

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. J. Eulert

***Stellenwert der
dreifachen Beckenosteotomie nach Tönnis
in der Behandlung der juvenilen
Hüftdysplasie***

Inaugural Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius - Maximilians Universität Würzburg,

vorgelegt von

Jeannette Elisabeth Ebersberger
aus Würzburg

Würzburg, November 2001

Referent: Prof. Dr. med. J. Eulert
Koreferent: Prof. Dr. med. B. Höcht
Dekan: Prof. Dr. med. V. ter Meulen

Tag der mündlichen Prüfung:
17.05.2002

Die Promovendin ist Ärztin im Praktikum

1.EINLEITUNG.....	3
1.1. Die Hüftdysplasie und die Restdysplasie.....	5
1.1.1. Definition und Ätiologie des Krankheitsbildes	5
1.1.2. Pathogenese des Krankheitsbildes.....	7
1.1.3. Häufigkeit und geographische Verteilung.....	8
1.1.4. Symptome	9
1.1.5. Röntgenmorphologie und –diagnostik	10
1.2. Die dreifache Beckenosteotomie.....	13
1.2.1. Operationsindikation	13
1.2.2. Operationstechnik nach Tönnis	14
1.2.3. Nachbehandlung	16
2. MATERIAL UND METHODEN.....	17
2.1. Patientengut	17
2.2. Methode der Nachuntersuchung.....	19
2.2.1. Soziometrische Nachuntersuchung.....	19
2.2.2. Klinische Nachuntersuchung.....	19
2.2.3. Radiologische Nachuntersuchung	23
2.2.4. Sozialmedizinische Nachuntersuchung	24
2.2.5. Statistische Auswertung	25
3. ERGEBNISSE	26
3.1. Soziodemographische Ergebnisse	26
3.1.1. Alter	26
3.1.2. Geschlecht	27
3.1.3. Nachuntersuchungsintervall	27
3.2. Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung.....	28
3.2.1. Gesamtbewertung durch den Harris Hip Score	28
3.2.2. Trendelenburg - Zeichen	30
3.2.3. Beinlängendifferenz.....	32
3.2.4. Schmerz	34
3.2.5. Deformität und Bewegungsausmaß.....	36
3.3. Radiologie	39
3.3.1. CE - Winkel	39
3.3.2. TF – Winkel.....	40
3.3.3. VCA - Winkel.....	42
3.3.4. Gelenkkongruenz.....	44
3.3.5. Arthrosegrad	45

3.4. Ergebnisse der subjektiven Nachuntersuchung	48
3.4.1. Freizeitverhalten	48
3.4.2. Ergebnisse der Kritikpunkte	49
3.4.3. Zusammenfassendes Patientenurteil	50
3.5. Komplikationen	52
3.5.1. Gefäßkomplikationen	52
3.5.2. Nervenkomplikationen	53
3.5.3. Materialbruch.....	53
3.5.4. Bursa	53
3.5.5. Ektope Ossifikation / Kalzifikation	54
3.5.6. Pseudarthrose.....	54
Kasuistik: Resubluxation.....	57
4. DISKUSSION	59
5. ZUSAMMENFASSUNG	77
6. LITERATURVERZEICHNIS	79
8. ABKÜRZUNGEN	86

1. Einleitung

Die Behandlung einer im Jugend- und frühen Erwachsenenalter diagnostizierten Hüftdysplasie stellt den behandelnden Orthopäden vor diverse Probleme.

Die gelegentlich sehr ausgeprägte Schmerzsymptomatik, eine Einschränkung der Beweglichkeit des Hüftgelenkes, ein hinkendes Gangbild und eine verminderte körperliche Belastbarkeit reduzieren die Lebensqualität des Patienten und bedingen das Einleiten einer Therapie.

Wird die Hüftdysplasie durch klinische und sonographische Untersuchungen im Säuglingsalter frühzeitig erkannt und die konservative Behandlung möglichst vor dem 3. Lebensmonat begonnen, so kann der Krankheitsverlauf günstig beeinflusst werden. Je älter der Patient jedoch ist, um so schwieriger wird die Therapie, da zur Behebung der Deformität knöcherne Eingriffe notwendig werden und häufig bereits eine symptomatische sekundäre Hüftgelenksarthrose vorliegt (27).

Für die operative Korrektur der dysplastischen Hüftgelenkspfanne stehen verschiedene Eingriffe zur Verfügung, die in unterschiedlichen Altersabschnitten mit unterschiedlichen Korrekturzielen angewandt werden. Dazu zählen (58):

1. Kapsuläre Arthroplastiken (extraartikuläre Augmentation):

- a) Chiari - Osteotomie (1953), Shelf - Operationen

2. Reorientierende Osteotomien (Beckenosteotomien):

- a) einfache BO: Salter (1961), Millis und Hall (1979)
- b) zweifache BO: Hopf (1966), Sutherland und Greenfield (1977)
- c) dreifache BO: LeCoeur (1965), Hopf (1966), Steel (1973), Tönnis (1979), Kotz (1989)

3. Periartikuläre Osteotomien (Azetabuloplastiken):

a) Albee (1915), Jones (1920), Dega (1964), Pemberton (1965), Wagner (1965),
Eppright (1975), Ganz (1988), Yano (1990)

Die vorliegende Studie befaßt sich mit dem Stellenwert der dreifachen Beckenosteotomie nach Tönnis im Rahmen der Behandlung der primären Hüft dysplasie im Jugend- und Erwachsenenalter. Die Aufgabe und das Ziel dieser Arbeit ist es, im Rahmen einer klinischen und radiologischen Nachuntersuchung die mit dieser Operationstechnik erzielten Behandlungsergebnisse darzustellen, zu beurteilen und mit anderen Operationsverfahren, sowie der Literatur zu vergleichen.

1.1. Die Hüftdysplasie und die Restdysplasie

1.1.1. Definition und Ätiologie des Krankheitsbildes

Bei der primären Hüftdysplasie handelt es sich pathophysiologisch um eine Ossifikationsstörung der Hüftpfanne, ohne Dislokation des Hüftkopfes. Ihre Komponenten sind die Pfannendysplasie (eine steile, nach oben ausgezogene Hüftpfanne ohne ausreichende Hüftkopfüberdachung), die Coxa valga (ein steil aufgerichteter Schenkelhals mit weitgehend horizontal stehender Epiphysenfuge und vergrößertem Schenkelhals - Schaft - Winkel), und die Coxa antetorta (eine pathologisch vermehrte Antetorsion des Schenkelhalses gegenüber der frontalen Femurkondylenachse). Fakultativ kann aus dieser Konstellation die Subluxation oder Luxation des Hüftgelenkes entstehen oder bei Geburt bereits vorhanden sein (33).

Zur Ätiologie existiert bis heute kein allgemein akzeptierter oder schlüssig bewiesener Ansatz.

Als Ursache der sog. kongenitalen Hüftdysplasie vermutete Zippel (1971) ein multifaktorielles Erbleiden auf polygener Grundlage, welches in unterschiedlichem Ausmaß von endogenen und exogenen Faktoren beeinflusst wird (81).

Die Frage eines Erbganges ist bis heute noch nicht eindeutig geklärt. Eine familiäre Häufung konnte von vielen Autoren beobachtet werden (30, 39, 79).

Carter und Wilkinson (1964) postulierten einen zur Dysplasie prädisponierenden Faktor: Eine generalisierte Gelenkschlaffheit, welche auch häufig familiär auftreten soll (11). Als additiver endogener Faktor wurde von Andren und Borglin (1960) eine Abweichung im fetalen Östrogenmetabolismus diskutiert, welcher zur Auflockerung der

ligamentären Strukturen im Hüftgelenk führen soll (2). Hisaw et al (1944) sahen die Ursache der Bandlockerung in einer vermehrten Bildung des Hormons Relaxin (24).

Für den großen Einfluß endogener Faktoren in der Entwicklung der Hüftdysplasie sprechen die konstante Geschlechtsproportion, die Doppelseitigkeit der Erkrankung, sowie die völkisch - rassische Besonderheit einer geographischen Häufung (64).

Als exogene Faktoren wurden die intrauterine Raumbegrenzung, die Beckenendlage und die Früh- und Erstgeburt genannt. (3,9,62,68,74).

Als Besonderheit der Hüftdysplasie muß die sog. „Restdysplasie“ (Maronna, 1994) angesehen werden. Definitionsgemäß handelt es sich dabei um eine Hüftdysplasie oder Hüftluxation, die trotz adäquater und konsequenter Behandlung immer ein verbleibendes Defizit in der Pfannenentwicklung bei zentrierter Position des Hüftkopfes aufweist (42).

Die Ätiologie der „Restdysplasie“ bleibt vorerst ungeklärt. Matthiessen beschrieb einen „endogenen Dysplasiefaktor“, wobei bei diesem eine primär verminderte Wachstumsrate des dysplastischen Hüftgelenkes vorliegen soll (45). Bei Langzeitdislokation des Hüftgelenkes wurde von Raab et al. (1998) in einer tierexperimentellen Untersuchung auf strukturelle Veränderungen des Acetabulum in Form von fibrocartilaginären Metaplasien, v. a. im lat. Pfannenerker hingewiesen (52). Schlegel (1977) postulierte, daß bei therapieresistenten Hüftgelenken offenbar „eine dem Hüftgelenk innewohnende endogene, stark pathologische Fehlwachstumstendenz“ bestehen soll (56).

1.1.2. Pathogenese des Krankheitsbildes

Durch mechanische Beeinflussung (Druck- und Zugkräfte) läßt sich die Wachstumsgeschwindigkeit der Wachstumsfugen verändern (Hueter - Volkmann'sches Gesetz, 1862). Druckbelastungen einer Wachstumsfuge unterhalb eines pathologischen Schwellenwertes gelten als Stimulus für die enchondrale Ossifikation. Bei unphysiologisch erhöhten und länger anhaltenden Druckbelastungen zeigten sich als morphologische Antworten eine Mineralisationsstörung, sowie elastisch - plastische Deformierungen des hyalinen Knorpelgewebes zwischen Germinativ- und Hypertrophiezellzone und eine Verminderung der Wachstumsrate in diesem Bereich (45,52). Diese Beobachtungen können sowohl auf die Wachstumsfuge des Acetabulum als auch auf die Epiphysenfuge des proximalen Femur übertragen werden (45).

Von Brinckmann et al. (1980) wurde eine Methode zur Berechnung der Beanspruchung des Hüftgelenkes und der Druckverteilung im Gelenk entwickelt. Die Ergebnisse dieser Berechnung veranschaulichen, daß bei unvollständig überdachten Kugelgelenken eine Verschiebung des Druckmaximums zum Pfannenrand stattfindet. In dysplastischen Hüftgelenken ist der maximale Druck folglich, in Abhängigkeit vom Dysplasiegrad, nach lateral auf den hyalinen Knorpel gerichtet. Die Scherkraft im lateralen Anteil der Pfannendachwachstumsfuge erhöht sich, wobei die obengenannten durch Druck und Scherspannung induzierten pathomorphologischen Veränderungen die Folge sind. Über einen Ossifikationsverlust und einen Wachstumsstop führt dies zu fortschreitender Pfannendachabflachung und möglicherweise zur Luxation (7,45).

Eine Schädigung des Labrum acetabulare durch Zug- und Scherkräfte, sowie die Entwicklung extra- und/oder intraossärer Ganglien können die Folge sein. Verschlimmert wird der Krankheitsprozeß, wenn zusätzlich Wachstumsstörungen der Epi-/Apophysen des coxalen Femurendes auftreten. Aufgrund der vorbeschriebenen beinahe punktförmig umschriebenen unphysiologisch hohen Belastungen muß mit einer raschen Dekompensation und frühzeitiger Gelenkzerstörung gerechnet werden (73).

1.1.3. Häufigkeit und geographische Verteilung

Hinsichtlich der Häufigkeit und des Auftretens der Hüftdysplasie sind keine einheitlichen Angaben möglich. Es scheint gesichert, daß es sich vorwiegend um eine Erkrankung der kaukasischen Rasse handelt (64). Nimmt man die Behandlungsrate als Maß für die Inzidenz, so liegt die Gesamtdysplasiequote großer Zentraleuropäischer Studien im Mittel bei 4,69% (21). In der Bundesrepublik Deutschland liegt die Inzidenz der Hüftinstabilität direkt nach Geburt, gemessen am Ortolani - Zeichen und der Ausrenkbarkeit, nach Angaben von Tönnis in den alten Bundesländern zwischen 2% und 5%, in den neuen Bundesländern über 5%. Die höchsten Erkrankungsraten finden sich in den slawischen Ländern, hier vor allem in den Gebieten der ehemaligen Tschechoslowakei mit Prozentangaben zwischen 14 und 26. Am geringsten scheint die Inzidenz bei der schwarzen Rasse.

Die Hüftdysplasie und -luxation tritt beim weiblichen Geschlecht 5,5 - 8 mal so häufig auf wie beim männlichen.

Das Vorliegen einer einseitigen Hüftdysplasie ist ebenso häufig wie das Vorliegen einer beidseitigen (64).

1.1.4. Symptome

Der Verlauf einer Hüftdysplasie ist gekennzeichnet durch eine Progredienz, die oftmals, bis zum Wachstumsabschluß oder darüber hinaus bis ins Erwachsenenalter, beschwerdefrei oder beschwerdearm ist und dann in die typische Symptomatik übergeht (73).

Vereinfachend kann die klinische Symptomatik in die drei Bereiche: muskuläre Symptomatik, Labrumsymptome und Arthrosesymptome eingeteilt werden.

Die Abduktor- bzw. trochanterische Symptomatik zeichnet sich durch Schmerz im Bereich des Trochanter major, M. gluteus medius oder M. tensor fascia lata aus, wobei der Schmerz am häufigsten dorsal des Trochanter major, direkt über oder in der Abduktorenmuskulatur und über der posterioren Darmbeinschaukel lokalisiert ist. Typisch ist das plötzliche Auftreten genannter Schmerzen nach einer gewissen Zeit der asymptomatischen Belastungsaktivität. Verantwortlich für diese Vorgänge ist vermutlich die Ermüdung der Abduktoren. Während die superiore und anteriore Subluxationsstellung des Femurkopfes im dysplastischen Hüftgelenk zur Überbeanspruchung der Abduktoren und dadurch zur frühzeitigen Ermüdung und leichteren Verletzbarkeit der Muskulatur führt, wird dieser Zustand durch eine mögliche Valgusstellung oder übermäßige Anteversion des Schenkelhals noch verstärkt. Weitere häufige Symptome, die auf diesem Mechanismus beruhen sind: Schwäche und Instabilitätsgefühl im Hüftgelenk, Hüftschnappen und schließlich ein belastungsabhängiges oder belastungsunabhängiges Hinken (40).

Manchmal äußert sich eine Hüft-, Restdysplasie auch mit einer perakuten Labrumsymptomatik: Stechende, „messerscharfe“, exakt lokalisierbare Leistenschmerzen, Attacken von Gelenkblockaden oder plötzlichem

Einknicken (giving way) sind die Folge. Die Labrumsymptomatik kann ein Instabilitätsgefühl im Hüftgelenk hervorrufen (73).

Die späte Präsentation einer Hüftdysplasie stellt sich im Allgemeinen durch die klassische Arthrosesymptomatik dar, z. B. durch einen dumpfen anhaltenden Schmerz in der Leistenregion, der über die Jahre an Intensität zunimmt und im permanenten Ruheschmerz endet (40).

1.1.5. Röntgenmorphologie und –diagnostik

Ziel der röntgenmorphologischen Analyse ist die biomechanische Gesamtbeurteilung des Hüftgelenkes und seiner Korrekturbedürftigkeit.

Eine sinnvolle Diagnostik stellen dabei folgende Röntgenaufnahmen dar:

1. Beckenübersichtsaufnahme a. p. im Stand (zur Beurteilung der WS - Statik und der Beinlängen)
2. Faux profil Aufnahme (zur Einsicht in die ventralen Areale des Azetabulums)
3. in ausgewählten Fällen: Funktionsaufnahme in Abduktionsstellung des proximalen Femurs (um die Möglichkeit der Verbesserung der Kongruenz beurteilen zu können)

Bereits anhand einer Beckenübersichtsaufnahme kann pathomorphologisch zwischen vorwiegend azetabulärem bzw. femoralen Fehlbau unterschieden werden. Das röntgenmorphologische Äquivalent der o.g. Streßkonzentration im Erkerbereich stellt sich durch eine Vergrößerung und dreieckförmigen Verbreiterung der sog. Sourcil (Bombelli, 1993) bzw. der Tragfläche (Tschauner, 1995) dar. Quantitativ kann diese Veränderung durch die Messung des Tragflächenwinkels bestimmt werden. Zusätzlich erlaubt die Messung des Centrum - Ecken - Winkels (CE - Winkel nach Wiberg, 1939) eine weitere Quantifizierung des Dysplasiegrades (6, 72, 77).

Eine Vielzahl von zusätzlichen Aufnahmen in unterschiedlichen Projektionen sind beschrieben und dienen speziellen Fragestellungen.

Bei der Hüftdysplasie können diverse Formen der Kongruenz respektive Inkongruenz gesehen werden:

1. Die sphärische Kongruenz, die sich durch eine oft schmale kraniale Facies lunata mit schräg überdachender Tragfläche darstellt und mit einem noch sphärischen Hüftkopf artikuliert.
2. Die pathologische Kongruenz, bei der zusätzlich der Hüftkopf elliptisch verformt ist, wobei die Krümmungsradien von Kopf und Pfanne im lateralen Kontaktbereich jedoch annähernd gleich sind („pseudo - konzentrisch“).
3. Die echte Inkongruenz und Dezentrierung, bei der die Gelenkspartner sehr deformiert oder gegeneinander verschoben sind (73).

Oftmals sind in der klinischen Untersuchung Symptome der Hüftdysplasie zu erkennen, obwohl die Beckenübersichtsaufnahme einen unauffälligen Befund zeigt. In diesen Fällen kann es sich um eine dysplastische Verformung des vorderen Azetabulumrandes handeln, der besonders gut mit der Faux Profil Aufnahme dargestellt wird. Man erreicht hierbei eine reine Seitenaufnahme des Caput femoris unter gleichzeitiger Darstellung des vorderen und hinteren Pfeilers des Azetabulums. Die Messung des vorderen Pfannendachwinkels (VCA - Winkel) nach Lequesne und de Sèze, 1961, ermöglicht die Beurteilung einer ventral betonten Dysplasie (38). In schwierigen Fällen kann fakultativ die dreidimensionale Computertomographie die räumliche Beurteilung, v.a. der Kongruenz erlauben. Diese Methode ist die genaueste zur Klärung der Antetorsionsverhältnisse am Schenkelhals und der Anteversion der Pfanne (73).

Die kernspintomographische Untersuchung gewinnt zunehmend in der Diagnostik von gelenkknorpeltragenden Strukturen und von Labrumläsionen, welche sich als Rupturen nach chronischer Überbelastung bei langjähriger azetabulärer Dysplasie entwickeln können, an Bedeutung (50).

1.2. Die dreifache Beckenosteotomie

1.2.1. Operationsindikation

Die Hüft dysplasie, insbesondere auch die Restdysplasie, ist als präarthrotische Deformität anzusehen (60). Inwieweit bzw. in welcher Zeitspanne dieser anatomische Fehlbau zur manifesten Arthrose führt, ist schwer vorhersagbar und wird zudem von Faktoren wie der individuellen Konstitution (Gelenkkörper und periartikuläres Gewebe) und dem „Lebensstil“ (sportliche Aktivität, Sportart, Beruf, Übergewicht usw.) wesentlich mitbeeinflusst.

Da eine komplexe Beckenosteotomie ein nicht ganz risikoarmer Eingriff ist, muß für jeden Patienten die Operationsindikation individuell gestellt werden (73).

Dabei sollten für die Durchführung einer dreifachen Beckenosteotomie folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

Das Patientenalter sollte im Jugendlichen- oder Erwachsenenbereich möglichst unter 35 Jahren liegen. Zur dreifachen Beckenosteotomie eignen sich gleichermaßen Hüftgelenke mit geringgradiger Pfannendysplasie (Abweichungsgrad 2 nach Tönnis), sowie symptomatische hochgradige Pfannendysplasien (Abweichungsgrade 3 u. 4 nach Tönnis) (71). Eine exakte radiologische Indikationsrichtlinie liegt bis zum heutigen Zeitpunkt noch nicht vor. Ein CE - Winkel/VCA - Winkel von weniger als 24° bei Adoleszenten und weniger als 29° bei Erwachsenen sind bereits als mäßig pathologisch zu betrachten und stellen eine präarthrotische Deformität dar. Winkel von weniger als 19° sind stark pathologisch. Radiologische Abweichungen des TF - Winkels von mehr als 10° sind mäßig pathologisch, von mehr als 16° stark pathologisch (73).

Die Arthrose sollte nicht über das Anfangsstadium hinausgehen. Das Vorhandensein einer biomechanisch gut wirksamen Knorpelschicht ist sogar als Voraussetzung zu betrachten. Von großer Wichtigkeit ist außerdem die Kongruenz von Hüftkopf und Hüftpfanne. Eine eventuelle Störung dieses Containments kann gegebenenfalls durch eine Umstellungsosteotomie entweder vor oder zeitgleich mit der Beckenosteotomie korrigiert werden. Des weiteren sollte eine möglichst freie Beweglichkeit des Hüftgelenkes vorliegen, da nach der dreifachen Beckenosteotomie häufiger Bewegungseinschränkungen, v. a. in der Beugung und der Rotation, beobachtet werden (57).

1.2.2. Operationstechnik nach Tönnis

Die dreidimensionale Pfannenschwenkosteotomie nach Tönnis wird in zwei Abschnitten durchgeführt. Begonnen wird mit der Osteotomie des Os ischii von dorsal in Bauchlage oder Seitenlage. Danach erfolgt eine Umlagerung des Patienten, um die Osteotomie des Os pubis und des Os ilium in Rückenlage vornehmen zu können.

Die Osteotomie des Os ischii beginnt kranial - lateral der Spina ischiadica und wird tangential zum Azetabulum bis zum Foramen obturatorium durchgeführt, wobei der Meißel zur Frontalebene des Körpers gekippt werden muß. Je länger die Osteotomie, um so geringer ist die Gefahr von Pseudarthrosen bei starken Schwenkungen. Das Schambein wird anschließend tangential zum Azetabulum und medial der Femoralgefäße durchtrennt. Als letztes wird die Darmbeinosteotomie etwa 2.5 cm oberhalb des Azetabulums, schräg zur Incisura absteigend und leicht nach medial distal geneigt, durchgeführt. Auf diese Weise kann die innere Ecke des Pfannenfragmentes unter die Osteotomiefläche des Darmbeines rotiert werden. An einer vorher plazierten Schanz-Schraube mit Handgriff wird

das Azetabulum je nach Ausprägung der Dysplasie nach ventral, ventrolateral oder lateral rotiert. Diese Rotationsbewegung kann durch Druck mit dem Daumen auf den Schambeinanteil der Pfanne nach kranial unterstützt werden. Bei der Rotation soll die Sklerosierungszone, die vom Pfannenerker bis zum Oberrand der Fossa acetabuli reicht und die den stärksten Druck trägt, in die Hauptbelastungszone geschwenkt werden und zwar so weit, daß die resultierende Kraft symmetrisch durch ihre Mitte geht. Eine zu starke Lateralschwenkung der Pfanne bringt die Fossa acetabuli mit ihren schmalen Knorpelflächen in die Hauptbelastungsfläche. Ein vorzeitiger Verschleiß könnte die Folge sein (66).

Der bei der anterolateralen Schwenkung des Azetabulums entstehende Osteotomiespalt im Os ilium wird durch das Einsetzen von Knochenkeilen lateral und ventral unterstützt. Diese können entweder dem Beckenkamm oder bei ausgiebiger Schwenkung der stark prominenten vorderen Kante des distalen Iliumfragmentes entnommen werden. Bei sehr großen Schwenkwinkeln ist zusätzlich die Verwendung von homologen Bankknochen als Platzhalter in Erwägung zu ziehen (71).

Im Weiteren wird der korrekte Sitz der Pfanne mittels Röntgenbildverstärkers intraoperativ überprüft und eine Fixierung mit drei bis vier vom Beckenkamm fächerförmig eingebrachten Kirschnerdrähten oder Gewindestäben vorgenommen.

Tönnis empfiehlt eine Drahtzerklage zu einer Schraube am Schambein, die Pseudarthrosen vermeiden soll und eine frühere Mobilisation erlaubt (66).

1.2.3. Nachbehandlung

Direkt im Anschluß an die Operation erfolgt die Lagerung des Beines entweder in einer hohen Schiene oder in der sog. Salterschwebe für ca. 2 Wochen. In dieser Zeit werden physiotherapeutische Übungen mit Isometrie und sukzessiver Erweiterung des Bewegungsausmaßes, v. a. hinsichtlich Rotations- und Beugebewegungen durchgeführt. Danach kann die Mobilisierung an Unterarmgehstützen erfolgen. In den ersten 6 Wochen nach der Operation ist auf eine vollständige Entlastung, mit nur Abstellen des operierten Beines zu achten. Anschließend darf bei regelrechtem Heilungsprozeß und abhängig vom radiologischen Befund das Bein für einen Zeitraum von 6 Wochen mit 20 kg teilbelastet werden. Nach einer Röntgenkontrolle wird auf den 4 Punkte Gang übergegangen, um bei adäquater muskulärer Stabilisierung des Beckens allmählich den Übergang in das Gehen ohne Hilfsmittel zu ermöglichen.

Das Sitzen auf einem hohen Stuhl oder dem Sitzkissen kann im Regelfall ab der 3. postoperativen Woche erlaubt werden.

Radiologische Kontrollen werden nach 6 und 12 Wochen, sowie nach 6 und 12 Monaten durchgeführt.

Die Metallentfernung erfolgt nach guter knöcherner Konsolidierung der Osteotomieflächen, was in der Regel einem Zeitraum von 6 - 9 Monaten entspricht.

2. Material und Methoden

2.1. Patientengut

Von Januar 1991 bis März 1999 wurden an der Orthopädischen Universitätsklinik König - Ludwig – Haus, Würzburg bei 53 Patienten mit der Diagnose primäre/ kongenitale Hüftdysplasie eine dreifache Beckenosteotomie nach Tönnis durchgeführt.

Zu der vorliegenden klinisch - radiologischen Nachuntersuchung erschienen 48 Patienten (90%). Von 5 Patienten, die nicht nachuntersucht werden konnten, waren lediglich drei hierzu nicht bereit. Zwei der Patienten waren aufgrund von Adressenänderungen, die auch den Einwohnermeldeämtern nicht zugänglich waren, nicht zu erreichen.

Da es sich bei 5 Patienten um eine Operation beider Hüften handelte, erhöht sich die Gesamtzahl der nachuntersuchten Hüften auf 53.

Das mittlere Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation betrug 24 Jahre (13 bis 43 Jahre), das Geschlechterverhältnis lag mit 45 weiblichen zu 8 männlichen Patienten, bei 5,7:1. Es wurden 31 rechte Hüftgelenke und 22 linke Hüftgelenke operiert.

Das Nachuntersuchungsintervall erstreckte sich über einen Zeitraum von 8 Monaten bis 9 Jahre post operationem ($2\frac{9}{12}$ Jahre im Mittel).

In 24 Fällen war bis zum Zeitpunkt der Triple Osteotomie keine Behandlung vorausgegangen, 14 Patienten waren konservativ mittels physiotherapeutischer Maßnahmen vorbehandelt, zehn Patienten waren bereits voroperiert (ein bis drei Mal). Es handelt sich bei den Voroperationen um offene Repositionen, die Beckenosteotomien nach Salter oder Chiari, varisierende oder valgisierende derotierende

Femurosteotomien und Trochanterversetzungen mit Schenkelhalsverlängerung.

In acht Fällen wurde im direkten Anschluß (bis maximal 14 Tage post operationem) an die Triple Osteotomie eine Zusatzoperation zur Korrektur eines femoralen Fehlbaus durchgeführt. Dabei wurde fünfmal eine varisierende, derotierende Osteotomie, zwei valgisierende, derotierende Osteotomien und zwei Trochanterdistalisierungen mit Schenkelhalsverlängerungen vorgenommen.

44 der Patienten wurden wegen eines belastungsabhängigen, in die Leiste oder den Oberschenkel ausstrahlenden Schmerzes vorstellig. Einen zusätzlichen Ruheschmerz gaben 15 Patienten an. Lediglich in vier Fällen lag völlige subjektive Beschwerdefreiheit bezüglich des Hüftgelenkes vor, weshalb die Diagnose und v.a. die Operationsindikation anhand der höchst pathologischen biomechanischen Situation im Röntgenbild gestellt wurden.

2.2. Methode der Nachuntersuchung

Um alle für den Krankheits- und Therapieverlauf relevanten Daten zu erfassen, wurde ein Auswertungsbogen in Anlehnung an den Harris Hip Score erstellt. Hierbei wurde insbesondere ein Vergleich zwischen präoperativem Krankheitszustand und postoperativem Zustand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung angestrebt.

Die Nachuntersuchung umfaßte neben soziometrischen Daten vom Untersucher zu erhebende klinische und radiologische Aspekte. Zudem wurde zur Erfassung subjektiver Parameter ein Fragebogen erstellt.

2.2.1. Soziometrische Nachuntersuchung

Innerhalb der soziometrischen Nachuntersuchung wurden das Alter, sowie das Geschlecht erfaßt. Zur Berechnung des Nachuntersuchungsintervalls wurde das Operationsdatum und das Datum der Nachuntersuchung festgestellt.

2.2.2. Klinische Nachuntersuchung

Die Funktion des Hüftgelenkes wurde mittels allgemein anerkannter und standardisierter orthopädischer Untersuchungsmethoden geprüft. Präoperative Untersuchungsergebnisse konnten den Patientenunterlagen entnommen werden.

Die Untersuchung des Bewegungsausmaßes des Hüftgelenkes erfolgte anhand der Neutral - Null - Methode. Des weiteren wurden das Trendelenburg'sche Zeichen, im 30-sekündigen Einbeinstand geprüft.

Hierunter versteht man eine Testmethode, die eine Aussage über die Funktionalität der pelvirochanteren Muskulatur zuläßt.

Eine Bewertung des Trendelenburg'schen Zeichen wurde durch folgende Bewertungstabelle nach Tönnis vorgenommen (71).

<i>Grad</i>	<i>Definition</i>
<i>0</i>	Negativ
<i>1</i>	Red. Kraft, kein wesentl. Absinken, Ermüdungshinken bei längerem Gehen
<i>2</i>	Mäßiges Absinken und deutliche Standunsicherheit
<i>3</i>	Starkes Absinken, Schwerpunktverlag. des Oberkörpers über das Standbein

Tab. 2.1: Trendelenburg Zeichen

Zur Klassifikation einer möglichen Beinlängendifferenz wurde im Zeitraum vor dem operativen Eingriff, der Abstand zwischen der Spina iliaca ant. sup. und dem Malleolus lat. mit dem Maßband gemessen. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt bevorzugte man die Brettchenunterlegmethode, da der Bezugspunkt der Spina iliaca ant. sup. intraoperativ, anatomisch verändert wurde.

Für die weitere klinisch funktionelle Beurteilung des Hüftgelenkes wurde ein Punkteschema, das sich am Harris Hip Score, einem international verbreiteten Nachuntersuchungsschema orientierte, erstellt (36). Anhand der ermittelten Gesamtpunktzahl konnte eine Bewertung des Operationsergebnisses stattfinden. Es handelt sich beim Harris Hip Score um einen klinisch - funktionellen Score mit 91% subjektiven und 9% objektiven Anteilen an der Gesamtpunktzahl von 100. Die Kriteriengewichtung in % an den 100 erreichbaren Punkten verteilt sich folgendermaßen (23):

<i>Kriterium</i>	<i>Prozent %</i>	<i>Max. mögl. Punkte</i>	<i>Parameter</i>
<i>1. Schmerz</i>	44	44	1. Schmerz
<i>2. Hinken</i>	11	11	2. Gehfähigkeit
<i>3. Gehhilfen</i>	11	11	
<i>4. Gehstrecke</i>	11	11	
<i>5. Treppensteigen</i>	4	4	3. Basisaktivitäten
<i>6. Schuhe anziehen</i>	4	4	
<i>7. Sitzen</i>	5	5	
<i>8. Öff. Transportmittel</i>	1	1	
<i>9. Deformität</i>	5	5	4. Keine Deformitäten
<i>10. Bewegungsausmaß</i>	4	4	5. Bewegungsausmaß
<i>Summe</i>	100%	100 Punkte	

Tab. 2.2: Harris Hip Score

Die subjektiven Kriterien 1 - 8 können in Schmerz (1.) (s. Tab. 2.3) und Funktion (2. - 8.) untergliedert werden.

<i>Punkte</i>	<i>Definition</i>
<i>44</i>	Schmerzfrei
<i>40</i>	Leicht, gelegentlich, ohne Beeinträchtigung alltäglicher Aktivitäten
<i>30</i>	Wie unter „40“, aber manchmal mäßiger Schmerz bei ungewohnten Tätigkeiten, gelegentlich Aspirin nötig
<i>20</i>	Mäßig, erträglich, aber bereits deutlich Alltagsaktivitäten/Arbeit beeinträchtigt, gelegentlich stärkere Analgetika/NSAR nötig
<i>10</i>	Stark, massive Beeinträchtigung von Alltagsaktivitäten
<i>0</i>	Dauer/ Ruheschmerz, totale Behinderung, bettlägerig

Tab. 2.3: Schmerz

Die objektiven Kriterien (9. - 10.) umfassen das Bewegungsausmaß, dokumentiert in Graden nach der Neutral - Null - Methode (s. Tab. 2.4) und die sog. Deformitäten (s. Tab.2.5).

Parameter	• Grad	Index
Flexion	< 45	1,0
	45- 90	0,6
	90-110	0,3
	> 110	0,0
Extension	jede	0,0
Abduktion	< 15	0,8
	15- 30	0,3
	> 30	0,0
Adduktion	0 - 15	0,2
Außenrotation in Streckung	<30	0,4
	>30	0,0
Innenrotation in Streckung	jede	0,0

(Gesamtpunkte = Summe der Index - Werte * 0,05)

Tab. 2.4: Bewegungsausmaß

Für das Fehlen der sog. Deformitäten (Beuge-, Innenrotations- und Adduktionskontraktur und höhergradige Beinlängendifferenz) werden im Harris Hip Score folgende Punkte vergeben (s. Tab. 2.5).

Punkte	Definition
1	< 30° Beugekontraktur
1	< 10° Adduktionskontraktur
1	< 10° Innenrotationskontraktur in Streckung
1	< 3,2 cm Beinlängendifferenz

Tab. 2.5: Fehlen von Deformitäten

Eine definitive Bewertung des Operationsergebnisses nach Bestimmung des Punktwertes durch den Harris Hip Score fand mittels nachfolgendem Schema statt (23):

<i>Punkte</i>	<i>Bewertung</i>
<i>100-90</i>	hervorragend
<i>90-80</i>	gut
<i>70-80</i>	befriedigend
<i>< 70</i>	schlecht

Punktbewertung n. Harris Hip Score

Tab. 2.6: Bewertung Harris Hip Score

2.2.3. Radiologische Nachuntersuchung

Die radiologische Untersuchung wurde mittels präoperativer und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gefertigter Beckenübersichtsaufnahmen im a.p. Strahlengang, vorgenommen. Für die Beurteilung der ventralen Überdachungssituation fertigte man eine Faux - Profil - Aufnahme zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung an.

Zur Objektivierung der radiologischen Ergebnisse diente der CE - Winkel nach Wiberg, als Maß für die laterale Überdachung in der Frontalebene. Des weiteren zeigte der vordere Pfannendachwinkel (VCA - Winkel) nach Lequesne und de Seze das Maß für die ventrale Überdachung in der Sagittalebene und schließlich diente der Tragflächenwinkel (TF - Winkel) nach Bombelli bzw. der Pfannendachwinkel der Belastungszone nach Tönnis als Maß für die erreichte Horizontalisierung der Sklerosierungszone des Pfannendaches (5, 38, 65,77).

Anschließend wurden die obengenannten Röntgenmeßparameter mit Hilfe der von Engelhardt und Tönnis erstellten Normalwerte, der „Abweichungsgrade“ vom Normalen und der Werte der Überkorrekturen beurteilt (s. Tab. 2.7) (67).

<i>Abweichungsgrad LCE,VCA</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Adoleszenten (<18 J)</i>	>25°	20-24°	5-19°	< 5°
<i>Erwachsene (>18 J)</i>	>30°	20-29°	5-19°	< 5°
<i>TF</i>	0 +/- 9°	10-15°	16-25°	>25°
<i>Interpretation</i>	<i>normal</i>	<i>mäßig</i>	<i>stark pathol.</i>	<i>extrem pathol.</i>

Tab. 2.7: Normalwerte und Abweichungsgrade

<i>Winkelparameter</i>	<i>Überkorrektur</i>
<i>LCE&VCA</i>	> 40°
<i>TF</i>	<-10°

Tab. 2.8: Überkorrekturen

Abschließend erfolgte anhand einer von Tönnis entwickelten Einteilung die Bestimmung des Arthrosegrades prä- und postoperativ (65).

2.2.4. Sozialmedizinische Nachuntersuchung

Zur vollständigen Beurteilung des Operationserfolges erschien es wichtig, auch die Einschätzung des Patienten zu eruieren, sollte dieser doch am besten Auskunft über seinen persönlichen Operationserfolg geben können. Selbstverständlich waren diese Aussagen subjektiv und sehr von der persönlichen Erwartungshaltung und Toleranzgrenze des Einzelnen geprägt. Entsprechend problematisch war daher die Auswertung mittels validierter und standardisierter „Meßinstrumente“.

Es wurde deshalb ein Fragebogen erstellt, welchen der Patient, unbeeinflusst vom Untersucher beantwortete. Dieser erfragte die Parameter Zufriedenheit mit dem Resultat der Operation, Bereitschaft sich aus heutiger Sicht nochmals operieren zu lassen, Auswirkung der Operation auf Berufs- und Freizeitverhalten.

Die obengenannten subjektiven Einschätzung wurden mit den objektiven Ergebnissen der Nachuntersuchung verglichen.

Des weiteren wurden diverse Kritikpunkte der Patienten aufgegriffen, um sie in die Patientenaufklärung zukünftiger Patienten einfließen zu lassen.

2.2.5. Statistische Auswertung

Die Veränderung der Meßwerte erfolgte nicht parametrisch (nach Wilcoxon) für verbundene Stichproben. Die Auswertung wurde mit dem Statistikprogramm SPSS für Windows durchgeführt.

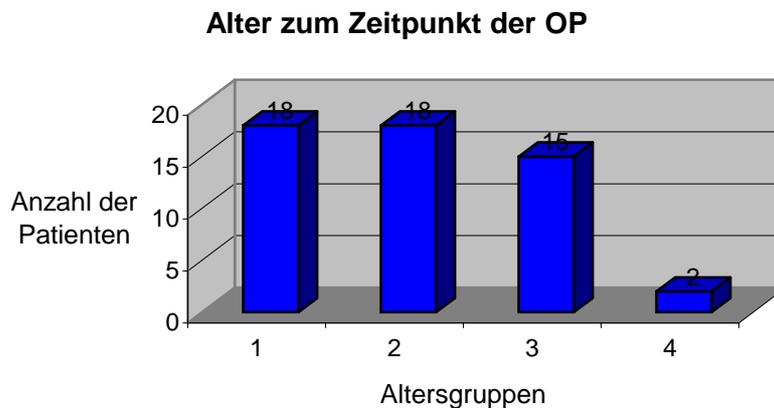
3. Ergebnisse

3.1. Soziodemographische Ergebnisse

Zu den ausgewerteten soziodemographischen Ergebnissen zählen Alter, Geschlecht und Nachuntersuchungsintervall.

3.1.1. Alter

Zum Zeitpunkt der Operation betrug das Durchschnittsalter der Patienten 24 Jahre (11 - 43 Jahre). Die Altersverteilung ist folgender Graphik zu entnehmen:



Graphik 3.1: Altersverteilung

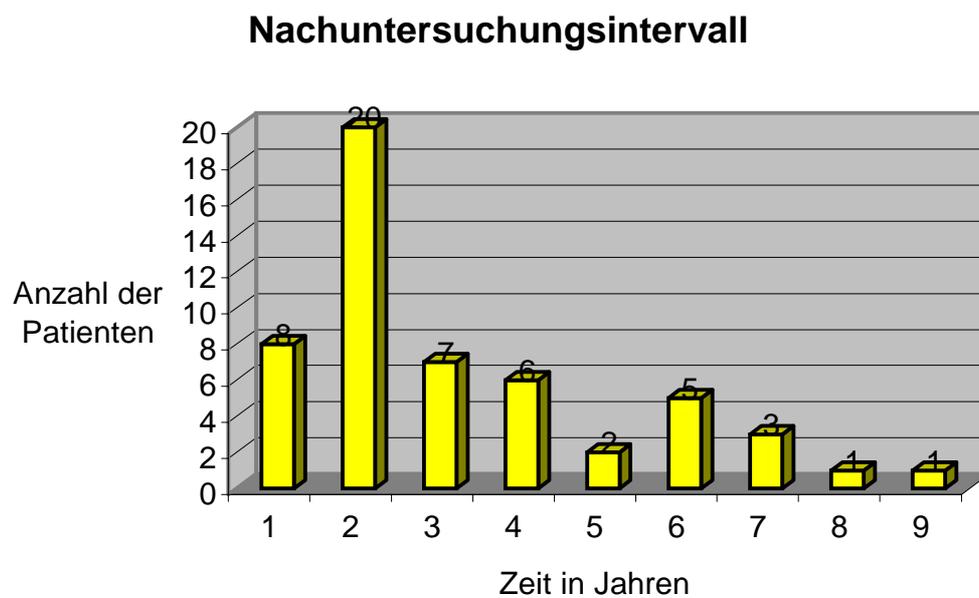
Die meisten Patienten (68%) fanden sich demnach in den Altersbereichen 1 (11 - 19 Jahre) und 2 (20 - 29 Jahre). Lediglich zwei Patienten waren im Altersbereich 4 (40 - 43 Jahre).

3.1.2. Geschlecht

Von den nachuntersuchten Patienten waren 45 weiblich und 8 männlich, im Verhältnis 5,7 zu 1.

3.1.3. Nachuntersuchungsintervall

Durchschnittlich waren zwischen Operation und Nachuntersuchung $2 \frac{9}{12}$ Jahre vergangen ($0 \frac{8}{12} - 8 \frac{2}{12}$). Die Graphik 3.2 verdeutlicht die Verteilung der Patienten auf die unterschiedlichen Zeiträume der Nachuntersuchung:



Graphik 3.2: Nachuntersuchungsintervall

3.2. Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung

In diesem Abschnitt finden sich die klinisch funktionellen Ergebnisse des Harris Hip Score, des Trendelenburg - Zeichens, der Beinlängendifferenz, der Schmerzsituation und des Bewegungsausmaßes, die nach den in Kapitel 2 genannten Kriterien mit Punkten oder Graden bewertet wurden. Die sich ergebende präoperative Gesamtpunktzahl wurde mit der Ergebniszahl der Nachuntersuchung verglichen.

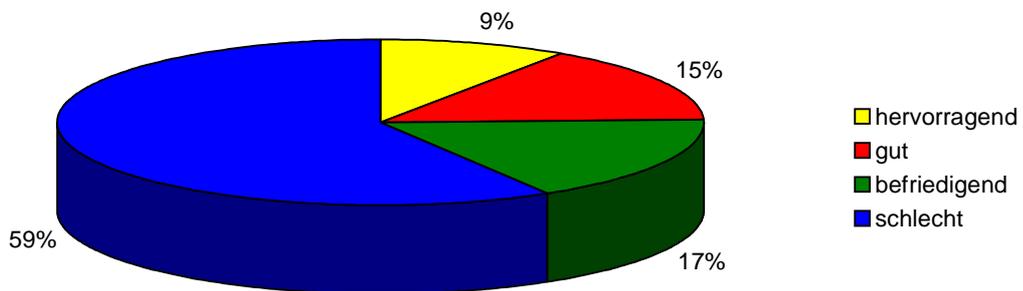
3.2.1. Gesamtbewertung durch den Harris Hip Score

Bei der statistischen Auswertung des Harris Hip Score zeigte sich eine signifikante Verbesserung des klinischen und funktionellen Status der nachuntersuchten Hüftgelenke ($p < 0,001$).

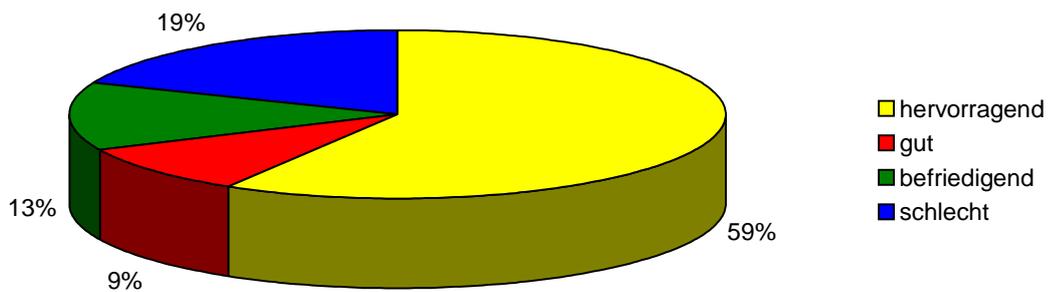
Präoperativ wurde von den Patienten eine mittlere Gesamtpunktzahl von 66 Punkten erreicht, was dem Bewertungsbereich „*schlecht*“ entspricht. Minimal wurden 21 Punkte, maximal 100 Punkte gezählt.

Die Nachuntersuchung erhob im Mittelwert eine Gesamtpunktzahl von 83,5 Punkten, was eine Verbesserung in den Bereich „*gutes Ergebnis*“ bedeutet. Der Minimalwert betrug in diesem Fall 38,8 Punkte, der Maximalwert 100 Punkte.

Harris Hip Score präoperativ



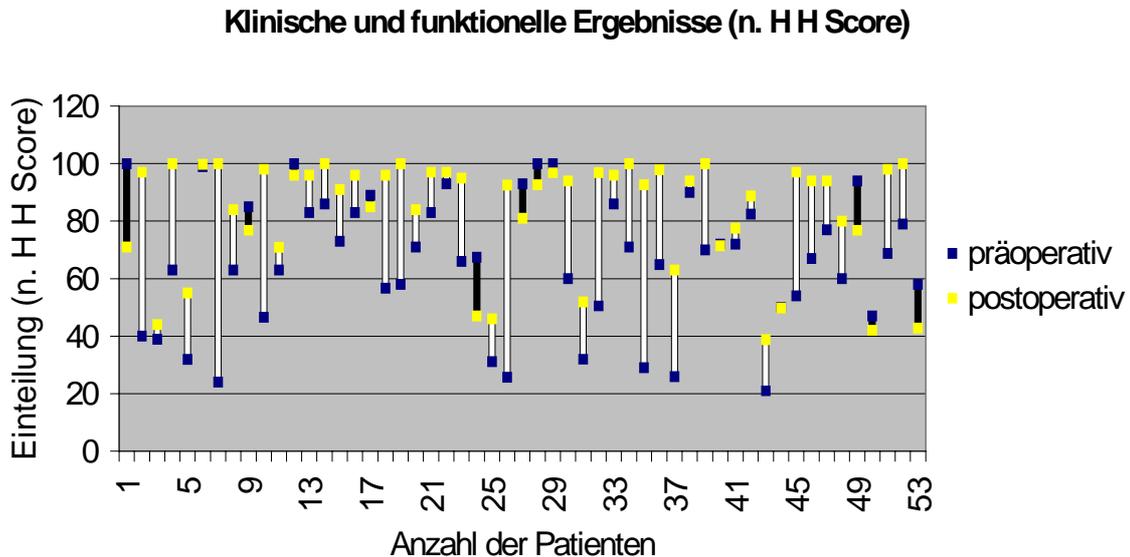
Harris Hip Score postoperativ



Graphik 3.3 und 3.4: Harris Hip Score prä- und postoperativ

Die Graphiken 3.3 und 3.4 verdeutlichen, daß vor der Operation 31 Patienten (59%) eine schlechte Situation zeigten. 9 Patienten (17%) wiesen eine befriedigende klinische und funktionelle Situation auf und bei 13 Patienten (24%) wurden präoperativ gute oder hervorragende Punktzahlen im Harris Hip Score gesehen. Nach der Operation zeigte sich bei 36 Patienten (68 %) ein *gutes* bis *hervorragendes* Ergebnis, bei sieben Patienten ein *befriedigendes* und bei zehn Patienten (19 %) ein *schlechtes Ergebnis* im Harris Hip Score.

Eine Verbesserung des Ergebnisses wiesen 40 Patienten (75%) bei der Nachuntersuchung auf. Eine Verschlechterung wurde bei 13 Patienten gesehen (s. Graphik 3.5).



Graphik 3.5.: Entwicklung des klinisch funktionellen Zustandes
Schwarz: Verschlechterung Weiß: Verbesserung Balkenlänge: Ausmaß der
Veränderung

3.2.2. Trendelenburg - Zeichen

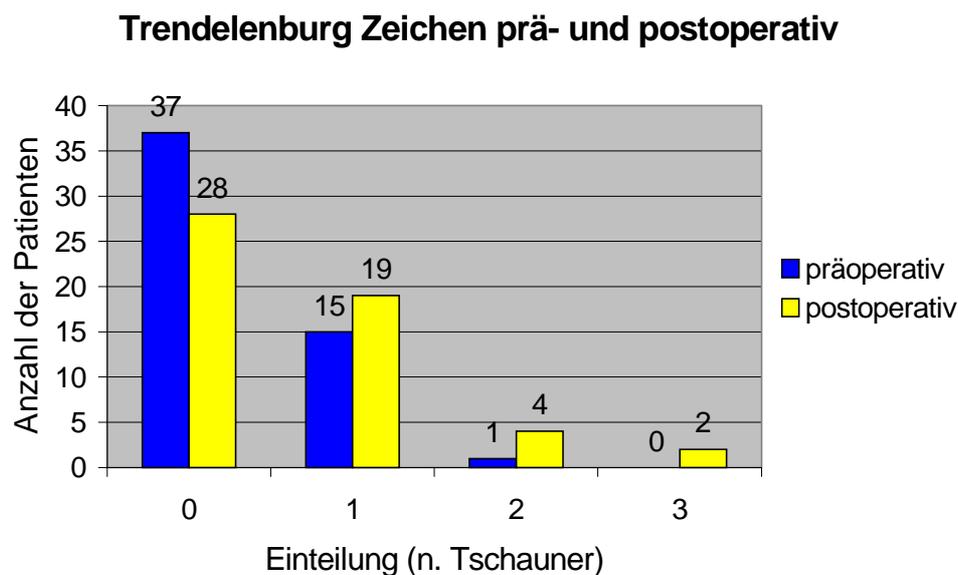
Das Trendelenburg'sche Zeichen, das bei einer Insuffizienz der Glutealmuskulatur auftritt, wurde vor der Operation bei 25 Patienten (48%) festgestellt. Die unterschiedliche Ausprägung der Glutealmuskelinsuffizienz wurde von Tschauner klassifiziert und ist in Tab. 3.1. und in der Graphik 3.6. dargestellt (70).

Bei 28 Patienten (53%) war vor der Operation kein Anhalt für eine Insuffizienz der Glutealmuskulatur zu erkennen (Grad 0). Demgegenüber standen 37 Patienten (70%), die bei der Nachuntersuchung kein Trendelenburg'sches Zeichen zeigten. Ein erstgradiges Trendelenburg'sches Zeichen, welches als verminderte Kraft in den Mm. Glutei,

ohne wesentliches Absinken der Hüfte, definiert ist, war bei 19 Patienten (36%) vor der Operation und bei 15 Patienten (28%) bei der Nachuntersuchung festgestellt worden. Ein mäßiges Absinken des Beckens und deutliche Standunsicherheit (Grad 2) zeigten vor der Operation 4 Patienten (8%) und bei der Nachuntersuchung ein Patient. Der Grad 3 des Trendelenburg'schen Zeichens wird als starke Seitneigung des Oberkörpers über das Standbein mit ausgeprägter Glutealmuskel-insuffizienz definiert. In diesem Stadium befanden sich vor der Operation 2 Patienten (4%) und kein Patient bei der Nachuntersuchung.

<i>Grad (n. Tschauner)</i>	<i>Anzahl der Patienten (%)</i>	
	<i>präoperativ</i>	<i>Nachuntersuchung</i>
0	28 (53 %)	37 (70 %)
1	19 (36 %)	15 (28 %)
2	4 (8 %)	1 (2 %)
3	2 (4 %)	0 (0 %)
Gesamt	53 (100 %)	53 (100 %)

Tab. 3.1. Trendelenburg Zeichen



Graphik 3.6: Trendelenburg Zeichen

Bei 24 Patienten (45%) wurde weder eine Zunahme noch eine Abnahme der Kraft der Glutealmuskulatur gesehen. 14 Patienten, die vor der Operation ein negatives Trendelenburg'sches Zeichen aufwiesen (Grad 0), hatten bei der Nachuntersuchung definitionsgemäß eine *verminderte Kraft, aber kein wesentliches Absinken des Beckens* und somit Grad 1 nach Tschauner. Bei fünf Patienten, die präoperativ ein negatives Trendelenburg'sches Zeichen zeigten, konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein *mäßiges Absinken und deutliche Standunsicherheit* gesehen werden (Grad 2), während ein Patient, der vor der Operation ebenfalls ein negatives Trendelenburg'sches Zeichen aufwies, bei der Nachuntersuchung eine *starke Seitneigung des Oberkörpers über das Standbein* zeigte (Grad 3). In neun Fällen (17%) konnte eine Verbesserung im Sinn einer Kräftigung der Glutealmuskulatur, wodurch kein Trendelenburg'sches Zeichen mehr beobachtet wurde, erreicht.

Für das Trendelenburg'sche Zeichen wurde keine signifikante Verbesserung festgestellt ($p=0,012$).

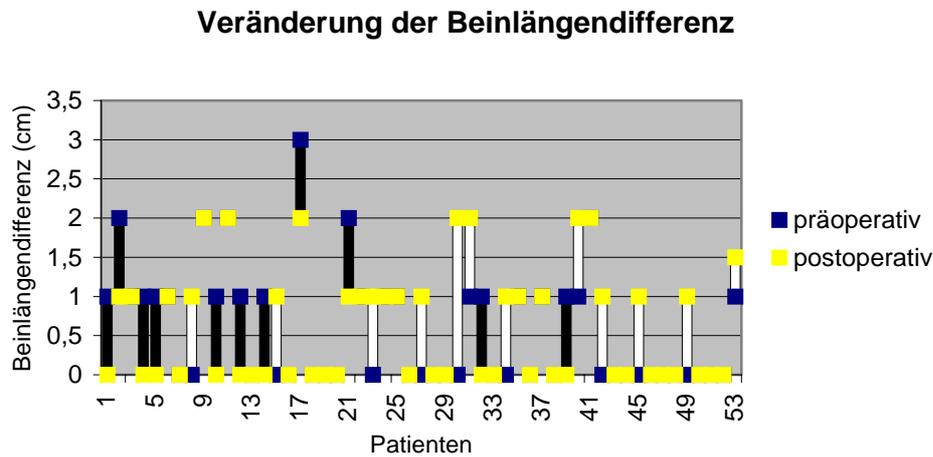
3.2.3. Beinlängendifferenz

Durch die Kranialisation des Femurs bei der Subluxationsstellung oder Luxationsstellung der Hüfte, war präoperativ bei 24 Patienten (45%) auf der Seite der Hüftdysplasie eine Beinlängenverkürzung vorhanden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung fielen 25 Patienten (47%) durch eine Beinlängendifferenz auf. Bei allen Patienten wurde dabei eine Verlängerung des operierten Beines gesehen.

<i>Beinlängendifferenz (cm)</i>	<i>Anzahl der Patienten (%)</i>	
	<i>präoperativ</i>	<i>Nachuntersuchung</i>
<i>0</i>	29 (55 %)	28 (53 %)
<i>1</i>	18 (34 %)	17 (32 %)
<i>1,5</i>	0 (0 %)	1 (2 %)
<i>2,0</i>	5 (9 %)	7 (13 %)
<i>2,5</i>	0 (0 %)	0 (0 %)
<i>3,0</i>	1 (2 %)	0 (0 %)
<i>Gesamt</i>	<i>53 (100%)</i>	<i>53 (100%)</i>

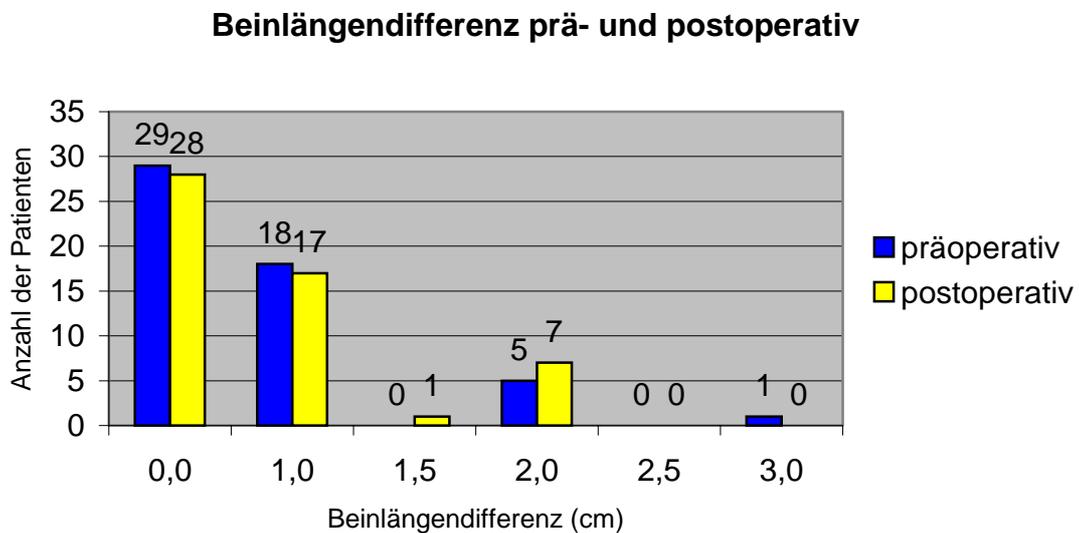
Tab.3.2.: Beinlängendifferenz

Die Beinlängendifferenz ist nach der Operation bei 30 Patienten (57%) unverändert geblieben. In 11 Fällen konnte eine Verminderung der Beinlängendifferenz durch eine Verlängerung des operierten Beines erzielt werden, bei 11 Patienten mußte eine Zunahme der Beinlängendifferenz festgestellt werden, die sich aber auf maximal 1 cm belief.



Graphik 3.7.: Darstellung der Veränderung der Beinlängendifferenz

Schwarz: Verkleinerung Weiß: Vergrößerung

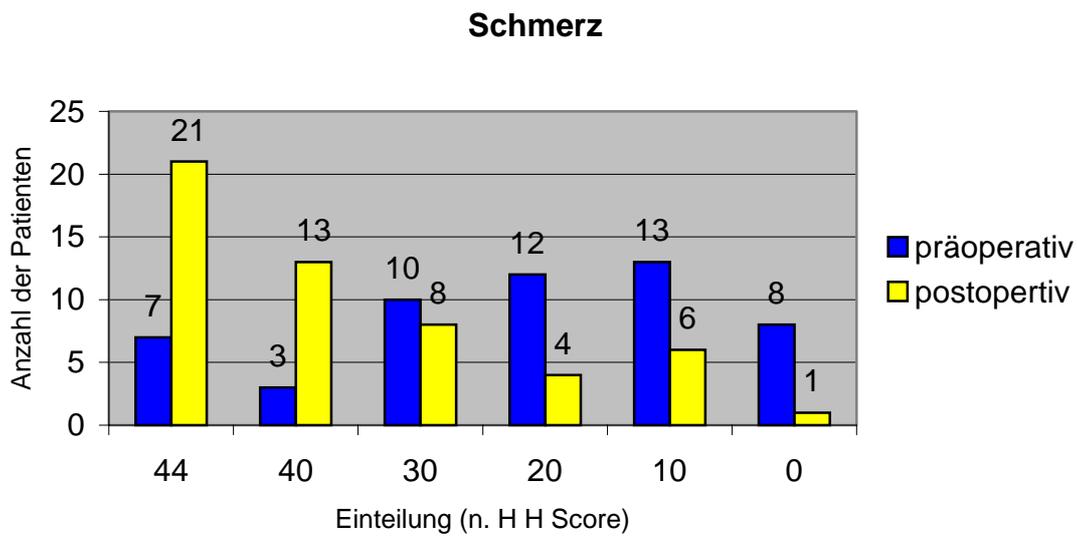


Graphik 3.8: Beinlängendifferenz

Es wurde durch die Operation keine signifikante Veränderung der Beinlängendifferenz festgestellt ($p=0,840$).

3.2.4. Schmerz

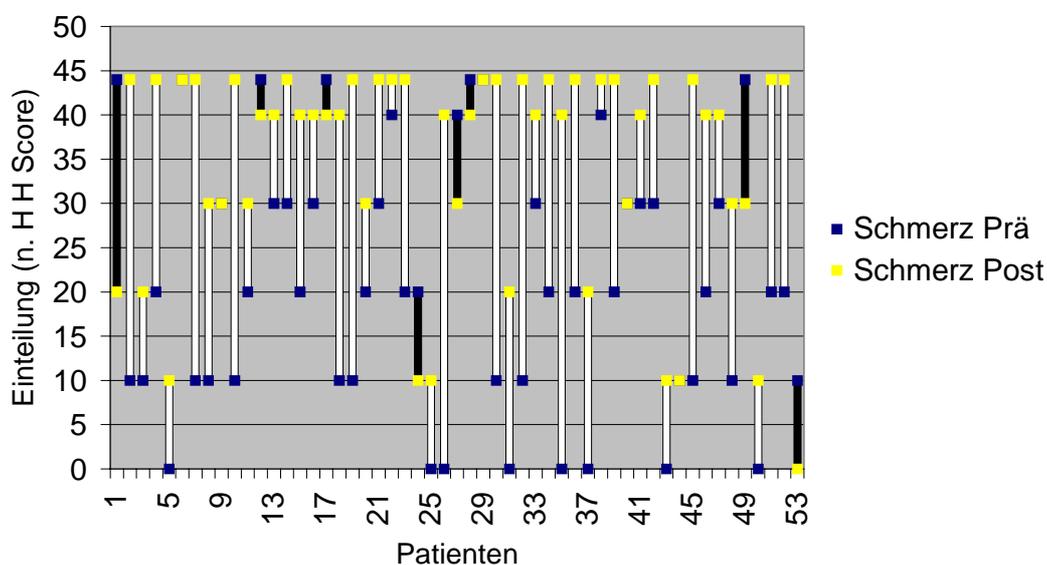
Der Schmerz wird, da er als die Lebensqualität stark beeinträchtigende Variable gesehen wird, im Harris Hip Score mit einer hohen Punktzahl bewertet.



Graphik 3.9.: Schmerz

Das nachuntersuchte Patientenkollektiv wies präoperativ für die Variable Schmerz einen Mittelwert von 21 Punkten (*erträgliche Schmerzen, die aber die Alltagsaktivität beeinträchtigen*) auf. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung fand sich eine Verbesserung der Schmerzangabe auf 34,4 Punkte im Mittel (*manchmal mäßiger Schmerz, aber ohne Beeinträchtigung von Alltagsaktivitäten*). Insgesamt wurde in 42 Fällen (79%) eine Schmerzreduktion erzielt. Bei vier Patienten (8 %) blieb die Schmerzsituation unverändert und acht Patienten (15%) gaben bei der Nachuntersuchung eine Schmerzverschlimmerung im Vergleich zum präoperativen Zustand an.

Schmerz prä- und postoperativ



Graphik 3.10: Schmerzentwicklung der einzelnen Patienten

Schwarz: Verschlechterung, Weiß: Verbesserung

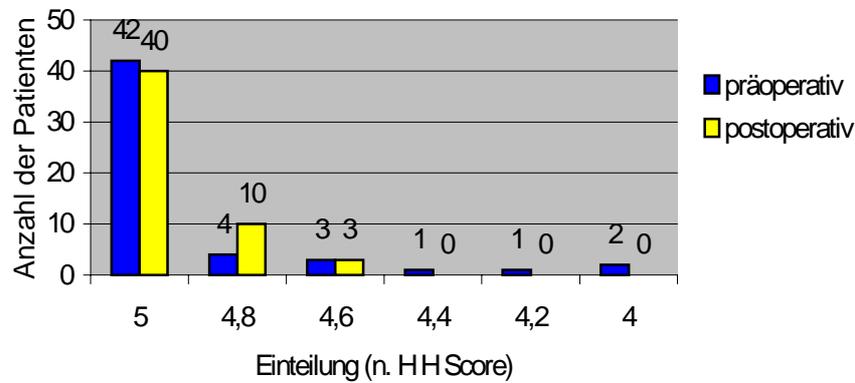
Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte eine signifikante Schmerzverbesserung nachgewiesen werden ($p < 0,001$).

3.2.5. Deformität und Bewegungsausmaß

Bei den nachuntersuchten Patienten konnte weder prä- noch postoperativ eine der Definition entsprechende Deformität, d. h. eine Beugekontraktur ($>30^\circ$), eine Adduktionskontraktur ($>10^\circ$), eine Innenrotationskontraktur in Streckung ($>10^\circ$) und/oder eine Beinlängendifferenz ($>3,2$ cm) beobachtet werden, so daß immer die maximale Punktzahl von vier vergeben werden konnte.

Die Beurteilung des Bewegungsausmaßes, anhand des von Harris entwickelten Berechnungsschema lieferte folgende Ergebnisse.

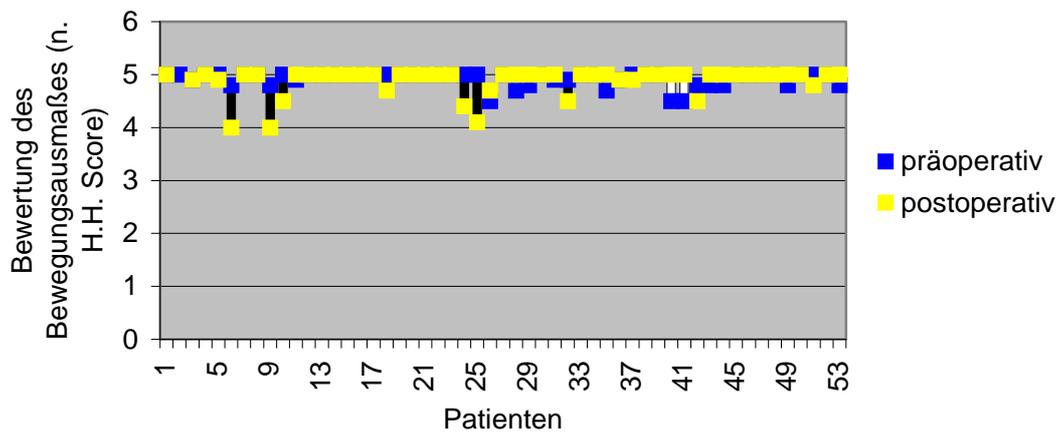
Bewegungsausmaß



Graphik 3.11: Bewegungsausmaß

Vor dem operativen Eingriff war das Bewegungsausmaß bei elf Patienten (21%) eingeschränkt, während sich bei der Nachuntersuchung eine Bewegungseinschränkung bei 13 Patienten (25%) erkennen lies.

Entwicklung des Bewegungsausmaßes



Graphik 3.12: Entwicklung des Bewegungsausmaßes

Weiß: Zunahme des Bewegungsausmaßes Schwarz: Abnahme des Bewegungsausmaßes

Die Graphik 3.12 veranschaulicht im Überblick, daß bei der Mehrheit der Patienten (28 Patienten (53%)) das Bewegungsausmaß unverändert blieb.

14 Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung beweglicher als vor der Operation. Neun dieser 14 Patienten ließen eine Verbesserung der Hüftextension erkennen. Dadurch wurde in acht Fällen eine vorbestehende Beugekontraktur vollständig ausgeglichen. Bei zehn Patienten konnte in der Nachuntersuchung eine Verbesserung der Rotationsfähigkeit festgestellt werden, wobei sich die Außenrotation in acht Fällen verbessert hatte und die Innenrotation in sieben Fällen. In Einzelfällen fiel die verbesserte Beugungs- und Abduktionsfähigkeit auf.

Bei elf Patienten nahm das Bewegungsausmaß ab. Am häufigsten zeigte sich eine Verschlechterung der Beugefähigkeit im Hüftgelenk in sieben Fällen. Sechsmal sah man ein Extensionsdefizit, das zur Beugekontraktur geführt hatte, welche aber nie $> 10^\circ$ betrug. Bei vier Patienten mußte eine Verschlechterung der Innenrotationsfähigkeit erkannt werden.

Die Operation hatte keinen signifikanten Einfluß auf das Bewegungsausmaß.

3.3. Radiologie

Zur radiologischen Auswertung gelangten alle prä- und postoperativ angefertigten Röntgenbilder, die die Anforderungen an eine Vergleichbarkeit erfüllten und qualitativ eine Vermessung zuließen. Somit lagen insgesamt 51 präoperative und 53 postoperative Beckenübersichtsaufnahmen, die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung angefertigt wurden, sowie 16 präoperative und 47 postoperative Faux - Profil - Aufnahmen vor.

3.3.1. CE - Winkel

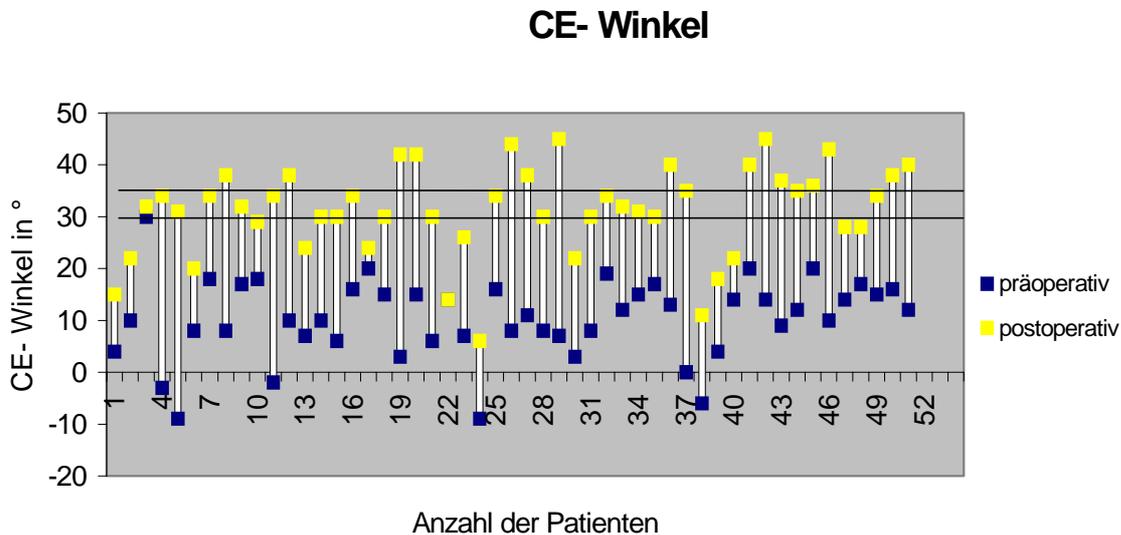
Der CE - Winkel dient zur Quantifizierung der lateralen Überdachung des Femurkopfes, die bei dysplastischen Hüftgelenken vermindert ist. Durch die dreifache Beckenosteotomie konnte bei den nachuntersuchten Patienten eine Vergrößerung des CE - Winkels von durchschnittlich 10,6° präoperativ, auf 32,2° im Mittel postoperativ erzielt werden. Das bedeutet eine durchschnittliche Verbesserung der lateralen Überdachungssituation vom „*stark pathologischen*“ in den „*normalen*“ Bereich.

Abweichungsgrad (nach Tönnis)	Anzahl der Patienten (%)		
	präoperativ	NU	Überkorrektur(>40°)
1 (normal)	1 (2 %)	33 (62 %)	6 (11 %)
2 (mäßig patholog.)	3 (6 %)	8 (15 %)	
3 (stark patholog.)	37 (73 %)	5 (9 %)	
4 (extrem patholog.)	10 (20 %)	1 (2 %)	
Gesamt	51 (100 %)	53(100 %)	

Tab. 3.3: CE - Winkel, Normalbereich und Abweichungsgrade (67)

Von den 51 auszuwertenden Hüftbildern lagen präoperativ 47 (92%) im „*stark*“ und „*extrem*“ pathologischen Bereich, postoperativ fanden sich noch 6 (11%) in diesem Bereich. Sechs Hüften (11%) waren

definitionsgemäß überkorrigiert ($>40^\circ$). Die Graphik 3.13 verdeutlicht die Entwicklung des CE - Winkels der einzelnen Patienten.



Graphik 3.13: Darstellung der Veränderung des CE - Winkels mit Markierung des von Tönnis ermittelten Normalbereiches.

Die Graphik 3.13 verdeutlicht, daß bei allen Patienten eine Vergrößerung des CE - Winkels in unterschiedlichem Ausmaß erreicht wurde.

Es wurde eine signifikante Verbesserung des CE - Winkels gesehen ($p < 0,001$).

3.3.2. TF – Winkel

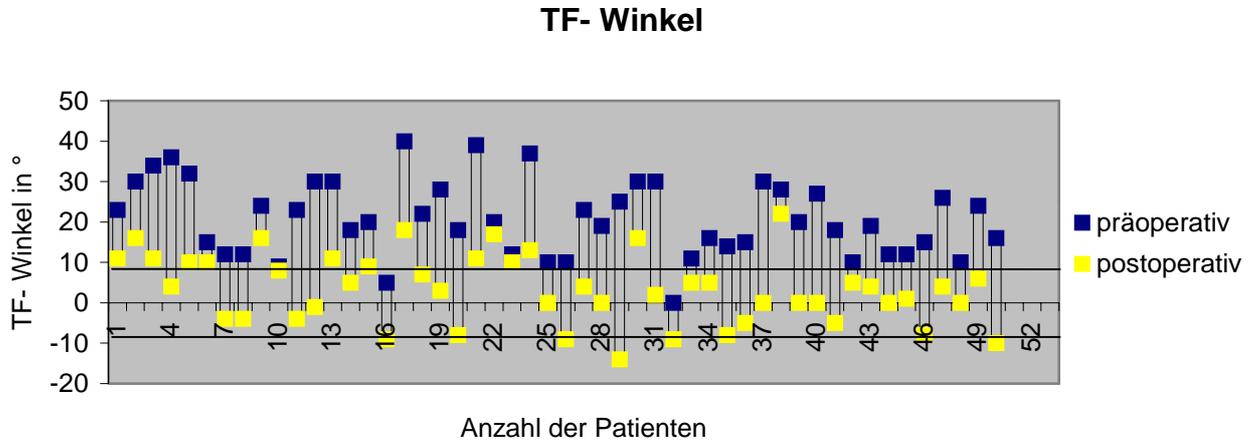
Der TF - Winkel wird als Maß für die postoperativ erreichte Horizontalisierung der Sklerosierungszone des Pfannendaches bestimmt. Einen „normalen“ TF - Winkel ($0^\circ \pm 9^\circ$) wiesen präoperativ nur drei Patienten auf. 14 Hüften lagen im *mäßigen* ($10^\circ - 15^\circ$), 17 im *stark pathologischen* Bereich ($16^\circ - 25^\circ$) und 16 im *extrem pathologischen* Bereich ($>25^\circ$). Im postoperativen Zustand konnten 36 *normale* Röntgenmeßparameter, acht *mäßig pathologische*, sechs *stark* - und ein

extrem pathologischer Winkel verzeichnet werden. Nur einmal wurde überkorrigiert (-14°).

Abweichungsgrad (nach Tönnis)	Anzahl der Patienten (%)		
	präoperativ	NU	Überkorrektur (-10°)
1 normal	3 (6 %)	37 (70 %)	1 (2 %)
2 mäßig patholog.	14 (28 %)	8 (15 %)	
3 stark patholog.	17 (34 %)	6 (11 %)	
4 extrem patholog.	16 (32 %)	1 (2 %)	
Gesamt	50 (100 %)	53 (100 %)	

Tab. 3.4: TF - Winkel, Normalwerte und Abweichungsgrade (67)

Im Mittel konnte der TF - Winkel von 20,8° auf 3,8° verkleinert werden. Das entspricht einer durchschnittlichen Verbesserung von 17°.



Graphik 3.14: TF - Winkel

Darstellung der Veränderung des TF - Winkels mit Markierung des von Tönnis ermittelten Normalbereichs (-9° - +9°)

Der TF - Winkel aller Patienten konnte durch die dreifache Beckenosteotomie in unterschiedlichem Ausmaß verkleinert und damit biomechanisch verbessert werden.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war eine signifikante Verbesserung des TF - Winkels erfolgt ($p < 0,001$).

3.3.3. VCA - Winkel

Der VCA – Winkel läßt eine Aussage über die vordere Überdachung des Femurkopfes zu und wird in der Aufnahmetechnik nach Lequesne und de Seze, der sog. Faux profil Aufnahme bestimmt.

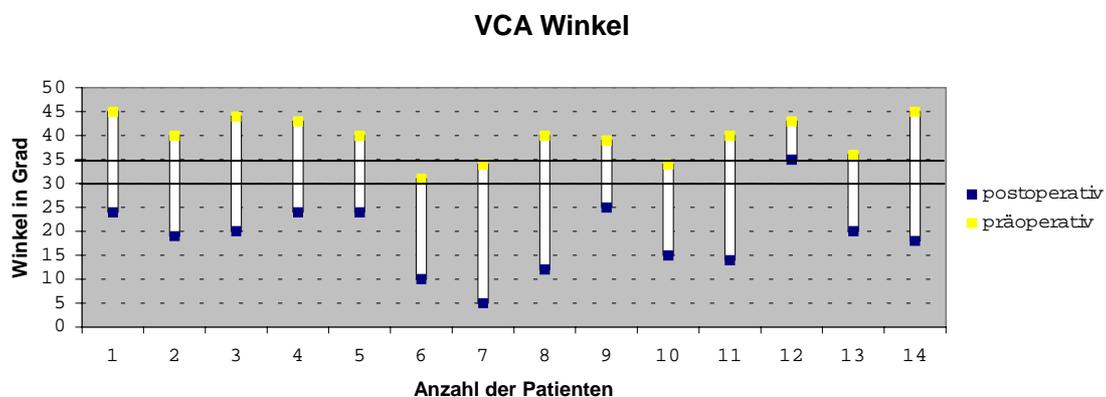
Präoperativ hatten 16 Patienten eine Faux profil Aufnahme erhalten und zeigten im Mittel einen VCA – Winkel von $18,6^\circ$, was der Bewertungsstufe „*stark pathologische Abweichung*“ entspricht. In der Nachuntersuchung konnte bei 48 Patienten, die eine Faux profil Aufnahme erhalten hatten, eine Verbesserung des VCA – Winkels auf durchschnittlich $33,5^\circ$ erreicht werden, was der Bewertungsstufe „*normal*“ entspricht. Es zeigte sich folglich eine durchschnittliche Verbesserung von $14,9^\circ$ für den VCA – Winkel.

<i>Abweichungsgrad (nach Tönnis)</i>	<i>Anzahl der Patienten (%)</i>		
	<i>präoperativ</i>	<i>NU</i>	<i>Überkorrektur (> 40°)</i>
<i>1 normal</i>	3 (19 %)	27 (56 %)	8 (17 %)
<i>2 mäßig pathol.</i>	5 (31 %)	10 (21 %)	
<i>3 stark pathol.</i>	6 (37 %)	3 (6 %)	
<i>4 extrem pathol.</i>	2 (13 %)	0 (0 %)	
<i>Gesamt</i>	<i>16 (100%)</i>	<i>48 (100 %)</i>	

Tab. 3.5: VCA - Winkel, Normalwerte und Abweichungsgrade (67)

Vor dem operativem Eingriff befanden sich drei Hüften (19%) im *Normalbereich*, fünf Hüften (31%) wurden als *mäßig pathologisch* eingestuft, sechs Hüften (37%) als *stark pathologisch* und zwei Hüften (13%) befanden sich im *extrem pathologischen* Bereich.

Postoperativ befanden sich 27 Hüften (56%) im *Normalbereich*, 10 Hüften (21%) im *mäßig pathologischen* und drei Hüften (6%) im *stark pathologischen* Bereich. Eine Überkorrektur von $> 40^\circ$ fiel bei acht Hüften auf. Bei diesen zeigte sich in fünf Fällen (62%) eine zusätzliche Überkorrektur im Bereich des CE – Winkels. Der durchschnittliche CE – Winkel dieser acht Hüften lag präoperativ bei $12,1^\circ$ und damit nur leicht über dem Durchschnitt des restlichen Kollektivs ($10,2^\circ$).



Graphik 3.15: VCA - Winkel

Darstellung der Veränderung des VCA - Winkels mit Markierung des von Tönnis ermittelten Normalbereiches ($30^\circ - 35^\circ$) (67).

Eine signifikante Verbesserung des VCA - Winkels konnte beobachtet werden ($p < 0,001$).

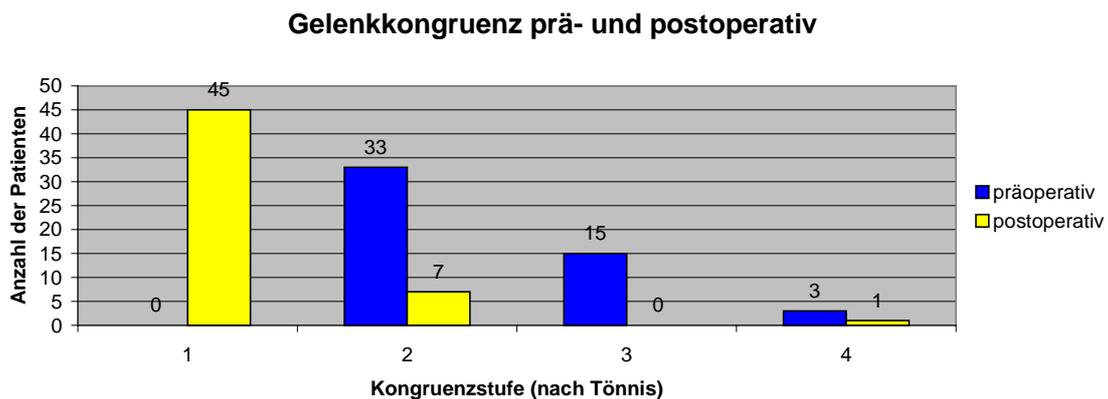
3.3.4. Gelenkkongruenz

Die Gelenkkongruenz ist im dysplastischen Hüftgelenk in unterschiedlicher Ausprägung beeinträchtigt. Zur besseren Bewertungsmöglichkeit wurden die nachuntersuchten Patienten in die von Tönnis entwickelten Kategorien eingestuft. Eine pathologische Kongruenz wurde gesehen, wenn der Gelenkspalt auf dem Röntgenbild zwar noch einen parallelen Verlauf zeigte, der Hüftkopf aber flach-oval entrundet war; dabei konnte eine Situation mit noch ausreichender Überdachung (=Grad 2), oder mit unvollständiger Überdachung (=Grad 3) unterschieden werden. Die Situation der Inkongruenz (=Grad 4) war als punktförmiger Kontakt mit einer mechanischen Instabilität definiert.

<i>Kongruenzstufe (nach Tönnis)</i>	<i>Anzahl der Hüften (%)</i>	
	<i>präoperativ</i>	<i>NU</i>
<i>1 physiol. Kongruenz</i>	0 (0%)	45 (85%)
<i>2 pathol. Kongruenz mit vollständiger Überdachung</i>	33 (65%)	7 (13%)
<i>3 pathol. Kongruenz mit zu kurzer Überdachung</i>	15 (29%)	0 (0%)
<i>4 völlige Inkongruenz</i>	3 (6%)	1 (2%)
<i>Gesamt</i>	51 (100%)	53 (100%)

Tab. 3.6: Gelenkkongruenz (67)

Als pathologisch in der Gelenkkongruenz sind präoperativ 51 Hüften (100%) und postoperativ zur Nachuntersuchung noch acht Hüften (15%) einzuordnen.



Graphik 3.16: Gelenkkongruenz

Die Verbesserung der Gelenkkongruenz war signifikant ($p < 0,001$).

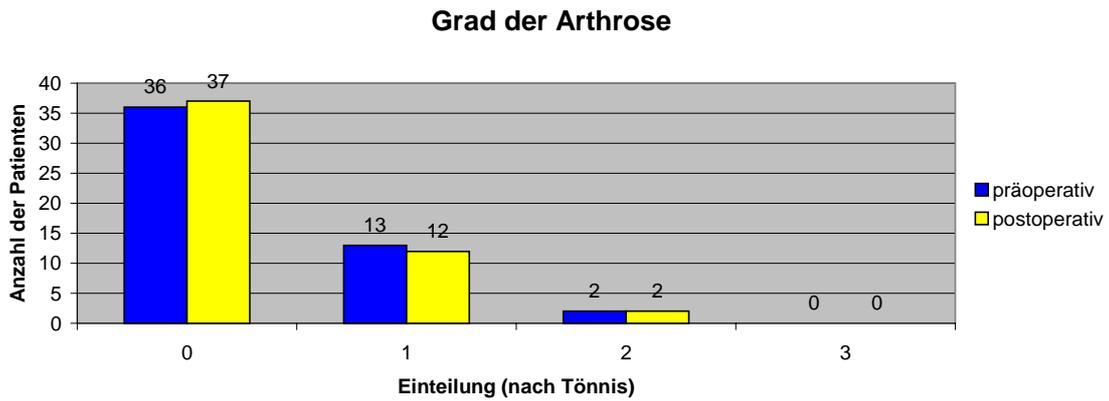
3.3.5. Arthrosegrad

Das Operationsverfahren der dreifachen Beckenosteotomie soll die Entwicklung einer Arthrose bzw. das Fortschreiten einer bestehenden Arthrose verhindern. Zugleich gilt als Voraussetzung für die Durchführung der Operation das Vorbestehen einer höchstens initialen Koxarthrose.

Alle radiologisch nachuntersuchten Hüftgelenke wurden prä- und postoperativ einem Arthrosegrad nach Tönnis zugeordnet (65). Es ergaben sich folgende Ergebnisse:

Grad (nach Tönnis)	Anzahl der Hüften (%)	
	präoperativ	postoperativ
<i>0 keine Arthrosezeichen</i>	36 (71%)	37 (73%)
<i>1 vermehrte Sklerosierung von Kopf und Pfanne, geringe Gelenkspaltverschmälerung</i>	13 (25%)	12 (21%)
<i>2 kl. Zysten, vermehrte Gelenkspaltverschmälerung</i>	2 (4%)	2 (4%)
<i>3 gr. Zysten, starke Kopfenrundung, Nekrose</i>	0 (0%)	0 (0%)
Gesamt	51 (100%)	51 (100%)

Tab. 3.7: Arthrosegrad



Graphik 3.17: Arthrosegrad

In keinem Fall wurde die Verschlechterung der Arthrose beobachtet. Eine Patientin konnte sich von *Arthrosegrad 1* in *Arthrosegrad 0* verbessern (s. Abb. 1, 2, 3).

Es wurde bei den nachuntersuchten Patienten keine signifikante Verschlechterung des Arthrosegrades gesehen ($p=0,317$).



Abb. 1: BÜS vor der Operation, Hüftdysplasie rechts mit initialer Koxarthrose

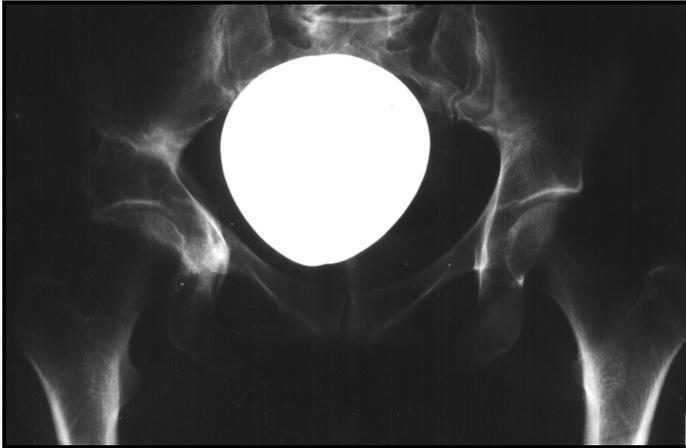


Abb. 2: BÜS 2 Jahre nach der dreifachen BO rechts, keine Arthrosezeichen mehr, zentrierter Hüftkopf



Abb. 3: Faux Profil Aufnahme derselben Patientin, 2 Jahre nach der dreifachen BO

3.4. Ergebnisse der subjektiven Nachuntersuchung

3.4.1. Freizeitverhalten

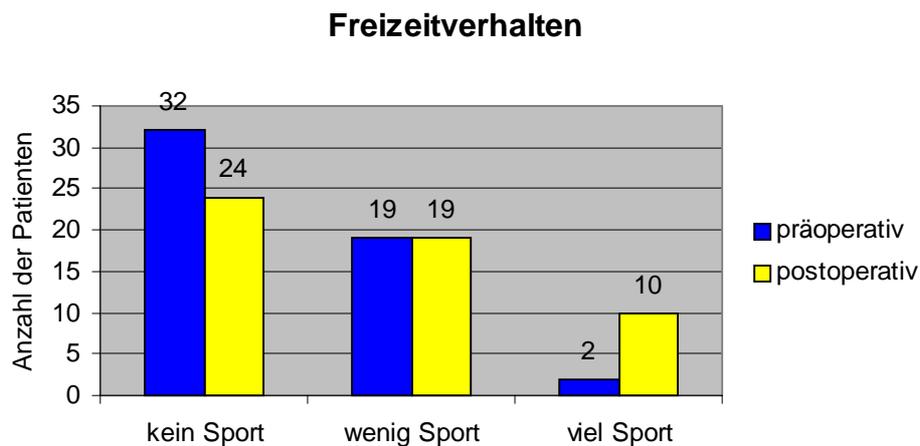
Die Patienten wurden hierbei zunächst zur aktuellen Freizeitgestaltung, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, in Form von Sport und anderen gesellschaftlichen Aktivitäten befragt, im Anschluß daran zum Freizeitverhalten direkt vor der Operation.

Eine *geringe körperliche Aktivität* wurde mit 1 bewertet, eine *mäßige* mit 2 und eine *hohe körperliche Aktivität* mit 3. Die Tab. 3.8 veranschaulicht die Ergebnisse:

Punkte	Anzahl der Patienten (%)	
	präoperativ	postoperativ
1 geringe körperl. Aktivität	32 (60%)	24 (45%)
2 mäßige körperl. Aktivität	19 (36%)	19 (36%)
3 hohe körperl. Aktivität	2 (4%)	10 (19%)
Gesamt	53 (100%)	53 (100%)

Tab. 3.8: Freizeitverhalten

Eine mittlere Verbesserung des Freizeitverhaltens von 1,4 Punkte auf 1,7 Punkte wurde beobachtet.



Graphik 3.18: Freizeitverhalten

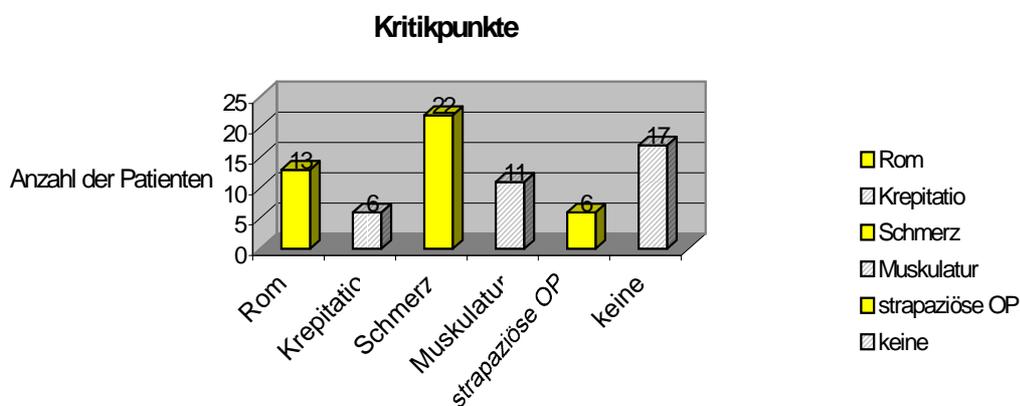
3.4.2. Ergebnisse der Kritikpunkte

Die Patienten wurden bei der Nachuntersuchung aufgefordert, Kritikpunkte zu ihrem körperlichen Befund und zum Operationsverfahren zu nennen. Die am häufigsten genannten folgenden Kritikpunkte wurden in Tab. 3.9 und Graphik 3.19 aufgeschlüsselt. Am häufigsten (40%) wurde ein nach der Operation noch bestehender leichter Schmerz, welcher unter Belastung zunahm, beklagt. Am zweithäufigsten (22%) stellten die Patienten eine Bewegungseinschränkung fest, die jedoch in keinem Fall die Lebensqualität des Einzelnen beeinträchtigte. Eine trotz intensiver physiotherapeutischer Maßnahmen bestehende Muskelinsuffizienz und ein persistierendes hinkendes Gangbild wurde von 11 Patienten (19%) kritisiert. Diese verspürten zusätzlich ein Instabilitätsgefühl beim Gehen in der operierten Hüfte. Sechsmal (10%) mißfiel ein Hüftreibegeräusch (Krepitatio, Knacken) bei endgradigen Beuge- und Streckbewegungen, welches bei vier Patienten neu aufgetreten war und bei zwei Patienten vorbestehend war. Sechs Patienten (10%) hatten sich die Operation und die Nachbehandlungszeit weniger strapaziös vorgestellt.

<i>Kritikpunkte</i>	<i>Anzahl der Nennungen (%)</i>
1	Bewegungseinschränkung, Range of motion 13 (22%)
2	Krepitatio, Knacken 6 (10%)
3	Schmerz 22 (40%)
4	Muskelinsuffizienz, Instabilität, Hinken 11 (19%)
5	strapaziöse Operation / Nachbehandlungszeit 6 (10%)
Gesamt	58 (100%)

Tab. 3.9: Kritikpunkte

Bei den Kritikpunkten waren Mehrfachnennungen erlaubt. 17 Patienten nannten einen Kritikpunkt, 16 Patienten nannten zwei und drei Patienten kritisierten drei Punkte. 17 Patienten übten keine Kritik am Operationsverfahren und der Nachbehandlung.



Graphik 3.19: Kritikpunkte

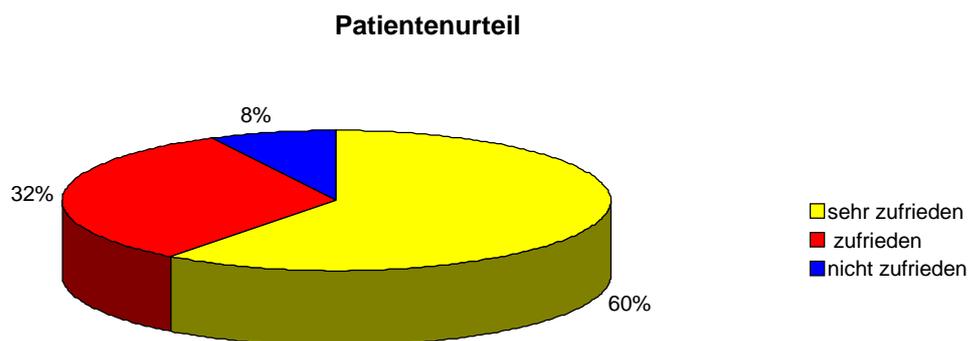
3.4.3. Zusammenfassendes Patientenurteil

Schließlich sollten die Patienten ein Urteil über ihre persönliche Zufriedenheit oder Unzufriedenheit im Zusammenhang mit dem

Operationsverfahren und dem klinisch funktionellen Operationsergebnis abgeben.

<i>Patientenurteil</i>	<i>Bewertung</i>	<i>Anzahl der Patienten (%)</i>
<i>1</i>	sehr zufrieden	32 (60 %)
<i>2</i>	zufrieden	17 (32 %)
<i>3</i>	nicht zufrieden	4 (8 %)
<i>Gesamt</i>		<i>53 (100 %)</i>

Tab. 3.10: Patientenurteil

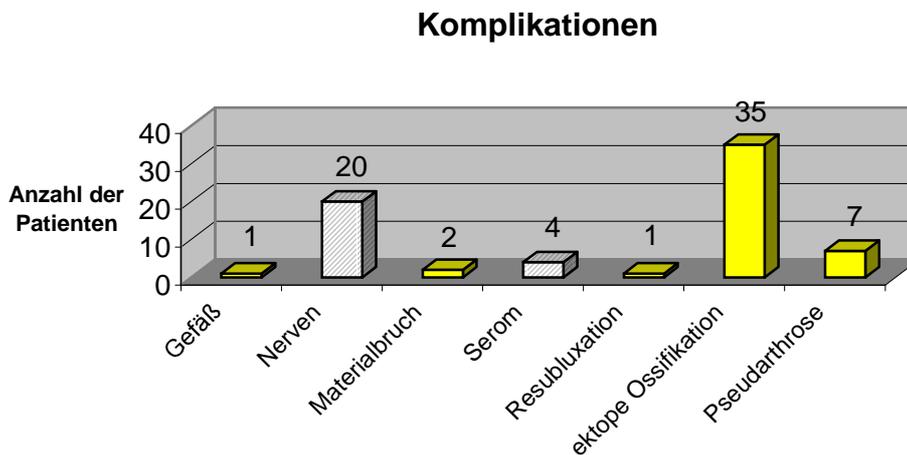


Graphik 3.20: Patientenurteil

32 Patienten (60 %) waren mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden und 17 Patienten (32 %) zufrieden. Diese Patienten würden sich aus heutiger Sicht noch einmal operieren lassen. Vier Patienten (8 %) waren nicht zufrieden.

3.5. Komplikationen

Als Komplikationen des operativen Eingriffes wurden am häufigsten die Ausbildung einer ektopen Ossifikation bei 35 Patienten und bei 20 Patienten eine Sensibilitätsstörung im Versorgungsgebiet des N. cut. fem. lat. gesehen. Die Entwicklung einer Pseudarthrose fiel siebenmal auf. Bei vier Patienten imponierte die Bildung einer Bursa am eingebrachten Metall. In Einzelfällen kam es zur Gefäßkomplikation, zum Materialbruch und zur Resubluxation der operierten Hüfte.



Graphik 3.21: Komplikationen

3.5.1. Gefäßkomplikationen

In einem Fall wurde intraoperativ die V. femoralis verletzt und sofort versorgt. Die Nachbehandlung der sich entwickelnden Thrombose der V. fem. superficialis, der V. fem. communis und der V. iliaca ext. erfolgte zunächst mit Heparin und Kompressionsbehandlung, später mit Coumarinderivaten. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte eine folgenlose Ausheilung der Gefäßkomplikation festgestellt werden.

3.5.2. Nervenkomplikationen

Die einseitige Läsion des N. pudendus mit den dazugehörigen Nn. labiales führten bei einer Patientin zur Hypästhesie sowohl der Labia major wie auch der Labia minor.

In zwei Fällen mußte trotz intraoperativer Darstellung und Schonung des N. cutaneus femoris lateralis eine Hyperästhesie im Versorgungsgebiet festgestellt werden. Noch häufiger war eine Hypästhesie, bei 17 Patienten, zu erkennen.

3.5.3. Materialbruch

Bei zwei Patienten ließ sich ein Bruch der eingebrachten Gewindestäbe feststellen. Anamnestisch konnten beide Patienten von einem Sturzereignis in der frühen postrehabilitativen Phase berichten. Da der Ossifikationsprozeß bereits weit genug fortgeschritten war, wurde eine Dislokation der Knochenfragmente nicht festgestellt. Die Patienten waren klinisch immer beschwerdefrei. Es wurden zum Zeitpunkt der operativen Materialentfernung die distalen Fragmente in Situ belassen.

3.5.4. Bursa

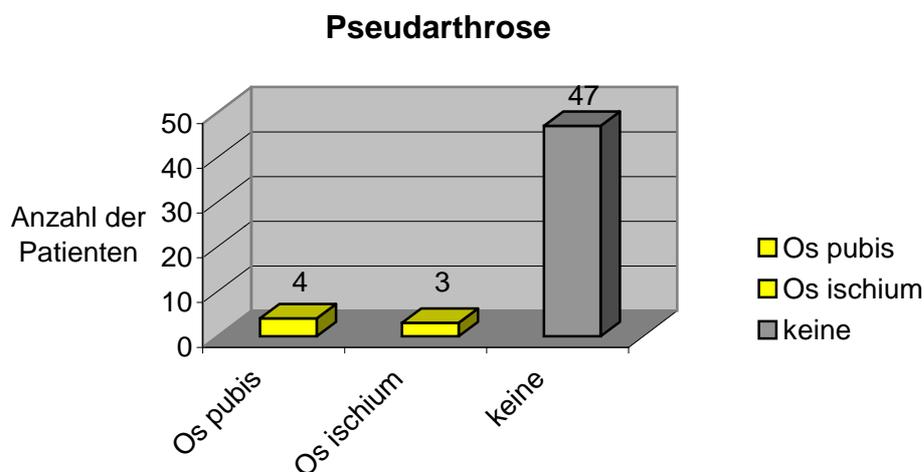
In vier Fällen wurde bei der Metallentfernung die Bildung einer oder mehrerer Bursae im Bereich der eingebrachten Gewindestäbe entdeckt, welche sodann exzidiert wurden. Eine klinische Symptomatik trat zu keinem Zeitpunkt in Erscheinung.

3.5.5. Ektope Ossifikation / Kalzifikation

Vorwiegend im pelvitrochanteren Bereich fand sich bei 27 Patienten eine geringgradige Kalzifikation, die keinerlei Beschwerden verursachte. Sieben Patienten zeigten im Bereich des M. glut. med. eine ektope Ossifikation (Grad I nach Brooker). Von diesen mußte bei einer Patientin eine verminderte Flexion bis 90° festgestellt werden. Drei weitere Patientinnen waren in der Flexion auf 95° limitiert. Diese Patienten zeigten keine weiteren Beschwerden, so daß eine Behandlung nicht notwendig war.

3.5.6. Pseudarthrose

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung fanden sich bei drei Patienten eine Pseudarthrose des Os pubis und in zwei weiteren Fällen eine Pseudarthrose des Os ischium. Eine Patientin wies sowohl eine Sitzbein- wie auch eine Schambeinpseudarthrose auf. Insgesamt beläuft sich die Zahl der Pseudarthrosen auf sieben, was einem Anteil von 13% an der Gesamtzahl der operierten Hüften entspricht.



Graphik 3.22: Pseudarthrosen

Stets ließ sich die Pseudarthrose durch Druckschmerz in der Untersuchung erkennen. Die passive Beweglichkeit war, im Vergleich zum präoperativen Befund, meistens eingeschränkt und endgradig schmerzhaft. Alle Patientinnen klagten über belastungsabhängigen Schmerz unterschiedlicher Ausprägung, der entweder in die Glutealregion und/oder in die Leisten- bzw. Genitalregion ausstrahlte.

Vier Patientinnen hielten eine operative Nachbehandlung für unnötig, da sie aufgrund der Pseudarthrose nur gelegentlich mäßigen Schmerz empfanden.

Die Patientin mit der kombinierten Sitzbein- Schambeinpseudarthrose erhielt 12 Monate nach der dreifachen Beckenosteotomie eine Pseudarthrosenresektion, Spongiosaplastik und Osteosynthese des Os ischii. Bei einer weiteren Patientin wurde neun Monate post operationem eine Spongiosaplastik und das Einbringen eines kortikospongiösen Spanes in das Os pubis durchgeführt. In drei Fällen kam es zusätzlich zur Pseudarthrose zur Ermüdungsfraktur im unteren Schambeinast (s.Abb. 4 u. 5).

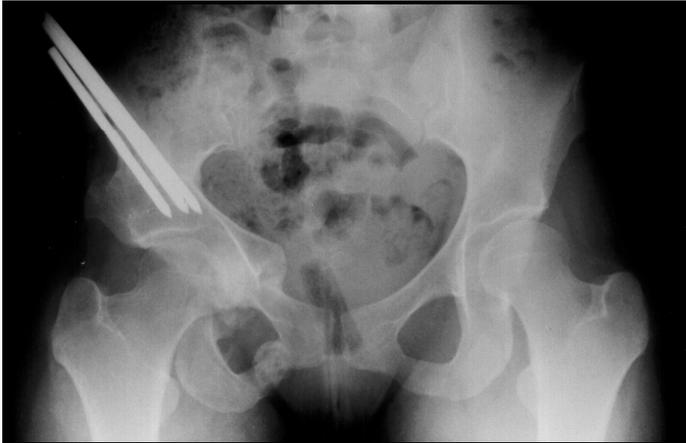


Abb. 4: BÜS 6 Monate nach dreifacher BO des rechten Hüftgelenkes, Pseudarthrose im Os pubis und Ermüdungsfraktur im Os pubis



Abb. 5: Vergrößerung derselben rechten Hüfte a. p.

Kasuistik: Resubluxation

Im Alter von elf Jahren erhielt die an der linken Hüfte mehrfach voroperierte Patientin eine dreifache Beckenosteotomie (s. Abb. 6). Der CE - Winkel betrug direkt nach der Operation 20° , der AC - Winkel 10° . Eine Zentralisierung des Caput femoris war nicht in ausreichendem Maß gelungen, das Hüftgelenk befand sich in der Inkongruenzstufe 3. Von einer weiteren Behandlung wurde jedoch abgesehen, da die klinischen funktionellen Ergebnisse sehr zufriedenstellend waren und von der Patientin, die subjektiv beschwerdefrei war, keine weitere Behandlung gewünscht wurde. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, acht Jahre post operationem, klagte die Patientin erneut über Schmerzen und funktionelle Beschwerden im Bereich der operierten Hüfte. In der radiologischen Untersuchung zeigte sich das Hüftgelenk in Subluxationsstellung, der CE - Winkel betrug 6° , der TF - Winkel 13° , der VCA - Winkel 0° (s. Abb. 7). Es wurde erneut eine dreifach Beckenosteotomie durchgeführt, die Patientin befindet sich in der Rekonvaleszenzphase (s. Abb. 8).



Abb 6: BÜS vor der dreifachen BO im Kindesalter, Subluxationsstellung des linken Hüftgelenkes



***Abb. 7: BÜS 8 Jahre nach der 1. dreifachen BO,
Subluxationsstellung des linken Hüftgelenkes***



***Abb. 8: BÜS direkt nach der 2. dreifachen BO
des linken Hüftgelenkes***

4. Diskussion

Die Hüftdysplasie im Jugend- und Erwachsenenalter stellt eine ernstzunehmende Erkrankung dar, die unbehandelt in 25 - 48% zur sekundären Hüftgelenksarthrose führt (60, 77). Mit einer Spontankorrektur ist in diesem Alter nicht mehr zu rechnen, da die im Kindesalter noch vorhandenen Remodellierungsmöglichkeiten, die von operativen Behandlungsmaßnahmen wie der Pembertonosteotomie oder Salterosteotomie erfolgreich genutzt werden, abgeschlossen sind (51, 53). Schon im frühen Alter kann die Hüftdysplasie zur Ausbildung einer sekundären Koxarthrose führen, wo die Behandlung mittels endoprothetischem Gelenkersatz häufig unbefriedigend ist (47).

Das Ziel einer operativen Behandlung im Jugend- und jungem Erwachsenenalter soll die Wiederherstellung eines schmerzfreien und funktionell guten Hüftgelenkes sein und das Fortschreiten einer Hüftgelenksarthrose verhindern.

In diesem Sinn stellt die Operationsmethode der Dreifachosteotomie mit gelenknaher Durchtrennung aller drei Beckenknochen nach Tönnis nach unseren Untersuchungsergebnissen die operative Behandlungsmöglichkeit der Wahl in dieser Altersgruppe dar.

Durch die drei pfannennahen Osteotomien gewährleistet die dreifache Beckenosteotomie nach Tönnis eine dreidimensionale Korrekturmöglichkeit, die ausgehend von der anatomischen Situation, individuell bestimmt werden kann. Das Korrekturpotential ist auch im Erwachsenenalter ausreichend und ermöglicht eine gute vordere und seitliche Femurüberdachung mit hyalinem Knorpel, u. a. durch die Schwenkung der häufig völlig intakten posterioren Knorpelschicht ins Zentrum der Belastungszone. Die drei operativen Zugänge (einer dorsal,

zwei ventral) erlauben einen übersichtlichen Blick in das Operationsfeld und einen gefahrlosen Zugriff zum knöchernen Becken. Auch in Langzeitstudien von 7,7 bis zehn Jahren weist die dreifache Beckenosteotomie keine signifikante Zunahme der Koxarthrose auf, so daß schon heute von einem Zeitgewinn, bzgl. des vorzeitigen Gelenkverschleißes für Dysplasiepatienten gesprochen werden kann (22, 57, 68). Jedes Jahr der Schmerzbefreiung oder Schmerzlinderung unter Erhaltung der Funktionalität ist für die Lebensqualität, v. a. junger Patienten ein absoluter Gewinn.

Das von uns nachuntersuchte Patientenkollektiv umfaßt 53 Hüftgelenke und ist damit, verglichen mit der Patientenzahl anderen Studien repräsentativ (22, 57, 67, 72).

Der Altersdurchschnitt von 24 Jahren zum Zeitpunkt der Operation und das Geschlechterverhältnis von 5,7:1, weiblich zu männlich, kann mit anderen in der Literatur beschriebenen Studien verglichen werden (13, 57, 67, 72).

Der Zeitraum des Nachuntersuchungsintervalls von durchschnittlich $2 \frac{9}{12}$ Jahren ist mit Studien von Tschauer ($1 \frac{6}{12}$ Jahre) und Kooijman et al. (4 Jahre) vergleichbar (34, 72). Tönnis, de Kleuver et al. und Guille et al. beschreiben Nachuntersuchungszeiträume von 7,7 bis 10 Jahren (13, 22, 67).

49 Patienten (92 %) unseres Kollektivs waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mit dem Operationsergebnis subjektiv sehr zufrieden (60%) oder zufrieden (32%) und würden wieder eine dreifache Beckenosteotomie durchführen lassen. Die dreifache Beckenosteotomie nach Tönnis wird insgesamt mit hoher Akzeptanz bewertet, was auch die guten Ergebnisse bereits durchgeführter Studien bestätigen (13, 22, 34, 57, 67, 72).

Die funktionelle Beurteilung der Hüftgelenke erfolgte präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mit dem Harris Hip Score (23). Von präoperativ 66 Punkten im Mittel besserte sich der Zustand der Hüftgelenke um 17,5 Punkte auf durchschnittlich 83,5 Punkte nach der Operation und zeigte damit eine signifikante Verbesserung ($p < 0,001$) des klinischen und funktionellen Zustandes.

Die besten funktionellen Ergebnisse wurden von Patienten erreicht, die präoperativ keine Arthrose zeigten (36 Patienten). Aber auch die Patienten mit initialer Koxarthrose (13 Patienten) konnten sich meistens im Harris Hip Score verbessern.

In den verschiedenen Altersgruppen (1 - 4) waren hervorragende funktionelle Ergebnisse gleichverteilt.

Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang der unterschiedliche präoperative Status der Hüftgelenke; in den Altersgruppen 1 (11 - 19 Jahre) und 2 (20 - 29 Jahre) befanden sich Patienten, deren Hüftdysplasie frühzeitig, anhand sonographischer Vorsorgemaßnahmen erkannt und behandelt worden war. Es handelte sich bei diesen häufig um Dysplasiedeformitäten, die trotz adäquater konservativer und/oder aufwendiger operativer Behandlung in eine Restdysplasie mündeten und sich somit als besonders therapieresistent zeigten. Die Patienten in der Altersgruppe 3 (30 - 40 Jahre) und 4 (40 - 43 Jahre) hingegen begaben sich aufgrund eines stetigen Hüftschmerzes in ärztliche Behandlung. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Diagnose Hüftdysplasie erstmalig gestellt. Eine Vorbehandlung hatte also zum größten Teil nicht stattgefunden.

Schlechte klinische und funktionelle Bewertungen wurden häufiger von der Altersgruppe III (30 - 39 Jahre) und besonders IV (40 - 45 Jahre) erzielt.

Patienten dieser Altersgruppe neigten vermehrt zur Entwicklung von Pseudarthrosen (fünf von sieben).

Sechs von acht (75%) männlichen Patienten erzielten ein hervorragendes Ergebnis, wohingegen nur 26 von 46 (56%) weiblichen Patienten eben dies Ergebnis erreichten. In der Literatur konnten keine Studien mit ähnlichen Beobachtungen gefunden werden. Möglicherweise liegen bei der männliche Beckenanatomie günstigere Bedingungen für eine Triple Osteotomie vor (s. Abb. 9 u. 10).



Abb. 9: BÜS eines männlichen Patienten mit Hüftdysplasie beidseits



Abb 10: BÜS des o.g. Patienten 29 Monate nach der dreifachen BO links und 22 Monate nach dreifacher BO rechts

Die guten funktionellen Ergebnisse nach der dreifachen Beckenosteotomie, gemessen am Harris Hip Score, werden von Huang et al. bestätigt, die in einer bzgl. Patientenzahl, -alter und Auswertungsschema vergleichbaren Studie eine Verbesserung der Funktion der Hüftgelenke von 13 Punkten im Mittel beschrieben (29).

Ein direkter Vergleich mit Studien von Tönnis, Schulitz und Tschauer ist in diesem Fall nicht möglich, da von obigen Autoren das Bewertungsschema nach Merle d'Aubigne verwendet wurde, welches sowohl in der Bewertung des Bewegungsausmaßes, als auch in der Bewertung der Funktion des Hüftgelenkes weitaus weniger differenziert, wie der von uns verwendete Harris Hip Score (23, 46, 57, 67, 72).

Die Verbesserung der Schmerzsituation wurde von den Patienten als bedeutendster, das Operationsergebnis beeinflussender Faktor gesehen.

Bei 79% der operierten Patienten konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine völlige Schmerzfreiheit bzw. nur milde Schmerzsymptomatik festgestellt werden.

Eine Schmerzverschlechterung wurde in der durchgeführten Studie bei acht Patienten (15 %) gesehen. In dieser Gruppe befanden sich drei Patientinnen mit einer symptomatischen Pseudarthrose und einer Ermüdungsfraktur, des weiteren vier Patientinnen, die präoperativ eine *völlige Inkongruenz* der Gelenkflächen (Grad 4 nach Tönnis) und eine *initiale Koxarthrose* bzw. *zweitgradige Arthrose* (nach Tönnis) aufwiesen und bereits präoperativ einen Dauer- und Ruheschmerz angaben (67).

Vier der Patienten unseres Kollektivs waren präoperativ völlig beschwerdefrei und wiesen die Maximalpunktzahl im Harris Hip Score auf. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren diese Patienten eher unzufrieden, da sich nach der Operation eine, in den meisten Fällen milde

Schmerzsymptomatik eingestellt hatte und eine funktionelle Verschlechterung eingetreten war.

Es handelt sich hierbei um die Beschreibung von Einzelfällen. Daher fällt eine Verallgemeinerung der den Schmerz beeinflussenden Größen schwer. Ein Zusammenhang zwischen der präoperativen Kongruenz des Gelenkes und der postoperativen Schmerzsituation scheint jedoch wahrscheinlich.

Überzufällig häufig wurden in unserer Studie schlechte Bewertungen für die Variable Schmerz gesehen, wenn präoperativ eine *pathologische* oder *völlige Inkongruenz (Grad 3 und 4 nach Tönnis)* der Hüftgelenke bestand, welche durch die Operation nicht beseitigt werden konnte und postoperativ noch als *pathologische Kongruenz, jedoch mit vollständiger Überdachung des Hüftkopfes (Grad 2 nach Tönnis)* imponierte. Nur *mäßig inkongruente Gelenke (Grad 2 nach Tönnis)* konnten durchaus sehr gute postoperative Bewertungen für den Parameter Schmerz erzielen .

Der Schmerz wurde als subjektiver Kritikpunkt zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mit 29% am häufigsten genannt. Nicht immer waren diese Schmerzangaben mit den uns zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden objektivierbar. Diese Ergebnisse stehen in diskrepantem Verhältnis zum subjektiven Patientenurteil, bei dem 92% mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden oder zufrieden waren.

Diese Studie bestätigt damit die guten Ergebnisse von Tönnis und Schultiz, die in 90% Schmerzfreiheit und Schmerzreduktion in leichten und mäßigen Schmerz erreichten (57, 67). Tschauner ermittelte eine Schmerzfreiheit von 76% (72). Die Bewertung des Schmerzes der genannten Studien erfolgte nach dem Schema von Merle d`Aubigne, welches in diesem Fall aufgrund einer vergleichbaren Definition der Schmerzkriterien und einer übertragbaren Bewertung der einzelnen Schmerzvariablen, direkt mit dem von uns verwendeten Harris Hip Score verglichen werden kann (23, 46).

In einer Langzeitstudie von 7,7 Jahren ermittelten Tönnis et al. eine Schmerzfreiheit bzw. nur milde Schmerzsymptomatik bei 86% der durch eine Triple Osteotomie behandelten Patienten.

Als Ursache einer postoperativ persistierenden Schmerzsymptomatik wurde von diesen eine bereits vor der Operation bestehende initiale bzw. fortgeschrittene Koxarthrose, wie auch eine Asphärizität und/oder Deformität des Femurkopfes gesehen. Auch eine unzureichende Korrektur des Azetabulums, v.a. im vorderen Bereich könne nach Aussage dieser Untersucher sogar zu einer Verschlimmerung der Schmerzsituation geführt haben (67).

Schulitz et al. ermittelten eine Schmerzfreiheit nach der dreifachen Beckenosteotomie von 93% bei Patienten mit leichter Hüft dysplasie und eine Schmerzfreiheit von 88% bei einer Vergleichsgruppe mit höhergradigen Dysplasiehüften (57).

Bei der Analyse der Muskelfunktion der Glutealmuskulatur durch das „Trendelenburg´sche Zeichen“, fiel in der Nachuntersuchung auf, daß in 45% der Fälle keine Veränderung, bei 17% eine Verbesserung und bei 38% eine Verschlechterung gesehen worden war. Trotz intensiver krankengymnastischer Übungsbehandlung von minimal sechs Monaten im Anschluß an die Operation, konnte folglich keine signifikante Veränderung ($p=0,012$), respektive Verbesserung der glutealmuskulären Funktion durch die dreifache Beckenosteotomie erreicht werden.

Eine minimale Tendenz zur Verbesserung konnte bei Patienten der Altersgruppe 1 (11 – 19 Jahre) nachgewiesen werden. 47 % der älteren Patienten (Altersgruppe 3) und 100% der Altersgruppe 4 zeigten jedoch eine funktionelle Verschlechterung der Mm. Glutei. So überrascht es nicht, daß immerhin 19% der Patienten in der Kategorie „Kritikpunkte“ die

weiterhin bestehende Muskelinsuffizienz und das persistierende Hinken beanstandeten.

Eine intensive krankengymnastische Beübung der operierten Hüfte, v.a. bei älteren Patienten, auch über einen längeren Zeitraum als sechs Monate erscheint deshalb als wichtige Maßnahme in der Nachbehandlungsphase.

Die Annahme, daß wir aufgrund des verhältnismäßig kurzen Nachuntersuchungsintervalls zu diesem Ergebnis kommen, widerlegen Tönnis und Guilles, die in Studien mit Nachuntersuchungsintervallen von 7,7 bis 10 Jahren keine Verbesserung des Trendelenburg'schen Zeichens erzielen konnten (22, 67).

In diesem Zusammenhang beobachteten Tönnis et al., daß eine Verschlechterung der glutealmuskulären Funktion häufig mit einem Schmerz im M. gluteus medius und seinen Ansätzen zusammenhing. Dieses Phänomen wurde von Patienten v.a. nach längerem Gehen und Stehen angegeben. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hatte sich bei den von Tönnis nachuntersuchten Patienten ein hinkendes Gangbild bei 16% verschlechtert, bei 29% verbessert und bei 54% war keine Veränderung gesehen worden. (67).

Guilles et al. beobachteten nach der dreifachen Beckenosteotomie ein positives Trendelenburg'sches Zeichen bei 60% und ein wiederaufgetretenes belastungsabhängiges Hinken bei 50% des Patientenkollektivs (22).

Keine Verbesserung der Funktion der Mm. Glutei sahen Tschauer et al. im Vergleich vom präoperativen zum postoperativen Zustand (72).

Auch mit anderen Operationsverfahren scheint die Verbesserung vorbestehender Glutealmuskelinsuffizienzen nicht zu gelingen. So berichten Faciszewski et al. in einer eigenen Studie über die dreifache Becken-

osteotomie nach Steel, das Auftreten eines Trendelenburg Hinkens bei 85% der Patienten in den ersten $2\frac{6}{12}$ Jahren nach der Operation (18, 59).

Bei der statistischen Auswertung der untersuchten radiologischen Variablen, konnte für alle Winkel (CE-, VCA- und TF - Winkel) eine signifikante Verbesserung berechnet werden.

Der CE – Winkel wies eine durchschnittliche Verbesserung von $10,6^\circ$ auf $32,2^\circ$ auf.

Die besten funktionellen Ergebnisse erreichten in unserem Kollektiv die Patienten mit einem postoperativen CE - Winkel von $30^\circ - 40^\circ$ (n=30). Die schlechtesten Ergebnisse wurden postoperativ im CE - Winkelbereich von $< 20^\circ$ (n=6) und $> 40^\circ$ (n=6) gesehen. Eine Zunahme der Arthrose in diesen Winkelbereichen wurde innerhalb des Nachuntersuchungsintervalls nicht festgestellt.

Tönnis et al. (1994) legen den optimalen Bereich für den CE - Winkel bei $30^\circ - 35^\circ$ fest. In Langzeitstudien konnte er Schmerzfreiheit oder nur milde Schmerzsymptomatik, v.a. in diesem Winkelbereich erkennen. Die Korrektur in diesen Winkelbereich durch die dreifache Beckenosteotomie erreichten Tönnis et al. bei zentriert stehenden Hüftköpfen mehrheitlich. Bei ausgeprägter Hüft dysplasie mit Sekundärpfanne oder hoher Dislokation konnte das Azetabulum durchschnittlich in den Winkelbereich $14,9^\circ - 15,3^\circ$ geschwenkt werden (67).

Der CE – Winkel konnte von Schulitz et al. bei primärer Hüft dysplasie sowohl bei geringgradigen, aber auch bei höhergradigen Dysplasien durchschnittlich auf $29^\circ - 30^\circ$ korrigiert werden. Verhältnismäßig schlechtere Winkelkorrekturen zeigten Patienten mit einer sekundären Hüft dysplasie, v.a. neurologischer Ätiologie, mit z. T. schlechter Ausgangssituation (57).

Wird das Hüftgelenk aus biomechanischer Sicht betrachtet, so stellen Hsin et al. fest, daß der Vergrößerung des CE - Winkels konsekutiv eine Abnahme des „relativen Stresses“ im Hüftgelenk folgt. Dadurch wird die Hüftbelastung durch eine Vergrößerung der gewichtstragenden Fläche vermindert (28).

Ein wesentliches Korrekturziel der dreifachen Beckenosteotomie ist die horizontale Einstellung der gewichtstragenden Zone. Dies kann mit Hilfe des Tragflächenwinkels bestimmt werden, welcher sich durch die Verdichtungszone der subchondralen Spongiosa des Pfannendaches, quantitativ darstellen läßt. Der Normalbereich für die Horizontalisierung, bzw. den TF – Winkel wird von Tönnis bei $0^\circ \pm 9^\circ$ angegeben (67).

Eine Normalisierung des TF - Winkels ($0^\circ \pm 9^\circ$) gelang bei dem nachuntersuchten Kollektiv in 70% und eine Korrektur in den nur mäßig pathologischen Bereich ($10^\circ - 15^\circ$) in 15% der Fälle. Bei 13% der Patienten gelang keine ausreichende Korrektur (TF – Winkel $>16^\circ$). Hierbei handelte es sich um stark inkongruente Hüftgelenke mit äußerst niedrigen präoperativen Ausgangswerten für den CE - Winkel und starker Steilstellung des Pfannendaches. Obwohl das Korrekturpotential der dreifach Beckenosteotomie in Bezug auf den lateralen Schwenkwinkel weitaus größer ist als bei den kapsulären Augmentationsplastiken, den einfachen und zweifachen Beckenosteotomien, so sind die Möglichkeiten auch dieser Operationsmethode limitiert. Eine zu kleine, verformte Pfanne kann lediglich geschwenkt, nicht aber vergrößert werden, so daß eine vollständige Horizontalisierung der Tragfläche nicht immer erreicht werden kann, was auch für die vordere Überdachung gilt. Dies ist problematisch, da ein zu wenig oder übermäßig weit geschwenktes Azetabulum wegen einer fehlerhaften Zuordnung zur gesamtresultierenden Körperkraft auf die

Druckübertragungsfläche immer noch eine präarthrotische Deformität darstellen kann (57).

Ergänzend zu o. g. Beobachtungen konnten Tschauner et al. feststellen, daß der CE – Winkel und der VCA – Winkel postoperativ bei der Mehrheit der Patienten im Normalbereich lag. Der TF – Winkel hingegen befand sich postoperativ häufiger im leicht pathologischen Bereich (10° - 15°). Überwiegend die höhergradigen Dysplasiehüften konnten in geringerem Ausmaß horizontalisiert werden. Eine Korrektur des TF – Winkels wurde bei sphärischen Hüftgelenken durchschnittlich von $25,4^{\circ}$ auf $3,1^{\circ}$ erreicht, bei deformierten Hüftgelenken von $30,6^{\circ}$ auf $15,48^{\circ}$ (72).

Ähnliche Beobachtungen sind von Tönnis et al. beschrieben. Diese stellten bei Hüftdysplasien ohne Subluxation eine Verbesserung des TF – Winkels von $19,8^{\circ}$ auf $4,5^{\circ}$ fest. Bei stark deformierten Hüften mit Sekundärpfanne wurde eine schlechtere Korrektur von 39° auf 22° gesehen (67).

Bei der Korrektur der vorderen Überdachung konnte eine Verbesserung des VCA - Winkels von $18,6^{\circ}$ auf $33,5^{\circ}$ im Mittel erreicht werden. Die besten klinischen und funktionellen Ergebnisse zeigten die Patienten mit Winkelgraden zwischen 30 und 40° .

Eine Überkorrektur wurde bei einem VCA - Winkel $> 40^{\circ}$ festgelegt. Diese Patienten hatten schlechtere Ergebnisse im klinischen und funktionellen Bereich.

Auffallend bei der vorderen Azetabulumkorrektur war die Tendenz zur Überkorrektur, die noch häufiger auftrat, als bei der lateralen Überdachung. Eine durchschnittliche Verbesserung des VCA – Winkels von $-0,3^{\circ}$ auf $27,8^{\circ}$ bei leichten Dysplasien und von $-12,6^{\circ}$ auf $16,2^{\circ}$ bei stark deformierten Hüftgelenken wurden von Tönnis et al. mitgeteilt. Der ermittelte Optimalbereich für den VCA - Winkel wird bei 30° - 35° für

Erwachsene angegeben. Hier wurden von diesen die besten funktionellen Ergebnisse gesehen. Bei Winkelgraden $> 40^\circ$ und $< 25^\circ$ beobachteten Tönnis et al. eine erneute Schmerzzunahme (67).

Eine Normalisierung der vorderen Überdachung durch die dreifache Beckenosteotomie wurde von Tschauner et al. sowohl bei sphärischen, wie auch bei deformierten Hüftdysplasien gleichermaßen erreicht (72).

Schulitz et al. beschrieben die Problematik, daß bei nach ventral überkorrigierten Hüften durch eine daraus entstehende mangelhafte hintere Überdachung eine Instabilität im Gelenk auftreten könne (57). In einer eigenen Studie stellten de Kleuver et al. bei Patienten mit verminderter hinterer Femurüberdachung eine Verschlechterung der Laufkapazität fest und eine Tendenz zu schlechten funktionellen Ergebnissen (13).

Die vorliegende Studie erlaubt lediglich eine Aussage über die laterale und die vordere Überdachung, da anhand der angefertigten a.p. Beckenübersichtsaufnahme im Stehen und der Faux Profil Aufnahme nur ein zweidimensionaler Einblick in das Hüftgelenk möglich ist. Auf eine noch genauere, dreidimensionale Beurteilung mittels CT, die auch einen Einblick in den hinteren Quadranten der Femurüberdachung zuließe, wurde aufgrund der zusätzliche Strahlenbelastung für den Patienten verzichtet.

Der Arthrosegrad wurde anhand der BÜS - Aufnahme durch die von Tönnis erstellte Klassifikation bestimmt (67). Dabei fiel im Vergleich vom prä- zum postoperativen Zustand bei keinem Patienten eine Zunahme der Arthrose auf. In einem Fall bildete sich eine vermehrte Sklerosierung der Hüftpfanne zurück, so daß keine Arthrosezeichen mehr feststellbar waren. Auch die Patienten mit längeren Nachuntersuchungsintervallen von $5^{0/12}$ Jahren bis $8^{2/12}$ Jahren wiesen keine zunehmende Arthrose auf.

Zu diesem Punkt sind in der Literatur lediglich drei Langzeitstudien zu finden. De Kleuver et al. beschrieben bei einem Nachuntersuchungsintervall von durchschnittlich 10 Jahren eine Verschlechterung der Arthrose um ein Grad bei 10 Patienten (21 %) (13). Tönnis et al. stellten eine Verschlechterung der Arthrose in nur 17,7% der Fälle, in einer Nachuntersuchungsperiode von 7,7 Jahren fest. Es zeigte sich in dieser Studie, daß mit zunehmendem Alter zum Zeitpunkt der Operation auch die Entwicklung bzw. Verschlechterung einer Arthrose signifikant zunahm (67). Guilles et al. beobachteten durchschnittlich 10 Jahre nach der Operation bei einem Patienten (9 %) eine Gelenkspaltverschmälerung, sonst aber keine Zunahme der Arthrose (22).

Hier liegt der besondere Vorteil der dreifach Beckenosteotomie in Bezug zu anderen Operationsverfahren. In Langzeitstudien der Chiari Osteotomie mußten eine kontinuierliche Zunahme von osteoarthrotischen Veränderungen immer wieder dokumentiert werden (10, 80). Calvert et al. erkannten in einer Langzeitstudie von 10 Jahren die Entwicklung von Arthrose in 60 % (10). Windhager et al. stellten in einer Studie mit durchschnittlichem Nachuntersuchungsintervall von 24,8 Jahren bei Hüftgelenken, die vor der Chiari Osteotomie keine Arthrose zeigten, in der Nachuntersuchung bei 90% der Patienten Arthrosezeichen fest. Nach durchschnittlich 15,4 Jahren wurden 8% der Patienten erneut operiert und weitere 8% erhielten eine Hüfttotalendoprothese (80).

Ein wesentliches Problem der dreifachen Beckenosteotomie nach Tönnis stellt die Entwicklung von Pseudarthrosen im Os pubis und Os ischium dar. In der durchgeführten Studie traten vier (6 %) Sitzbein-, drei (4 %) Schambein- und eine (2 %) kombinierte Sitz- und Schambeinpseudarthrose auf. Bei diesen Fällen handelte es sich um ältere (27 - 38 Jahre), im

Verhältnis eher sportlich aktive Patienten. Die symptomatischen Pseudarthrosen unserer Patienten wurden mit Spongiosaplastik und/oder Schraubenosteosynthese mit gutem Erfolg versorgt.

Bei verzögerter Knochenheilung nach Pseudarthrose kam es postoperativ in drei Fällen zur Ermüdungsfraktur, welche sich im Laufe des ersten Jahres nach der Operation entwickelt hatte. Diese traten vorwiegend bei sportlich bzw. beruflich körperlich aktiven Patientinnen auf. Mit Ausheilung bzw. operativer Behandlung der Pseudarthrose heilte die Ermüdungsfraktur ebenfalls aus.

In der Literatur finden sich für die Entwicklung von Pseudarthrosen nach der dreifachen Beckenosteotomie nach Tönnis Werte von 4,1% bis 10% (57, 67, 72). Schulitz et al. beschrieben Sitzbeinpseudarthrosen in 4% der Fälle und Schambeinpseudarthrosen in 6% (57).

Tönnis et al. führten die Entwicklung von Pseudarthrosen auf eine in den ersten Operationen praktizierte zu große Schwenkung des Azetabulums zurück. Zur Reduzierung der Pseudarthrosen im Sitzbeinbereich empfiehlt Tönnis eine möglichst lange und schräge Osteotomie, um eine ausreichende Kontaktfläche zu gewährleisten. Zur Vorbeugung einer Pseudarthrose im Os pubis wird eine Osteosynthese empfohlen (67).

Frick et al. beobachteten in einer 3D CT Studie einen Zusammenhang zwischen der Pseudarthroserate und einer übermäßigen Außenrotation ($>10^\circ$) des Azetabulums. Dies führte zur Verbreiterung der Osteotomiespalten im Sitz- und Schambein und prädisponierte dadurch zur Entwicklung von Pseudarthrosen (19).

Der Entstehungsmechanismus der Ermüdungsfrakturen ist nicht eindeutig geklärt. Es wird vermutet, daß zum einen die vorbestehende Abnormalität einer dysplastischen Fehlbildung, zum anderen die Beckenosteotomie zu einer übermäßigen Belastung der Beckenringstrukturen führt (41).

Die Komplikation der Pseudarthrose und Ermüdungsfraktur scheint der Preis für das gute Korrekturpotential aller dreifachen Beckenosteotomien zu sein. Auch Studien über Dreifachbeckenosteotomien mit anderer Operationstechnik mußten diese Komplikation beschreiben (20, 40, 59). Schultz et al. stellten die Entwicklung von Pseudarthrosen bei der dreifachen Beckenosteotomie nach Carlioz bei 22% der Fälle im Sitzbein und bei 10% aller Patienten im Schambein fest (57). Während bei der Methode nach Steel von Faciszewski 2% Pseudarthrosen auftraten, wurden von Trousdale et al. 4% Pseudarthrosen im Os pubis nach der dreifachen Beckenosteotomie nach Ganz gesehen (18, 69).

Bei acht Patienten war ein Kombinationseingriff indiziert, d.h. in einer zweiten Sitzung wurde durch ein zusätzliches Operationsverfahren die biomechanische Situation des Hüftgelenkes, nach bereits erfolgter Triple Osteotomie, entsprechend der Ausgangssituation optimiert. Dabei handelte es sich bei 5 Patienten um eine varisierende, derotierende intertrochantere Osteotomie, bei zwei Patientinnen um eine valgisierende, derotierende Osteotomie und zweimal wurde eine Trochanterdistalisierung mit Schenkelhalsverlängerung vorgenommen.

Diese Patienten wiesen alle präoperativ eine pathologische Kongruenz (Grad 2 oder 3) mit elliptisch verformtem und vergrößertem Caput femoris auf. Drei dieser Hüftgelenke zeigten eine radiologische Veränderung als sog. Kopf-in-Nacken-Lage, zwei einen verkürzten Schenkelhals, sowie einen überwiegend varischen Schenkelhalswinkel mit Trochanterhochstand.

Bei den zweimal durchgeführten Valgisationsosteotomien wurde die vorbestehende pathologisch kongruente Hüftgelenkssituation im Ganzen geschwenkt. Die ursprüngliche pathologische Kongruenz im Gelenk blieb

somit erhalten, die Druckübertragung aber in der horizontalisierten Tragfläche konnte so verbessert werden. Durch die Varisierungsosteotomie konnten die azetabulären Schwenkwinkel kleiner gehalten werden.

Diese Patienten erzielten trotz erweiterter operativer Therapie bei azetabulärer Dysplasie und femoralem Fehlbau gleich gute funktionelle und radiologische Ergebnisse wie das übrige Kollektiv. Im Verhältnis zum restlichen Kollektiv zeigten sich diese Patienten subjektiv sogar zufriedener.

Nur in den Untersuchungspunkten „Beinlängendifferenz“ und „Trendelenburg'sches Zeichen“ wurden schlechtere Ergebnisse erzielt. Während im Gesamtkollektiv eine postoperative Vergrößerung der Beinlängendifferenz bei 21% der Patienten gesehen wurde, zeigte sich diese in 38% bei den Patienten mit intertrochanterer Zusatzoperation. Eine Verschlechterung des Trendelenburg'schen Zeichens wurde bei diesen Patienten mit 63%, beim Gesamtkollektiv mit 38% gesehen. Entsprechend wurde der Kritikpunkt „Muskelinsuffizienz, persistierendes Hinken“ mit 38% von diesen Patienten häufiger genannt, als vom Gesamtkollektiv mit 19%.

Die dreifache Beckenosteotomie nach Tönnis ist nur Eine von Vielen operativen Behandlungsmethode der Hüft dysplasie. In der Literatur ist eine Vielzahl weiterer operativer Behandlungsmöglichkeiten, in Form von dreifachen Beckenosteotomien unterschiedlicher Technik, periazetabulären Osteotomien, wie auch Femurosteotomien beschrieben.

Die periazetabulären Osteotomien nach Ganz und Wagner weisen gute klinische, funktionelle und radiologische Ergebnisse auf (20, 47, 69, 78).

Diese zeichnen sich v. a. durch ihr großes Korrekturpotential aus (29, 47). Ein Nachteil der periazetabulären Osteotomie nach Ganz ist jedoch die von Millis et al. beschriebene Asphärizität der Osteotomieflächen, die bei großen Korrekturwinkeln auftreten (47). Die Fixierung des azetabulären Fragmentes mit drei Kortikalisschrauben erlaubt zwar bereits am dritten postoperativen Tag die Teilbelastung des Beines (*Mac Donald*), von Trousdale mußte jedoch die vorzeitige Entfernung des Metalls in neun Fällen (21 %) berichtet werden, da dieses Schmerzen verursacht hatte (40, 69). Die vermehrte Neigung der Patienten zur heterotopen Ossifikation ist bekannt (29). Über exzellente klinische und radiologische Ergebnisse berichtet Wagner (1992) im Rahmen einer eigenen Studie (76).

Die periazetabuläre Osteotomie nach Eppright erlaubt eine hervorragende laterale Überdachung, die Möglichkeit der vorderen Überdachung ist jedoch limitiert. Da die anteriore Instabilität als Kernproblem der Hüftdysplasie anzusehen ist, verliert dieses Operationsverfahren zunehmend an Bedeutung (17, 47).

Faciszewski et al. berichten über gute Ergebnisse der dreifachen Beckenosteotomie nach Steel (18, 59). Huang et al. sehen bei diesem Operationsverfahren aber das Problem, daß durch die Osteotomie des Ramus pub. inf. in der Nähe des Tuber ischii Schmerz beim Sitzen verursacht werden könnte (29).

Ein Nachteil der dreifachen Beckenosteotomie nach Hopf ist die von Trousdale beschriebene Beckenasymmetrie, die gehäuft bei großen Korrekturwinkeln beobachtet wurde (27, 69).

Viele Jahre lang wurde die rekonstruktive Chirurgie der Hüftdysplasie von femoralen Korrekturosteotomien dominiert Eine Femurosteotomie kann nur die Gewichtsbelastung des Femurkopfes beeinflussen, nicht aber die Tragfläche des Azetabulum (34). Millis et al. wenden die alleinige

Femurosteotomie bei acetabulärer Dysplasie nicht an (47). Schulitz sieht die Indikation der Femurosteotomie bei Hüft dysplasie nur in Kombination mit einer Beckenosteotomie (57).

Auf die schlechten Langzeitergebnisse der Chiari Osteotomie wurde bereits hingewiesen (10, 80). Diese Beckenosteotomie ermöglicht eine Vergrößerung der Pfanne, sie schafft aber keine Kongruenz und ist zudem auf eine Faserknorpelmetaplasie und auf eine Remodellierung des neugeformten Pfannendaches angewiesen (57).

Im Vergleich zu den genannten Beckenosteotomien erzielt die dreifache Beckenosteotomie nach Tönnis in den Bereichen Klinik, Funktion und Radiologie eine signifikante Verbesserung der Dysplasiehüfte ohne wesentliche Nachteile oder Komplikationen zu verursachen. Dieses Operationsverfahren wird deshalb weiterhin als Verfahren der Wahl in der Behandlung der primären Hüft dysplasie des Jugendlichen- und Erwachsenenalters eingesetzt und empfohlen.

5. Zusammenfassung

1.) Im Zeitraum von 1/1991 - 3/1999 wurden an der Orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus, Würzburg 53 Patienten mit der Diagnose primäre Hüftdysplasie durch eine dreifache Beckenosteotomie nach Tönnis operiert und nachbehandelt. 48 Patienten (90 %) und 53 Hüftgelenke konnten nachuntersucht werden.

2.) Das mittlere Nachuntersuchungsintervall betrug $2 \frac{9}{12}$ Jahre ($0 \frac{8}{12}$ Monate - 9 Jahre). Zum Zeitpunkt der Operation waren die Patienten durchschnittlich 24 Jahre alt.

3.) Subjektiv waren bei der Nachuntersuchung 60% sehr zufrieden und 32% zufrieden mit dem Operationsergebnis und würden sich nochmals operieren lassen.

4.) Die klinisch funktionelle Bewertung des Operationsergebnisses erfolgte mittels Harris Hip Score. Danach wiesen 59% der Patienten ein hervorragendes, 9% ein gutes und 13% ein befriedigendes Ergebnis auf. Es konnte eine signifikante Verbesserung des klinisch funktionellen Zustandes erreicht werden ($p < 0,001$).

5.) In 79% der Fälle gelang eine Schmerzreduktion zu völliger Schmerzfreiheit oder nur noch milder Schmerzsymptomatik. Eine signifikante Verbesserung der Schmerzsituation wurde erzielt ($p < 0,001$). Weiterhin persistierende Schmerzen hatten eine Patientin mit symptomatischer Pseudarthrose und vier Patienten mit präoperativer völliger Inkongruenz der Gelenkflächen und initialer Koxarthrose.

6.) Der CE - Winkel nach Wiberg konnte signifikant von $10,6^\circ$ auf $32,2^\circ$ im Mittel verbessert werden ($p < 0,001$). Der TF - Winkel nach Bombelli wurde ebenfalls signifikant von $20,8^\circ$ auf $3,8^\circ$ im Mittel verbessert ($p < 0,001$). Der VCA - Winkel nach Lequesne und de Seze erreichte

postoperativ durchschnittlich Werte von 33,6°. Hier konnte ebenfalls eine signifikante Verbesserung erzielt werden ($p=0,001$).

7.) Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde keine signifikante Verschlechterung des Arthrosegrades festgestellt ($p=0,317$). Eine Patientin verbesserte sich von Arthrosegrad 1 nach Tönnis in Arthrosegrad 0.

8.) Diverse Komplikationen wurden beobachtet: Bei einer Patientin führte eine Gefäßverletzung zur tiefen Beckenbeinvenenthrombose mit folgenloser Ausheilung. Nervenkomplikationen traten 20 mal auf. Dabei war einmal das Versorgungsgebiet des N. pudendus, respektive der Nn. Labiales und 19 mal das Versorgungsgebiet des N. cut. fem. lat. betroffen. Bei zwei Patienten fand sich nach stattgehabtem Trauma ein Metallbruch, vier Patienten entwickelten eine Bursitis im Bereich des Metalls. Drei Patientinnen entwickelten eine Pseudarthrose im Schambein, zwei Patientinnen im Sitzbein und eine Patientin entwickelte ein kombinierte Sitz und Schambeinpseudarthrose. Im Zusammenhang mit der Pseudarthrose erlitten drei Patientinnen eine Ermüdungsfraktur im Sitzbein. In 27 Fällen wurde im pelvitrochanteren Bereich Kalzifikationen gesehen. Bei sieben Patientinnen zeigte sich eine asymptomatische heterotopie Ossifikation Stadium I nach Brooker (8).

9.) Im Vergleich zu anderen Beckenosteotomien erzielt die dreifache Beckenosteotomie nach Tönnis in den Bereichen Klinik, Funktion und Radiologie eine signifikante Verbesserung der Dysplasiehüfte und wird deshalb, in Übereinstimmung mit der gegenwärtigen Literatur, weiterhin als Verfahren der Wahl in der Behandlung der Restdysplasie des Jugendlichen- und Erwachsenenalters empfohlen.

6. Literaturverzeichnis

1. Albee F.H.: The bone graft wedge. NY Med. J. 52, 1915, 433-435
2. Andren L., Borglin N. E.: A disorder of oestrogen metabolism as a causal factor of congenital dislocation of the hip. Acta Orthop. Scan. 30, 1960, 169
3. Bernbeck R.: Pathogenese und Heilungsvorgang der Luxationshüfte. Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 37. Kongr. 1949. Z. Orthop 79, 1950, 44-54 (Beilageheft)
4. Bisla R.S., Inglis A.E., Ranawat C.S.: Joint replacement surgery in patients under thirty. J. Bone Joint Surg. 58 A, Dec. 1976, 1098-1104
5. Bombelli R.: Osteoarthritis of the Hip. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1983, 67-88
6. Bombelli R.: Structure and function in normal and abnormal hips. How to rescue mechanically jeopardized hips. Springer, Budapest 1993
7. Brinckmann P., Frobin W., Hierholzer E.: Belastete Gelenkfläche und Beanspruchung des Hüftgelenkes. Z. Orthop. 118, 1980, 107-115
8. Brooker A. F., Bowerman J. W., Robinson R. A., Riley L. H.: Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. J. Bone Joint Surg. 55 A, Dec. 1973, 1629-1632
9. Browne D.: Congenital deformities of mechanical origin. Proc. T. Soc. Med. 29, 1936, 1409
10. Calvert P. T., August A. C., Albert J. S., Catterall A.: The Chiari pelvic osteotomy: A review of the long term results, J. Bone Joint Surg. 69 B, 1987, 551-555
11. Carter C. O., Wilkinson J. A.: Genetic and environmental factors in the etiology of congenital dislocation of the hip. Clin. Orthop 33, 1964, 119-128
12. Chiari K.: Beckenosteotomie zur Pfannendachplastik. Wien, Med. Wochenschr. 103, 1953, 707-713
13. De Kleuver M., Kooijman M.A.P., Pavlov P.W., Veth R.P.H.: Triple Osteotomy of the Pelvis for Acetabular Dysplasia. Results at 8 to 15 Years. J Bone Joint Surg. 79 B, March 1997, 225-229
14. De Kleuver M., Kapitein P., Kooijman M., Limbeek J., Pavlov P., Veth R.: Acetabular coverage of the femoral head after triple pelvic osteotomy. Acta Orthop. Scand. 70 (6), 1999, 583-588

-
15. Dega W.: Schwierigkeiten in der chirurgischen Reposition der veralteten kongenitalen Subluxation des Hüftgelenkes bei Kindern. Beitr. Orthop. Traumatol. 11, 1964, 642- 647
 16. Engelhardt P.: Die Bedeutung des Zentrumeckenwinkels zur Prognose der Dysplasiehüfte 50 Jahre nach Erstbeschreibung durch G. Wiberg. Orthopäde 17, 1988, 463-67
 17. Eppright R.H.: Dial osteotomy of the acetabulum in the treatment of dysplasia of the hip. J. Bone Joint Surg. 57 A, 1975, 1172
 18. Faciszewski, T., Coleman S. S., Biddulph G.: Triple Innominate Osteotomy for Acetabular Dysplasia. J. Pediatr. Orthop. 13, 1993, 426-430
 19. Frick S.L., Kim S.S., Wenger D.R.: Pre- and Postoperativ three- dimensional computed tomography analysis of triple innominate osteotomy for hip dysplasia. J. Pediatr. Orthop. 20 (1), Jan.-Feb. 2000, 116-23
 20. Ganz R., Klaue K., Vinh T.S., Mast J.W.: A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasia. Technique and preliminary results. Clin. Orthop. 232, 1988, 26-36
 21. Grill F., Müller D.: Die Diagnostik der Hüftgelenksdysplasie in Österreich-Eine Effizienzbetrachtung des Ultraschallscreenings der Neugeborenenhüfte. Dissertation med. Fakultät A. L. Universität Freiburg/Breisgau 1995
 22. Guille J., Edilson F., Jay Kumar S., Mac Ewen G.: Triple osteotomy of the innominate Bone in Treatment of developmental Dysplasia of the hip. J. Pediatr. Orthop. 12, 1992, 718-721
 23. Harris W. H.: Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures. An end result study using a new method of result evaluation. J. Bone Joint Surg. 51-A, 1969, 737-55
 24. Hisaw F. L., Zarrow M. X., Money W. L., Taluage R. V., Ambramowitz A.: Importance of the female reproductive tract in the formation of relaxin. Endocrinology 34, 1944, 122
 25. Hogh J., Macnicol M.F.: The Chiari Pelvic Osteotomy. J. Bone Joint Surg. 69 B, No. 3, 1987, 365-373

-
26. Hopf A.: Eine biologische Methode zur Pfannengestaltung bei der Hüftdysplasie der Jugendlichen und Erwachsenen. Verh. Dtsch. Ges. Orthop. Traumatol. 52. Kongr. 1966. Enke, Stuttgart, 420-423
 27. Hopf W., Matthiessen H.D.: Ergebnisse der Behandlung von dezentrierten Hüftgelenken. Eine Studie verschiedener Methoden. Orthop. Praxis 30, 1994, 89-92
 28. Hsin J., Saluja R., Eilert R.E., Wiedel J.D.: Evaluation of the Biomechanics of the Hip following a Triple Osteotomy of the Innominate Bone. J. Bone Joint Surg. 78 A, 1996, 855-962
 29. Huang S. C., Hwang Y. F., Liu H. C.: Triple innominate osteotomy and rotational acetabulat osteotomy in the treatment of congenital hip dysplasia. J. Formos. Med. Assoc. 96, 1997, 91-97
 30. Idelberger K.: Die Erbpathologie der sog. angeborenen Hüftverrenkung. Bruns Beitr. Klin. Chir., 1951 (Sonderband)
 31. Jones E.: The operative treatment of irreducible paralytic dislocation of the hip joint. Am. J. Orthop. Surg. 18, 1920, 183-195
 32. Klassen R.A., Parlasca R.J., Bianco A.J.: Total joint arthroplasty. Applications in children and adolescents. Mayo Clin. Proc. 54, 1979, 579-582
 33. Klinikleitfaden Orthopädie 3. Auflage
 34. Kooijman, M. A.P., Pavlov, P.W.: Triple Osteotomy of the Pelvis. A review of 51 Cases. Clin. Orthop. and Related Research, No. 255, June 1990
 35. Kotz R., David T., Uyka D.: Polygonale Pfannenschwenkosteotomie. Eine Möglichkeit im Behandlungsplan der Hüftdysplasie. Orthop. Praxis 25, 1989, 147-152
 36. Krämer K.L, Maichl F.P: Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie. Thieme, Stuttgart-New York 1993
 37. Le Coeur P.: Correction des défauts d'orientation de l'articulation coxo-femorale par ostéotomie de l'isthme iliaque. Rev.Chir. Orthop. 51, 1965, 211-212
 38. Lequesne M., de Sezes: Le faux profil du bassin. Nouvelle incidence radiographique pour l'étude de la hanche. Rev Rhum. Mal. Osteoartic. 28, 1961, 643-52
 39. Lordkipanidse E. F.: Genetische Untersuchung der angeborenen Hüftluxation (Zwillingsanalyse). Beitr. Orthop. Traumatol. 24, 1977, 13
-

-
40. Mac Donald S.J., Hersche O., Rodriguez J., Ganz R.: The Bernese periacetabular osteotomy for the treatment of adult hip dysplasia. *Chir. Organi. Mov.*, 1997, 143-154
 41. Major N.M., Helms C.A.: Pelvic stress injuries. *Skeletal. Radiol.*, 26 (12), Dec. 1997, 711-717
 42. Maronna U.: Restdysplasie: Operative Therapie versus Spontanheilung. In: Hoffstetter I., Jerosch, J. (Hrsg.): *Kontroverses in der Orthopädie. Münsteraner Frühjahrssymposium, Mai 1994.* Shaker, Aachen 1995
 43. Matthiessen H.-D.: Die „endogene“ Hüftdysplasie. In: Schilt, M. (Hrsg.): *Angeborene Hüftdysplasie und –luxation vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen.* Symposium Zürich 1993
 44. Matthiessen H.-D.: Forensische Probleme bei der Behandlung von Hüftdysplasien und –luxationen. *Z. Orthop.* 134, Heft 6, 1996, , 10-12
 45. Matthiessen H.-D.: Das Problem der „endogenen“ Dysplasie. In: Tschauner, C. (Hrsg.): *Die Hüfte.*, Enke Verlag, Stuttgart 1997, 47 ff
 46. Merle d`Aubigne R., Postel M.: Functional results of hip arthroplasty with acrylic prothesis. *J. Bone Joint Surg.* 36 A, 1954, 451-75
 47. Millis M.B., Hall J.E.: Transiliac lengthening of the lower extremity. A modified osteotomy for the treatment of postural imbalance. *J Bone Joint Surg.* 61 A, 1979, 1182
 48. Missiuna P.C., Dewar R.D.: Long term sequelae of hip fusion surgery. *Orthop. Trans.* 12 , 1988, 672
 49. Murphy S.B.et al.:The Prognosis in Untreated Dysplasia of the Hip. A Study of Radiographic factors that predict the Outcome. *J. Bone Joint Surg.*77 A, July 1995, 985-989
 50. Pitto K., Klaue K., Ganz R.: Labrumläsionen und acetabuläre Dysplasie bei Erwachsenen. *Z. Orthop.* 134, 1996, 452-456
 51. Pemberton P.A.: Pericapsular osteotomy of the ilium for treatment of congenital subluxation and dislocation of the hip. *J. Bone Joint Surg.* 47 A, 1965, 65-86
 52. Raab P., Löhr J., Krauspe R.: Remodellierung des Azetabulum nach experimenteller Hüftgelenksdislokation- eine tierexperimentelle Studie an Kaninchen. *Z. Orthop.* 136, 1998, 519-524
-

-
53. Salter, R.B.: Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip. *J. Bone Joint Surg.* 43 B, 1961, 518
 54. Schapira D., Militeanu D., Israel O., Scharf Y.: Insufficiency fractures of the pubic ramus. *Semin. Arthritis Rheum.* 25 (6) Jun., 1996, 373-82
 55. Scher M.A., Jakim I.: Combined Intertrochanteric and Chiari Pelvic Osteotomies for Hip Dysplasia: *J. Bone Joint Surg.* 73 B, 1991, 626-631
 56. Schlegel K.F.: Zitat aus einem Gutachten vom 15.12.1977 für die Gutachterkommission für ärztliche Behandlungsfehler der Ärztekammer Nordrhein
 57. Schulitz K.P., Roggenland G.: Die Dreifach-Osteotomie des Beckens bei dysplastischen Hüftpfannen im Kindes- und Erwachsenenalter. *Z.Orthop.* 129, 1991, 209-216
 58. Staheli L.T.: Surgical management of acetabular dysplasia. *Clin. Orthop.* 264, 1990, 111
 59. Steel H.H.: Triple Osteotomy of the innominate bone. *J. Bone Joint Surg.* 55 A, 1973, 343-350
 60. Stulberg S.D., Harris W.H.: Acetabular dysplasia and development of osteoarthritis of hip. In: *The hip. Proceedings of the second open scientific meeting of the Hip Society.* St. Louis: C.V. Mosb, 1974, 82-93
 61. Sutherland D.H., Greenfield R.: Double innominate osteotomy. *J. Bone Joint Surg.* 59 A, 1977, 1082-1091
 62. Tönnis D.: Elektromyographische und histologische Untersuchungen zur Frage der Entstehung der angeborenen Hüftluxation. *Z. Orthop.* 105, 1968, 527-552
 63. Tönnis D.: Eine neue Form der Hüftpfannenschwenkung durch dreifach Osteotomie zur Ermöglichung späterer Hüftprothesenversorgung. *Orthop. Praxis* 15, 1979, 1003-1005
 64. Tönnis D.: Entstehung der angeborenen Hüftluxation. In: *Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation des Kindes- und Erwachsenenalters.* Springer, Berlin, 1984, 61 ff
 65. Tönnis D.: Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation des Kindes- und Erwachsenenalters. Springer, Berlin, 1984, 104 –147, 171-177, 312-321
 66. Tönnis D., Kasperczyk W. J., Kalchschmidt K.: Hüftdysplasie im Jugendlichen- und Erwachsenenalter: dreifache Beckenosteotomie. *Orthop. Praxis* 4, 1988, 225-229
-

-
67. Tönnis D., Arning A., Bloch M., Heinecke A., Kalchschmidt K.: Triple Pelvic Osteotomy. *J. Pediatr. Orthop. Part B*, Vol. 3, No. 1, 1994, 54-67
 68. Torklus D.: Familiäre Hüftdysplasie bei Hüftluxation, eine biometrische Untersuchung. Thieme, Stuttgart, 1967
 69. Trousdale R., Ekkernkamp, Ganz R, Wallrichs S.: Periacetabular and intertrochanteric Osteotomy for the Treatment of Osteoarthritis in Dysplastic Hips. *J. Bone Joint Surg.*, 77 A, 1995, 73-85
 70. Tschauer C.: Neues Bewertungsschema für die standardisierte Nachuntersuchung von Hüftgelenkstotalendoprothesen. *Med. Orth. Tech.* 111, 1991, 93-95
 71. Tschauer C., Klapsch W., Kohlmaier W., Graf R.: Die dreifache Beckenosteotomie nach Tönnis im Rahmen der Spätdysplasie und frühen Sekundärarthrose des Hüftgelenkes. *Orthop. Praxis* 4, 1992, 255-263
 72. Tschauer C.: Neues optimiertes biomechanisches Konzept zur Wirkungsweise der operativen Reorientierung der dysplastischen Hüftpfanne unter besonderer Berücksichtigung der Dreifachbeckenosteotomie nach Tönnis. Habilitationsschrift, Humboldt-Universität Berlin 1995
 73. Tschauer C., Hofmann S.: Das dysplastische Hüftgelenk. In: Tschauer, C. (Hrsg.): *Die Hüfte.*, Enke Verlag, Stuttgart 1997, 96 ff
 74. Vogel K.: Zur Ätiologie und pathologischen Anatomie der Luxatio coxae congenita. *Z. Orthop. Chir.* 14, 1905, 132
 75. Wagner H.: Korrektur der Hüftgelenkdysplasie durch die sphärische Pfannendachplastik. In: Chapchal G. (Hrsg): *Beckenosteotomie-Pfannendachplastik.* Int. Symposium 1965. Thieme, Stuttgart, 68-69
 76. Wagner H.: The reconstructive osteotomy: perspectives on the concept after 30 years experience with acetabular osteotomy. Read at the Harvard course of osteotomy of the hip and knee, Boston, Massachusetts, May 6th, 1992
 77. Wiberg G.: Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint. *Acta Chir. Scand.* 83 (suppl 58), 1939, 1-135
 78. Windhager R., Pongracz N., Schönecker W., Kotz R.: Chiari Osteotomy for congenital dislocation and subluxation of the hip. *J. Bone Joint Surg.* 73 B, 1991, 890-895
-

-
79. Wynne-Davies R.: Acetabular dysplasia and family joint laxity: two etiological factors in congenital dislocation of the hip. *J. Bone Joint Surg.* 52 B, 1970, 704-716
80. Yano H., Sano S., Nagata Y.: Modified rotational acetabular osteotomy for advanced osteoarthritis of the hip joint in the middle-aged person. First Report. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 109, 1990, 121-125
81. Zippel H.: Ätiologische Probleme der angeborenen Luxationshüfte unter besonderer Berücksichtigung zytogenetischer Untersuchungsbefunde (1. und 2. Teil). *Beitr. Orthop. Traumatol.* 18, 1971, 485-503, 541-560.

8. Abkürzungen

Abb.	Abbildung
a. p.	anterior posterior
ant. sup.	anterior superior
BÜS	Beckenübersicht
BO	Beckenosteotomie
CE - Winkel	Centrum – Eckenwinkel
CCD – Winkel	Caput Collum Diaphysenwinkel
gr.	große
H. H. Score	Harris Hip Score
kl.	Kleine
Körperl.	körperliche
lat.	Lateral
LCE	lateraler Centrum Ecken Winkel
max.	maximal
M. glut. med.	Musculus gluteus medius
mögl.	möglich
n.	nach
N.	Nervus
NSAR	Nichtsteroidale Antirheumathika
NU	Nachuntersuchung
OP	Operation
öff.	öffentlich
pathol.	pathologisch
physiol.	physiologisch
post	postoperativ
prä	präoperativ

red.	reduziert
ROM	Range of Movement
Schwerpunktverlag.	Schwerpunktverlagerung
Tab.	Tabelle
TF - Winkel	Tragflächenwinkel
u.	und
v. a.	vor allem
VCA	vorderer Centrum Azetabulum Winkel
V. fem.	Vena femoralis
V.ext.	Vena externa
wesentl.	wesentlich