss jedoch gerechnet werden. Am erfolgsversprechendsten sind solche Behandlungen, die durchgeführt werden, wenn die Pfannendefekte in einem frühen Stadium behandelt werden. Besonders unter Verwendung von Zement und Stützschaale wird die Gefahr der erneuten Pfannenlockerung bei größeren Defekten minimiert.

## 8. Literaturverzeichnis

1. Archibeck MJ, Berger RA, Jacobs JJ, Quigley LR, Gitelis S, Rosenberg AG, Galante JO: Second-generation cementless total hip arthroplasty. Eight to eleven-year results. *J Bone Joint Surg Am.* 2001; 83-A: 1666-73.
2. Becker DA, Gustilo RB. Double-chevron subtrochanteric shortening derotational femoral osteotomy combined with total hip arthroplasty for the treatment of complete congenital dislocation of the hip in the adult. Preliminary report and description of a new surgical technique. *J Arthroplasty* 1995, 10: 313-8.
3. Behairy Y, Jasty M. Bone grafts and bone substitutes in hip and knee surgery. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 661-671.
4. Berry D, Harmsen W, Cabanela M, Morrey F. Twenty-five-year survivorship of two thousand consecutive primary Charnley total hip replacements. *J Bone Joint Surg* 2002; 84-A,2 : 171-177.
5. Bettin D, Doerr HW, Gerlich WH, Hackenkroch MH, Katthagen BD, Kühne JH, Muhr G, Sewing KF, von Garrel T, Wülker N. Richtlinien zum Führen einer Knochenbank. *Dt Ärztebl* 2001; 98: A 1011-1016 ( Heft 15).
6. Bettin D, Polster J. Allografttransplantation bei Beckeninstabilität nach Prothesenwechsel. *Z. Orthop.* 1995; 133: 380-386.
7. Bos GD, Goldberg VM, Zika JM, Heiple KG, Powell AE. Immune responses of rats to frozen bone allografts. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65: 239-246.
8. Burwell RG. Studies in the transplantation of bone. V. The capacity of fresh and treated homografts of bone to evoke transplantation immunity. *J Bone Joint Surg Br* 1963; 45: 386-401.

9. Chandler H, Lopez C, Murphy S, Van Eenenaam DP. Acetabular reconstruction using structural grafts in total hip replacement: a 12 ½ year follow-up. *Semin Arthroplasty* 1995, 6: 118-30.
10. Debrunner AM. Das Hüftgelenk. In: *Orthopädie, Orthopädische Chirurgie*. Verlag Hans Huber, 4. Auflage 2002: 922-1018.
11. De Wal H, Chen F, Su E, Di Cesare PE. Use of structural bone graft with cementless acetabular cups in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2003; 18:23-28.
12. van der Donk S. Incorporation of morselized bone grafts: a study of 24 acetabular biopsy specimens. *Clin Orthop* 2002; 396: 131-141.
13. Dunn HK, Hess WE. Total hip reconstruction in chronically dislocated hips. *J Bone Joint Surg Am* 1976, 58: 838-45.
14. Egli S, Muller C, Ganz R. Revision surgery in pelvic discontinuity: an analysis of seven patients. *Clin Orthop*. 2002 May; (398): 136-145.
15. Finkemeier C. Bone-Grafting and bone-graft substitutes. *J Bone Joint Surg* 2002; 84-A, 3: 454-464.
16. Garbuz D, Morsi E, Gross A. Revision of the acetabular component of a total hip arthroplasty with a massive structural graft. *J Bone Joint Surg* 1996; 78-A, 693-697.
17. v. Garrel T, Gotzen L. Allogene Knochentransplantation und Knochenbanking. In: *Der Unfallchirurg*; 101: 713-727; Springer-Verlag 1998.
18. Gerber A, Pisan M, Zurakowski D, Isler B. Ganz reinforcement ring for reconstruction of acetabular defects in revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2003, 85: 2358-2364.
19. Goldberg V. Selection of bone grafts for revision total hip arthroplasty. *Clin orthop*. 2000;2000:68-76.

20. Van der Griend RA. The effect of internal fixation on the healing of large allografts. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76: 657-663.
21. Groß AE. Revision arthroplasty of the acetabulum with restoration of bone stock. *Clin Orthop* 1999; 369:198-207.
22. Gross A, Blackley H, Wong P, Saleh K, Woodgate I. Part II: The role of allografts in revision arthroplasty of the hip. *J Bone Joint Surg* 2002; 84-A, 4: 655-667.
23. Gross A, Duncan C, Garbuz D, Mohamed E. Revision Arthroplasty of the Acetabulum in Association with loss of bone stock. *J Bone Joint Surg* 1998; 80: 440-451.
24. Harris WH. Total hip arthroplasty in the management of congenital hip dislocation in the adult hip, JJ Callaghan, Editor. 1998, Linnincott-Raven Publishers: Philadelphia.p. 1165-1182.
25. Harris WH: 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.* 1969; 51: 737-55.
26. Jasty M, Jumbo cups and morselized graft. *Orthop Clin North Am* 1998; 29: 249-254.
27. Jerosch J, Castro HM. Klinische und radiologische Diagnostik bei Hüftendoprothesen. In: *Orthopädisch-traumatologische Gelenk- und Wirbeldiagnostik.* Stuttgart; Thieme, 2002: 214-235.
28. Krüger T, Reichel H, Grubitzsch U, Hein W. Ursachen der Frühlockerung nach aseptischem Pfannenwechsel unter Verwendung allogener Knochenblöcke und zementfreier Press-fit-Pfannen. *Z Orthop* 2000; 138: 209-214.
29. Kwong L, Jasty M, Harris W. High failure rate of bulk femoral head allografts in total hip acetabular reconstruction at 10 years. *J Arthroplasty* 1993; 8:341-346.

30. Langlais F, Lambotte JC, Thomazeau H. Long-term results of hemipelvis reconstruction with allograft. *Clin Orthop* 2001; 388:178-186.
31. Leopold S, Jacobs J, Rosenberg A. Cancellous allograft in revision total hip arthroplasty: A clinical review. *Clin Orthop* 2000; 371:86-97.
32. Mahomed NN, Arndt DC, McGrory BJ, Harris WH: The Harris hip score: comparison of patient self-report with surgeon assessment. *J Arthroplasty*. 2001; 16: 575-80.
33. Mankin HJ, Doppelt S, Tomford W. Clinical experience with allograft implantation. The first ten years. *Clin Orthop* 1983; 174:69-86.
34. Martti Y , Salmela M, Vuento R. High-pressure saline washing of allografts reduces bacterial contamination. *Acta Orthop Scand* 2001; 72 (1): 83-85.
35. Morrey BF, Adams RA, Kessler M: A conservative femoral replacement for total hip arthroplasty. A prospective study. *J Bone Joint Surg Br*. 2000; 82: 952-8.
36. Morsi E, Garbuz D, Gross AE. Revision total hip arthroplasty with shelf bulk allografts. A long-term follow-up study. *J Arthroplasty* 1996, 11:86-90.
37. Nelissen R, Bauer T, Weidenhielm L, Le Golvan D, Mikhail W. Revision hip arthroplasty with the use of cement and impaction grafting. Histological analysis of four cases. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A: 412-422.
38. Paavilainen T. Total hip replacement for developmental dysplasia of the hip. *Acta Orthop Scand* 1997, 68: 77-84.
39. Paprosky W, Lawrence J, Cameron H. Acetabular defect classification: clinical application. *Orthop review* 1990; 14: 3-8.

40. Paprosky W, Magnus R. Principles of bone grafting in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1994; 298: 147-155.
41. Peters CL, Fukushima BW, Park TK, Coleman SS, Dunn HK : Triple innominate osteotomy in young adults for the treatment of acetabular dysplasia: a 9-year follow-up study. *Orthopedics*. 2001; 24: 565-9.
42. Piriou P, Sagnet F, Norton MR, de Lougresse CG, Judet T. Acetabular component revision with frozen massive structural pelvic allograft: average 5-year follow-up. *J Arthroplasty* 2003; 18:562-569.
43. Porsch M, Siegel A: Artificial hip replacement in young patients with hip dysplasia—long term outcome after 10 years. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 1998 136: 548-53.
44. Rodriguez J, Huk O, Pellicci P, Wilson P. Autogenous bone grafts from the femoral head for the treatment of acetabular deficiency in primary total hip arthroplasty with cement. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A: 1227-1233.
45. Rosenberg W, Schreurs B, de Waal Malefijt M, Veth R, Slooff T. Impacted morselized bone grafting and cemented primary total hip arthroplasty for acetabular protrusion in patients with rheumatoid arthritis. *Acta Orthop Scand* 2000; 71: 143-147.
46. Saleh KJ, Jaroszynski G, Woodgate I, Saleh L, Gross AE. Revision total hip arthroplasty with the use of structural acetabular allograft and reconstruction ring: a case series with a 10-year average follow-up. *J Arthroplasty* 2000; 15:951-958.
47. Saxler G, Fitzek JG, Sterner T, von Knoch M, Barden B, Löer F: Revision of failed acetabular cups with extensive structural allografts. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 2005 Jan-Feb; 143(1):56-63.

48. Schreurs B, Slooff T, Buma P, Gardeniers J. Acetabular reconstruction with impacted morsellized cancellous bone graft and cement. A 10-15-year follow up of 6 revision arthroplasties. *J Bone Joint Surg.* 1998; 80-B: 391-394.
49. Schreurs B, Slooff T, Gardeniers J, Buma P. Acetabular reconstruction with bone impaction grafting and a cemented cup. *Clin orthop.* 2001; 393: 202-215.
50. Schreurs B, van Tienen T, Buma P, Verdonschot N, Gardeniers J, Slooff T: Favorable results of acetabular reconstruction with impacted morsellized bone grafts in patients younger than 50 years. *Acta Orthop Scand* 2001; 72 (2): 120-126.
51. Slooff T, Buma P, Schreurs B, Schimmel J, Huiskes R, Gardeniers J. Acetabular and femoral reconstruction with impacted graft and cement. *Clin Orthop* 1996; 223: 108-115.
52. Slooff T, Huiskes R, Van Horn R, Lemmens A. Bone grafting in total hip replacement for acetabular protrusion. *Acta Orthop Scand* 1984; 55: 593-596.
53. Sporer SM, O'Rourke M, Chong P, Paprosky WG. The use of structural distal femoral allografts for acetabular reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 2005, 87: 760-765.
54. Stevenson S, Horowitz M. The response to bone allografts. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74:939-950.
55. Stevenson S, Li XQ Davy DT, Klein L, Goldberg VM. Critical biological determinants of incorporation of non-vascularized cortical bone grafts. Quantification of a complex process and structure. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79:1-16.
56. Weingartner M, Fitz W, Horn S, Gordes W. Short-term results of interposition arthroplasty with autologous femur head graft combined with cement-free threaded cups for treatment of dysplastic coxarthrosis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2000; 138: 222-9.

57. Welten M, Schreurs B, Buma, et al. Acetabular reconstruction with impacted morsellized cancellous autograft and cemented total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2000; 15: 819-824.

58. Woodgate I, Saleh K, Jaroszynski G, Agnidis Z, Woodgate N, Gross A. Minor column structural acetabular allografts in revision hip arthroplasty. *Clin Orthop* 2000; 371: 75-85.

