

**Ergebnisse der Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder
Technik mit allogenen autoklavierten Knochenkeilen in einem
postoperativen Zeitraum von acht bzw. neun Jahren**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Giessen**

**vorgelegt von
Roland Bonmann
aus Unna
2003**

**Ergebnisse der Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder
Technik mit allogenen autoklavierten Knochenkeilen in einem
postoperativen Zeitraum von acht bzw. neun Jahren**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Giessen**

**vorgelegt von
Roland Bonmann
aus Unna
2003**

**Aus der Orthopädischen Klinik der Klinikum Dortmund gGmbH
Akademisches Lehrkrankenhaus der Westfälischen Wilhelms-Universität
Münster**

Direktor: Prof. Dr. med. B.-D. Katthagen

1. Gutachter: Prof. Dr. med. B.-D. Katthagen

2. Gutachter: Prof. Dr. med. Stürz

Tag der Disputation: 12.07.2004

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| 1. Einleitung..... | 5 |
| 1.1. Geschichte der operativen Behandlung angeborener Hüftdysplasien | 5 |
| 1.2. Dortmundener Technik der Azetabuloplastik..... | 10 |
| 1.3. Der Knochenkeil | 16 |
| 1.4. Thema und Ziel der Arbeit..... | 21 |
| 2. Material und Methodik | 24 |
| 2.1. Patientenkollektiv | 24 |
| 2.2. Patientenfragebogen | 26 |
| 2.3. Methodik der klinischen Nachuntersuchung mit Anamneseerhebung | 28 |
| 2.4. Methodik der radiologischen Untersuchung | 30 |
| 3. Ergebnisse | 37 |
| 3.1. Der präoperative Zustand der Hüftgelenke..... | 38 |
| 3.2. Auswertung des Fragebogens..... | 43 |
| 3.3. Klinische Ergebnisse | 46 |
| 3.4. Radiologische Ergebnisse | 49 |
| 3.5. Normale Verläufe | 58 |
| 3.6. Komplikationen (Folgeoperationen und auffällige Befunde) | 68 |
| 4. Diskussion | 83 |
| 5. Zusammenfassung | 98 |
| 5.1 Summary | 100 |
| 6. Anhang..... | 102 |
| 6.1. Der Harris Hip Score | 102 |
| 7. Literatur | 110 |
| 8. Lebenslauf..... | 132 |
| 9. Danksagung | 133 |

1. Einleitung

1.1. Geschichte der operativen Behandlung angeborener Hüftdysplasien

Das Hüftgelenk übernimmt als Kraftaufnehmer bei jedem Schritt die Last des gesamten Oberkörpers. Um eine optimale Kraftübertragung zwischen den Beinen und dem übrigen Körper zu gewährleisten, ist eine stabile Abstützung des Hüftkopfes in der überdachenden Gelenkpfanne erforderlich. Durch eine ausreichende Überdachung wird so ein Abgleiten verhindert. Ist diese Überdachung zu steil oder zu kurz angelegt, also dysplastisch, neigt der Hüftkopf dazu, aus der Pfanne herauszurutschen. Dieses als Hüftluxation bezeichnete Stadium beschreibt einen dynamischen, fortschreitenden Prozess, wobei der Hüftkopf ohne festes Widerlager gegen die Darmbeinschaukel arbeitet und zunehmend in kraniale Richtung wandert. Das betroffene Bein wird kürzer. Patienten mit einer Hüftluxation haben ein hinkendes, watschelndes Gangbild [110,116,131]. Im Krankheitsverlauf wirkt sich diese Veränderung sekundär auf das gesamte Knochenskelett aus. Zu nennen sind Gelenkarthrosen oder skoliotische Veränderungen. Gerade für veraltete und nicht reponible Hüftluxationen wurden eine Vielzahl von Eingriffen zur Rekonstruktion des Pfannendaches entwickelt.

Die Hüftluxation war bereits bei den Ärzten des Altertums bekannt. Eine wirkliche Therapieform existierte damals nicht. Der französische Chirurg Pare (1510-1590) erkannte die Ursache der Hüftverrenkung in der flachen Pfanne, wobei er eine Heilung für ausgeschlossen hielt [45].

Mitte des 19. Jahrhunderts wurde von Pravaz (1838) erstmalig eine Methode beschrieben, durch die nach einer mehrmonatigen Extensionsbehandlung eine geschlossene Reposition erreicht wurde [131]. Gegen Ende des Jahrhunderts wurden dann die ersten blutigen Einrenkungen u.a. durch Poggi (1888) und Hoffa (1890) durchgeführt. Durch den Wiener Chirurgen A. Lorenz wurden klassische

Verfahren einer unblutigen Reposition optimiert und weiterentwickelt, ebenso trieb er die Entwicklung blutiger Repositionsmethoden weiter voran.

Titel wissenschaftlicher Veröffentlichungen handelten von der „Unblutigen Behandlung angeborener Hüftverrenkungen“. Die Ergebnisse der unblutigen Reposition waren jedoch wenig zufriedenstellend, da die Schwierigkeit bestand, die Reposition zu halten [45,53]. Dem großen Enthusiasmus der ersten Jahrzehnte seit der unblutigen Einrenkung der Hüftluxation folgte im Laufe der Zeit bei den Behandelnden eine gewisse Resignation, da nach anfänglich guter Stellung der eingerenkten Hüftgelenke nach und nach das Resultat verloren ging. Hohmann beschrieb die Hauptgefahr der eingerenkten Hüftgelenke in der Relaxation während der Verbandsperiode [131]. Als Erfolg einer unblutigen Einrenkung wurde von Fritz Lange, Schede und Gaugele die anatomische Heilung verlangt, bei der man auf dem Röntgenbild keinen Unterschied mehr zwischen eingerenktem und normalem Hüftgelenk sehen dürfe.

So beginnt die eigentliche Geschichte der operativen Behandlung der angeborenen Hüftdysplasie zu Ende des 19. Jahrhunderts [44]. Die ersten operativen Pfannendacheingriffe zur Behandlung der angeborenen Hüftdysplasie wurden durch den Berliner Chirurgen F. König (1891) eingeführt. Er versuchte, einen Periostknochenlappen der seitlichen Darmbeinkortikalis herabzubiegen, um den Hüftkopf in seiner Stellung abzustützen [131]. Eine Weiterentwicklung dieser pfannendachformenden Methode nahmen Albee und Jones vor. Sie veröffentlichten 1915 eine Methode, bei der sie nach Reposition des Hüftkopfes den oberen Hüftpfannenrand einmeißelten, ihn herunterhebelten und durch Tibiaspäne abstützten [127].

Spitzky (1924) wollte Fremdknochen am Pfannenerker anlagern und publizierte eine extraartikuläre Spanplastik [121]. Bei der Operation im Jahr 1921 fixierte er mit einem Tibiaspan, den er durch den Hüftkopf in den Pfannengrund schlug, die manuell reponierte Hüfte. Ein weiterer Tibiaspan am oberen Pfannenrand oberhalb

der unversehrten Kapsel sollte dem Hüftkopf ein mechanisches Widerlager geben und eine Luxation verhindern [121].

Lance (1925) griff dann erneut auf die Methode Königs zurück und empfahl, eine Abstützung des zur Seite heruntergeklappten Knochenlappens durch autologe Knochentransplantate zu sichern [79]. Die von Albee (1915), Jones (1920) und Lance (1925) angegebenen Azetabuloplastiken wurden im Laufe der Jahrzehnte von Wiberg (1953), Pemberton (1965) und Dega (1973) modifiziert [1,25,26,60,79,88,91,102,104,139,140]. Eine Weiterentwicklung erfolgte in der Orthopädischen Klinik am Oskar-Helene-Heim Berlin und insbesondere in der Orthopädischen Klinik der Städtischen Kliniken Dortmund durch Tönnis [132,133,134,135]. Diese führte zu der noch heute angewandten Technik.

Pembertons perikapsuläre Osteotomie verläuft bogenförmig etwa sechs Millimeter oberhalb des Kapselansatzes und endet im ischioiliakalen Schenkel des Knorpels der Y- Fuge. Das dysplastische Pfannendach wird um einen in der Y- Fuge gelegenen Drehpunkt nach ventral und lateral über den Hüftkopf geschwenkt. Dega führte auch eine halbkreisförmige Osteotomie durch bis an die Incisura ischiadica heran. Hier wird das Pfannendach vorwiegend nach lateral herabgebogen, wobei als Drehpunkt die intakte mediodorsale Kortikalisecke an der Incisura ischiadica angegeben wird [45]. Die bisher beschriebenen Operationstechniken gehen von demselben Gedankengang aus und sind jeweils als Veränderungen bzw. Weiterentwicklungen zu verstehen.

Ganz neue operative Techniken entwickeln Chiari (1956) und Salter (1961) [23,66,78,96,109,112]. Chiari beschreibt eine transversale Osteotomie des Beckenrings vom Pfannenerker von lateral unten nach medial oben. Nach der Durchtrennung der Beckenschaukel werden knöcherne, nicht knorpelige Anteile über den Hüftkopf nach lateral verlagert, wobei die Kapsel als Interpositium benutzt wird. Die Chiari-Osteotomie stellt einen Kompromiss dar, da die knorpeltragende Primärpfanne in ihrer Position nicht verbessert, sondern sogar steiler gestellt wird.

Die von Salter (1961) beschriebene einfache Beckenosteotomie gehört heute noch zu den gebräuchlichsten pfannendachkorrigierenden Eingriffen, die, im Gegensatz zur Chiari-Osteotomie, zur Pfannendachformung aus hyalinem Knorpel führt [58,112]. Die von ihm beschriebene Form der Beckenosteotomie nannte er „innominate Osteotomy“. Die Osteotomie verläuft von der Incisura ischiadica in Richtung Spina iliaca anterior inferior in einem Schnittwinkel von etwa 90° zur Darmbein Vertikalachse. Das distale Fragment wird nach vorn unten und lateral gekippt, wobei die Rotation in der Symphyse erfolgt. Es kommt zu einer Stabilisierung des Hüftkopfes sowie zu einer Verbesserung der Überdachung mit hyalinem Knorpel, wie bei den von Pemberton und Dega beschriebenen Techniken [124,137].

Den pfannendachverbessernden Maßnahmen stehen als weitere Therapiemöglichkeiten die operativen Veränderungen des proximalen Femurendes, die Varisierungsosteotomien, gegenüber [82]. Bernbeck (1949) beschreibt : „Eine intertrochantäre Schrägosteotomie - ohne Entnahme eines Knochenkeils - im Bereich des breiten koxalen Spongiosakapitells der Femursäule nahe der Kollumbasis, aber extraartikulär, zur Regulierung des abnormen Schenkelhalswinkels- oberhalb des Psoasansatzes und der Tuberositas glutea zur Beseitigung der funktionellen Außenrotationskontraktur (Anteversio) des Hüftgelenkes“ [7]. Es werden verschiedene Techniken publiziert [42,92,95,120]. Pauwels (1950) berichtet über eine Varisierungsosteotomie mit der Entnahme eines durchgehenden Keils mit medialer Basis [103].

Es wurde angenommen, dass es durch einen stärker in das Pfannenzentrum gerichteten Schenkelhals nach einer Umstellungsosteotomie zu einer Besserung der Pfannendysplasie komme [21,22]. Die Veränderungen des proximalen Femurendes gewähren bei alleiniger Anwendung jedoch nur einen guten Schutz vor Relaxation, der plastische Effekt auf das Pfannendach ist inkonstant und häufig unzureichend [6]. Außerdem wird durch das „Hereindrehen“ des Kopfes in die Pfanne nur die Fläche der Druckübertragung auf den Hüftkopf verändert, eine Verbreiterung der Fläche findet aber nicht statt [5,131]. So kam es zu einer

allgemeinen Zurückhaltung gegenüber den Eingriffen am coxalen Femurende. Eine isolierte Coxa valga bei ausreichendem Gelenkschluss mit CE-Winkeln größer als zehn Grad galt nicht mehr als Operationsindikation [77].

Später folgten verschiedene Arten von zwei- und dreifach Beckenosteotomien. Dreifach-Beckenschwenkosteotomien wurden in verschiedenen Modifikationen von LeCoeur (1965), Hopf (1960), Steel (1973), Sutherland und Greenfield sowie Tönnis (1978) beschrieben [9]. Das Konzept einer sphärischen Osteotomie entwickelte Wagner (1973) und Eppright (1975) beschrieb eine periacetabuläre Osteotomie zur Behandlung der Hüft dysplasie [9]. Zusammenfassend ist den unterschiedlichen Operationstechniken gemeinsam, dass ihr Einsatz eher bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen indiziert ist.

1.2. Dortmunder Technik der Azetabuloplastik

Bei der Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik handelt es sich um einen extraartikulären und perikapsulären Eingriff zur Verbesserung der Hüftkopfüberdachung bzw. zur Änderung des Neigungswinkels des Azetabulums [104]. Sie wurde im Laufe der Jahre durch viele Feinheiten weiterentwickelt. Häufig wurden Veränderungen der Meißeltechnik und der Drehpunkte beschrieben. Im Folgenden wird die derzeit, in der Orthopädischen Klinik des Klinikums Dortmund gGmbH (ehemals Städtische Kliniken Dortmund), angewandte Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik mit üblicher Nachbehandlung erläutert.

Der Zugang

Nach gründlicher Hautdesinfektion und steriler Abdeckung des auf dem Rücken gelagerten Patienten erfolgt der Hautschnitt in der Leistenfalte verlängert zum vorderen Beckenkamm und parallel zum Leistenband. Zunächst werden an der Innenseite des Beckenkammes die Bauchmuskeln auf einige Zentimeter abgelöst. Die oberflächliche Faszie über der Spina iliaca anterior superior wird durchtrennt, der Nervus cutaneus femoris lateralis aufgesucht und zur Schonung zurückgehalten. Beim Umschneiden der Spina wird ein Teil des Leistenbandes durchtrennt, der vorderste Anteil des Musculus glutaeus medius wird mit einer etwa zwei Millimeter breiten Knorpelansatzleiste vorne am Beckenkamm abgelöst. Die Länge der Knorpelansatzleiste variiert je nach Größe des Kindes bis zu vier Zentimetern. Mit dem scharfen, breiten Raspatorium wird der Musculus glutaeus medius subperiostal von der Beckenschaukel nach kranial abgeschoben. Der Muskel wird oberhalb des Hüftgelenkkapselansatzes und des breitflächigen zweiten Ursprungsteils des Musculus rectus femoris Richtung Foramen ischiadicum abgeschoben. Ein rundes Raspatorium wird bis in das Foramen ischiadicum vorgeschoben und damit die Muskulatur weiter zurückgedrängt. Wenn

möglich sollte mit dem Zeigefinger das Foramen ischiadicum getastet werden können. Damit beim Vortreiben des Meißels auch die ventrale Seite der Osteotomie getastet und kontrolliert werden kann, müssen auch die Bauchmuskeln und der Musculus iliacus von der inneren Beckenschaufel abgeschoben werden.

Die Osteotomie

Das Einmeißeln des Pfannendachs erfolgt mit einem flachen Lexermeißel unter Bildwandlerkontrolle, daher wird auf einem durchleuchtbaren Tisch operiert. Die Osteotomie bei kleinen Kindern erfolgt etwa fünf Millimeter oberhalb des seitlichen Pfannenrandes an der oberen Grenze der Gelenkkapsel und des seitlichen Ansatzes der Rektussehne. Bei älteren Kindern wird der Abstand teilweise vergrößert. Der Meißel wird von lateral unter Sicht im Bildwandler bis zum hintersten Punkt der Y-Fuge vorgetrieben. Unter ständiger Kontrolle des Zeigefingers wird zunächst die ventrale Kortikalis von lateral nach medial-kaudal durchtrennt. Auch die dorsale Kortikalis wird unter ständiger Kontrolle der Meißelkante durchtrennt. Die Osteotomie endet dicht vor und oberhalb der Y-Fuge.

Mit dem Bildwandler wird im hinteren Anteil der Osteotomie kontrolliert, dass der Meißel nicht in die Y-Fuge vorgetrieben wird. Eine kleine Knochenbrücke bleibt unmittelbar über dem hintersten Punkt der Y-Fuge an der Beckenlichtung am Foramen ischiadicum stehen. Die von Tönnis beschriebene „Knickachse“ liegt dann parallel zur dorsalen Y-Fuge an der Beckeninnenseite.

Das Pfannendach wird mit einem Lambotmeißel seitlich herabgebogen. Der Lambotmeißel wird in einer für das Pfannendach entsprechenden Breite benutzt, um den Druck über die gesamte Pfannendachfläche zu verteilen. Beim Herunterbiegen wird mit dem Bildwandler kontrolliert, dass ein Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner von fünf bis zehn Grad erreicht wird und der Hüftkopf am Pfannenboden gut anliegt.

Danach wird die Osteotomie in ihrer Tiefe ausgemessen und ein entsprechender Knochenkeil zugesägt. Als Platzhalter wird ein hitzesterilisierter, ausgetesteter, kryokonservierter Knochenkeil aus einem halben Hüftkopf der Knochenbank eingesetzt.

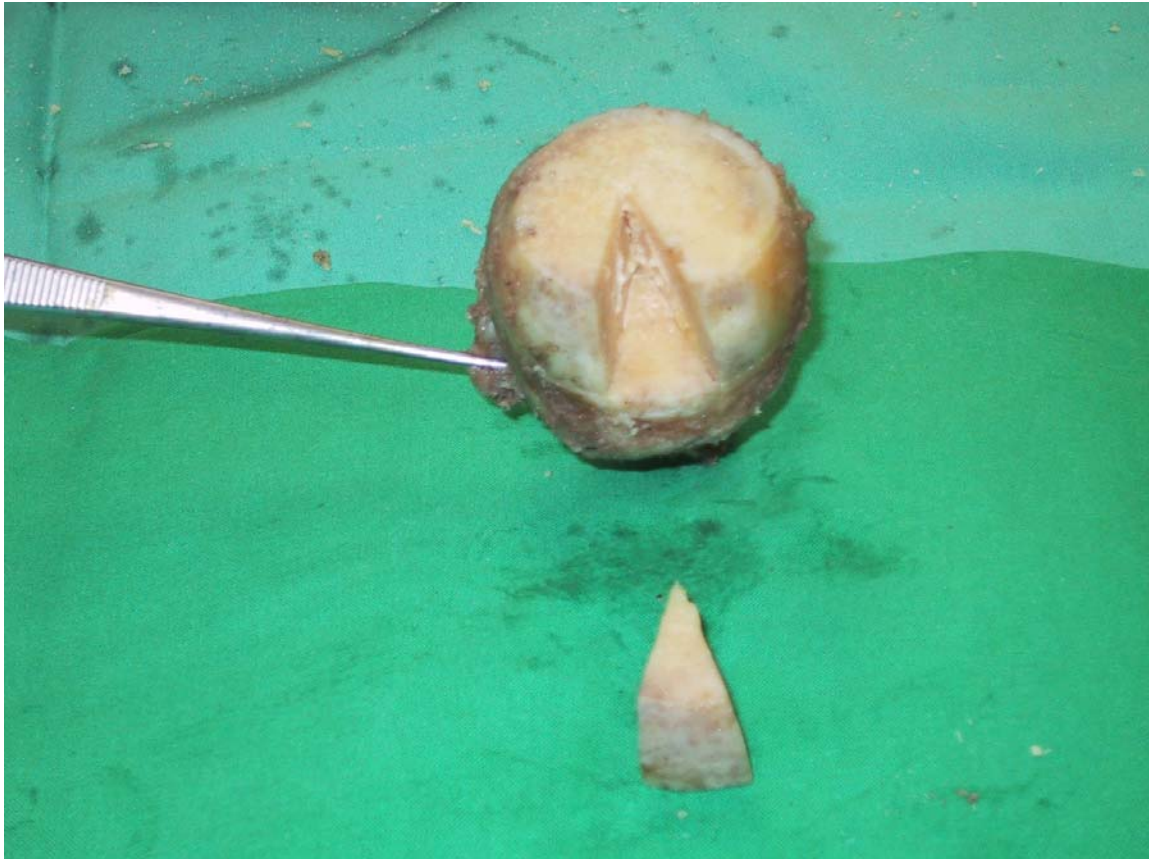


Abb. 1: Allogener autoklavierter Knochenkeil mit einem halben Hüftkopf

Beim Vortreiben des Keils über den Meißel wird darauf geachtet, dass der rechte Winkel seines Dreiecks nach distal-lateral zu liegen kommt. Die schräge Verlaufsebene des Keils, der von lateral eingetrieben wird, zeigt nach kranial. Es ist wichtig, dass die Kortikalis des Knochenkeils mit der Kortikalis des Beckenknochens abschließt und der Keil nicht in der Spongiosa versinkt. In dieser Stellung erfolgt die Fixation mit einem Kirschnerdraht, auf die bei völlig sicherer Einklemmung des Keiles verzichtet werden kann. Auf eine Fixation mit einem Kirschnerdraht wird bei heutigen Operationen in der letzten Zeit zunehmend

verzichtet. Die nachuntersuchten Kinder sind fast ausnahmslos mit einer Kirschnerdrahtfixation versorgt worden.

Es erfolgt eine erneute Durchleuchtungskontrolle zur Bestimmung der Keillage. Danach werden die Muskeln refixiert, eine Redondrainage unter die Muskulatur des Musculus gluteus medius eingelegt und die Wunde schichtweise verschlossen. Abschließend erfolgt ein steriler Wundverband.

Die Nachbehandlung

Im Anschluss an die Operation wird in Narkose noch im Op ein Beckenbeinfußgips angelegt. Es wird darauf geachtet, die Beine in ca. 20° Abduktion und ca. 30° Hüftbeugung einzugipsen, um eine zentrale Einstellung mit Druckentlastung des Hüftgelenkes zu erreichen.



Abb. 2: Kind mit Beckenbeinfußgips

Der Gips wird sechs Wochen postoperativ entfernt. Nach einer erneuten Röntgenkontrolle wird mit der Remobilisation begonnen, eine Entlastung wird für weitere vier Wochen mit dem Münsterpferdchen oder dem Schederädchen erreicht. Nach einer erneuten Röntgenkontrolle weitere vier Wochen später wird mit der Vollbelastung begonnen.



Abb. 3: Kind auf dem Münster-Pferdchen

Sind Kirschnerdrähte zur Fixation des Knochenkeils benutzt worden, so werden diese zehn Wochen postoperativ mit Beginn der Vollbelastung entfernt.

1.3. Der Knochenkeil

Bei Azetabuloplastiken, die mit einer Umstellungsosteotomie verbunden werden, ist es möglich, den entnommenen Knochenkeil als autogenes Transplantat zur Auffüllung des Knochendefektes zu benutzen. Allerdings sind diese Transplantate oft viel zu klein. Mit Zunahme der reinen Azetabuloplastik besteht das Problem, ein geeignetes Material als Platzhalter für die Osteotomie zu finden. Es besteht die Möglichkeit, mit xenogenem, autogenem oder allogenen Material zu arbeiten.

Xenogener Knochen

Die früher häufig benutzten Kieler Knochenspäne aus mazeriertem Rinderknochen stehen heute nicht mehr zur Verfügung. Sie mussten vom Markt genommen werden, da durch unvollständige Enteiweißung allergische Reaktionen auftraten. Katthagen konnte 1986 immunologische Abwehrreaktionen gegen die in den Transplantaten noch vorhandenen Resteiweißen nachweisen [62]. Zusätzlich bestehen erhöhte Herstellungskosten bei xenogenem Transplantationsmaterial im Vergleich zu allogenen Knochentransplantaten [84].

Autogener Knochen

Die autogene Knochentransplantation wird heute noch als goldener Standard angesehen. Sie ist den Alternativen zur Defektauffüllung am Skelettsystem weit überlegen. Es besteht kein Risiko der Übertragung von potentiellen Krankheitserregern und auch eine immunogene Abwehrreaktion ist nicht denkbar. Durch die Transplantation teilweise vitaler Osteoblasten kommt es zu einem schnelleren Einbau des Transplantates, so dass autogener Knochen durch die Übertragung lebender Osteoblasten die zuverlässigsten Transplantationsergebnisse erbringt [2,8]. Es bestehen jedoch Einschränkungen,

da nur begrenzte Mengen und Größen von Blocktransplantaten möglich sind. Durch den Zweiteingriff können postoperative Infektionen, Sensibilitätsstörungen, Schwächung der Knochenentnahmestelle und starke Schmerzempfindungen an der Entnahmestelle auftreten. Eine Transplantation größerer kortikospongiöser Blöcke ist nicht möglich, so dass autogene Knochen für die Rekonstruktion des Pfannendachs bei schwer wiegenden Defekten teilweise keine ausreichende Größe besitzen. Daher wird bei reinen Azetabuloplastiken in der modifizierten Dortmundener Technik in der Orthopädischen Klinik Dortmund auf allogene Knochen zurückgegriffen. Diese Technik wird auch bei gleichzeitig durchgeführten Umstellungsosteotomien angewandt.

Allogener Knochen

Bei der Transplantation von allogenen und kryokonserviertem Knochen zur Auffüllung ossärer Defekte besteht das Risiko der Übertragung von viralen und bakteriellen Infektionen.

Die bakterielle Kontamination unter sterilen Bedingungen entnommener allogener Knochen-Transplantate wird zwischen 1% bis 92% beschrieben, wobei sich diese extreme Spannweite am ehesten durch die verschiedenen Arten der mikrobiologischen Untersuchungstests erklären lässt [71]. Da es sich bei den bakteriellen Übertragungen zumeist um Bakterienspezies mit niedriger Pathogenität und um eine geringe Keimzahl handelt, führt eine Kontamination nicht zwangsläufig zu einer Infektion beim Empfänger [69,71]. Ein größeres Risiko geht von viralen Übertragungen aus. So veröffentlichte das Center for Disease Control (CDC) 1988 in den USA über den ersten Fall einer HIV-Infektion durch tiefkühlkonserviertes, allogenes Knochen-Transplantat [20]. Neben dem Immunschwächevirus bestehen die Risiken der Übertragung der beiden Hepatitisviren HBV und HCV. Auch andere Viren können übertragen werden, führen aber entweder nicht zu einer chronischen oder schwer wiegenden Infektion

oder die Immunität in der Bevölkerung ist so hoch, dass eine Infektion nicht übertragen werden kann [49].

Nach den ersten Berichten von Infektionsübertragungen führten die 1990 erstmalig veröffentlichten Richtlinien zum Führen einer Knochenbank durch die Bundesärztekammer zu einem wesentlichen Wandel der allogenen Knochentransplantation [8]. Durch einen HIV-Test beim Knochenspender mit einem Wiederholungstest nach drei Monaten sollte das Infektionsrisiko minimiert werden. Auch ein Wiederholungstest nach sechs Monaten kann keine vollständige Sicherheit hinsichtlich der Gefahr einer HIV-Übertragung erzielen. Aufgrund einer diagnostischen Lücke zwischen Infektion und serologischer Nachweisbarkeit, („window period“) die in Einzelfällen bis zu einem Jahr auftreten könne [75], besteht weiter die Gefahr einer HIV-Übertragung.

Es wurden viele Möglichkeiten der Sterilisation und Desinfektion der allogenen Knochentransplantate untersucht und klinisch erprobt, um das virale und bakterielle Infektionsrisiko auszuschalten. Wünschenswert ist ein Behandlungsverfahren, das eine Bakterien- und Virusinaktivierung der Knochenspenden gewährleistet, ohne eine Minderung der biomechanischen und biologischen Qualität zu erzeugen. Daher wurden chemische, radiologische und thermische Verfahren getestet.

Wegen toxischer und mutagener Nebenwirkungen sind viele chemische Agentien vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte nicht zugelassen, oder es wurden wegen teils ungeklärter bzw. nachgewiesener Toxizitätsproblemen lange Auswaschzeiten von bis zu 15 Tagen erforderlich [80]. Als weiteres Problem der chemischen Desinfektion besteht die mögliche Penetrationsfähigkeit der einzelnen Desinfektionsmittel. Aufwendige Vorbehandlungen durch mechanische, chemische Reinigung oder Entfettungen sind notwendig, um eine Penetration von mehreren Millimetern in den Knochen zu erlangen [70]. Daher konzentrieren sich die meisten Studien auf Bestrahlungen oder Wärmebehandlungen der Transplantate [136].

Durch eine Schädigung von genetischer DNA oder RNA kommt es bei der Bestrahlung von Bakterien und Viren zu einer inaktivierenden Wirkung, wobei eine Mindeststrahlendosis von 2,5 Megarad erforderlich ist [70]. Obwohl der Bestrahlung mit Entstehung freier Radikale eine potentielle mutagene Eigenschaft nachgesagt wird, findet sie in den USA mit zumeist 1,5 Megarad praktische Anwendung [3]. Experimentelle Arbeiten mit derartig behandelten Knochentransplantaten weisen auf eine Abnahme der biomechanischen Festigkeit hin [98]. Da derartig hohe Strahlendosen nur in einigen Industrieanlagen appliziert werden und an Kliniken in praktikabler Weise nicht erreicht werden können, bestehen logistische Probleme. Entsprechende Transporte müssten eine Kühlung von -80°C gewährleisten und würden weitere Kosten mit sich bringen.

Am weitesten verbreitet ist die thermische Behandlung zur Sterilisation des Knochenmaterials, wobei vorwiegend Proteine und Nukleinsäuren verändert werden [67,123]. Es wurden verschiedene Sterilisationsverfahren mit den jeweiligen Veränderungen auf die Struktur des Knochengewebes und des Einbauverhaltens getestet [49]. Bei den verschiedenen Desinfektionsvorgängen muss darauf geachtet werden, dass es zu einer Veränderung der biologischen Wertigkeit des Transplantates und zu einer Veränderung der Einheilungsdynamik kommen kann. Knaepler konnte 1991 in einer experimentellen Arbeit feststellen, dass es bei einer thermischen Behandlung der Transplantate von 100°C zu einer Reduktion der Stabilität auf zirka 60% kam. Bei Autoklavierung mit 134°C beschrieb er eine Abnahme der Festigkeit auf Werte zwischen 13-25% der Ausgangswerte und bei Behandlungen bei 60°C kam es zu keinem Stabilitätsverlust [67]. Demnach wären autoklavierte Transplantate durch den massiven Stabilitätsverlust von über 80% an biomechanischer Qualität annähernd wertlos.

Knaepler empfiehlt heute den klinischen Einsatz des Marburger Wärmedesinfektionssystems für allogene Hüftkopfpräparate [71]. Hier kommt es zum Erwärmen der Knochenmitte für einen Zeitraum von mindestens fünfzehn Minuten auf 82,5°C.

Sowohl bei der Autoklavierung (121°C für zwanzig Minuten oder 134°C für fünf Minuten) als auch bei der thermischen Behandlung bei 80°C kann von einer Desinfektion relevanter Bakterienstämme und einer Virusinaktivierung ausgegangen werden. Wissenschaftliche Ergebnisse bezüglich der Inaktivierung von HIV-Erregern bei thermischer Desinfektion sind durch Gürtler erbracht worden. Außerdem beschreibt er eine Inaktivierung der HCV und eine Verminderung von HBV-Erregern um mehr als 3 log 10 Stufen (99,9%) [49].

In den neuen Richtlinien zum Führen einer Knochenbank von 1996 ist bei nicht durchführbarem zweiten HIV-Test gefordert, Knochenexplantate vor ihrer Transplantation einem validierten Verfahren zur HIV-Inaktivierung (thermische Behandlung oder Bestrahlung) zu unterziehen [143].

1.4. Thema und Ziel der Arbeit

Die Hüftdysplasie als angeborene oder teilweise erworbene Wachstumsstörung im Bereich der Hüftgelenkspfanne wird in der Orthopädischen Klinik Dortmund im Kindesalter häufig mit einer Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik behandelt. Diese Operation ermöglicht eine frühzeitige Behandlung dysplastischer Hüftpfannen. Sie gehört - auch nach Einführung der sonographischen Frühuntersuchung der Säuglingshüfte zu den gesetzlichen Vorsorgeuntersuchungen und den damit verbundenen frühzeitigen konservativen Behandlungsmöglichkeiten [27,89] - heute noch zu den Standardoperationen der Klinik und wird in hoher Fallzahl (im Jahr 2000 und 2001, je ca. 60 Azetabuloplastiken) durchgeführt. Bei der Operation entsteht beim Herabbiegen des Pfannendachs ein Knochendefekt, der durch einen Platzhalter ausgefüllt werden muss, um die neue Stellung der Pfanne zu fixieren. Wird neben der Azetabuloplastik gleichzeitig eine Umstellungsosteotomie durchgeführt, so kann in manchen Fällen der Varisierungskeil zu diesem Zweck benutzt werden. Bei einer reinen Azetabuloplastik muss der entstandene Knochendefekt mit xenogenem, autogenem oder allogenen Knochenmaterial ausgefüllt werden.

Bis Ende 1990 wurden in der Orthopädischen Klinik Dortmund Knochenkeile xenogenen Ursprungs verwendet. Es wurden enteweißte Knochenspäne, sogenannte Kieler Knochenspäne, der Firma Braun, Melsungen, keilförmig zugesägt. Retrospektive Studien zeigten, dass gegen die in den Kieler Knochenspänen noch enthaltenen tierischen Eiweiße gehäuft immunologische Abwehrreaktionen entwickelt wurden [62,63]. Die Gründung einer allogenen Knochenbank im Jahr 1989 zeigte neue Möglichkeiten auf, die auch Einfluss auf die Operationstechnik der Pfannendachplastik hatte. Auf die bis dahin verwendeten xenogenen Knochenspäne konnte man zunehmend zugunsten allogenen, autoklavierten, kortikospongösen Knochenmaterials verzichten.

Den größten Anteil der allogenen Knochentransplantate in der Orthopädischen Klinik des Klinikums Dortmund stellen Hüftköpfe dar, die bei Patienten mit totalendoprothetischem Gelenkersatz gewonnen werden. Die Hüftköpfe werden während der Operation für die Konservierung präpariert. Sie werden halbiert und von Weichteilen befreit. Anschließend erfolgt eine offene Dampfsterilisation bei 121°C für 20 Minuten. Nach Abkühlung erfolgt die Langzeitlagerung durch Kryokonservierung bei -84°C.

In einer ersten Arbeit von Ekkernkamp und Katthagen (1997) konnten kurzfristige Ergebnisse der ersten Azetabuloplastiken mit allogenen, autoklavierten, kortikospongiösen Knochenkeilen vorgestellt werden [33]. In der selben Arbeit konnte durch kraftgeregelte Druckschwellenversuche festgestellt werden, dass keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Festigkeit zwischen nativen und autoklavierten Knochenkeilen bestand. Damals wurde die Steifigkeit, also der Druck pro Fläche in nichtzerstörenden Dauerversuchen, gemessen [33].

Nun folgt eine Nachuntersuchung aller Azetabuloplastiken der Operationsjahrgänge 1991 und 1992, die mit allogenen, autoklavierten, kortikospongiösen Knochenkeilen versorgt wurden. Es sollen mittelfristige Ergebnisse acht und neun Jahre nach der Operation vorgestellt werden.

In Studien von Heine und Felske-Adler [51] sowie Weber und Mitarbeiter [138], wurde über gravierende Veränderungen der Hüftpfannenentwicklung während der Pubertät bzw. acht Jahre nach pfannendachverbessernden Eingriffen berichtet. Weber et al stellen 1998 eindeutige Wachstumsstörungen des Pfannendachs in der letzten Entwicklungsphase des Hüftgelenkes mit Abnahme des CE-Winkels nach Wiberg fest [138]. In der Arbeit werden acht Jahre nach Azetabuloplastik nach Lance in modifizierter Form mit regelmäßig durchgeführter Derotations-Varisations-Osteotomie postoperativ 51% extrem pathologische und nur 33% normale CE-Winkel beobachtet [138]. Auch Heine et al berichten 1987 über ein Sistieren des Pfannenwachstums zum Zeitpunkt der Pubertät nach pfannenverbessernden Eingriffen mit Umstellungsosteotomien [52].

Ziel dieser Arbeit ist es deswegen, Ergebnisse der Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik zum Zeitpunkt der Pubertät bzw. acht und neun Jahre nach der Operation zu überprüfen. Gleichzeitig wird untersucht, ob durch die Verwendung von autoklavierten Knochenkeilen, denen eine starke Abnahme der Stabilität nachgesagt wird [68], die Ergebnisse negativ beeinflusst werden. Dabei sollen mögliche zusätzliche Einflussfaktoren (Begleitoperationen oder neuropädiatrische Nebenerkrankungen) auf das Operationsergebnis möglichst ausgeschlossen werden. Außerdem soll das Ein- und Umbauverhalten der Knochenimplantate beurteilt und ausgewertet werden.

2. Material und Methodik

2.1. Patientenkollektiv

Im Zweijahreszeitraum vom 01.01.1991 bis 31.12.1992 wurden in der Orthopädischen Klinik Dortmund bei 158 Kindern Azetabuloplastiken in der modifizierten Dortmunder Technik durchgeführt.

Bei 43 der 158 Kindern erfolgten Kombinationsoperationen. Bei sechzehn Patienten eine Azetabuloplastik mit intertrochantärer Umstellung, bei neunzehn Patienten eine Azetabuloplastik mit operativer Hüftgelenkeinstellung und bei acht Patienten eine Azetabuloplastik mit operativer Einstellung und intertrochantärer Umstellung.

Von den mit einer reinen Azetabuloplastik versorgten 115 Patienten wurden die Krankenblätter aus unserem Klinikarchiv herausgesucht. Bei der Durchsicht der Krankenblätter musste festgestellt werden, dass bei achtzehn Patienten eine infantile Cerebralparese bzw. spastische Nebenerkrankung vorlag. Auch diese Patienten wurden von der Nachuntersuchung ausgeschlossen, um die Ergebnisse der Azetabuloplastik nicht durch diese Grunderkrankungen zu beeinträchtigen.

Von drei Patienten konnte kein Krankenblatt im Archiv gefunden werden und bei drei Patienten wurden noch künstliche Knochenkeile benutzt.

In die Studie konnten demnach N=91 Patienten aufgenommen werden.

Die Eltern der mit einer reinen Azetabuloplastik versorgten Kinder wurden mit einem Fragebogen (siehe Anhang) angeschrieben und zusätzlich im zweiten Halbjahr 2000 zu einer klinischen und radiologischen Nachuntersuchung eingeladen.

Bei einem Teil der Patienten war es zu Wohnungswechseln gekommen. Hier wurden die Einwohnermeldeämter angeschrieben, um die neue Adresse ausfindig zu machen. Trotz intensiver Bemühungen war es bei zwei Patienten auch nach telefonischer Anfrage bei den damals behandelnden Ärzten nicht möglich, eine Anschrift zu erhalten. Drei Patienten waren in ihre Heimatländer, zweimal in die Türkei und einmal nach Russland, zurückgekehrt. Drei Patienten schickten zwar den korrekt ausgefüllten Fragebogen zurück, waren jedoch nicht bereit, aufgrund langer Anfahrtszeiten, sich einer klinischen Untersuchung zur Verfügung zu stellen.

Insgesamt kamen von den 91 angeschriebenen Patienten 83 zu der vereinbarten Nachuntersuchung, das sind 91,2% der im Zeitraum vom 01.01.1991 bis 31.12.1992 operierten reinen Azetabuloplastiken. Es fand sich eine Geschlechtsverteilung von 69 Mädchen und 14 Jungen. 42 Kinder wurden beidseitig und 41 einseitig operiert, so dass 125 operierte Hüftgelenke beurteilt werden können.

Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung erfolgte zunächst die Anamneseerhebung und anschließend die klinische Untersuchung. Der klinischen Nachuntersuchung folgte, das Einverständnis der Patienten und deren Eltern vorausgesetzt, eine radiologische Nachuntersuchung in Form einer Beckenübersichtsaufnahme. Lagen Röntgenaufnahmen vor, die nicht älter als ein Jahr waren, so wurde auf eine erneute Strahlenbelastung verzichtet.

Zur radiologischen Nachuntersuchung wurden ein präoperatives Bild, ein unmittelbar postoperatives Bild, wenn vorhanden, ein Bild bei Materialentfernung ca. zehn bis zwölf Wochen postoperativ und ein aktuelles Bild ausgewertet.

2.2. Patientenfragebogen

Der Patientenfragebogen (siehe Anhang) bestand aus siebzehn Fragen. Acht Fragen bezogen sich auf den Harris-Hip-Score, das international am weitesten verbreitete Nachuntersuchungsinstrument für die funktionelle Beurteilung des Hüftgelenkes.

Der Harris-Hip-Score besteht aus zehn Bewertungskriterien. Hierbei beziehen sich sieben Bewertungskriterien auf die Funktion des Hüftgelenkes im Alltag, zwei Bewertungskriterien auf die Bewegungsausmaße und ein Bewertungskriterium auf die vom Patienten empfundenen Schmerzen.

Bei diesem klinisch funktionellen Score sind maximal hundert Punkte möglich. Als sehr schwierig gestaltet sich die Errechnung der Punkte für die Bewegungsausmaße.

Kriteriengewichtung des Harris-Hip-Score:

Funktion des Hüftgelenkes

| | |
|----------------------------|-------------------------------|
| Hinken | 11 maximal erreichbare Punkte |
| Gehhilfe | 11 maximal erreichbare Punkte |
| Gehstrecke | 11 maximal erreichbare Punkte |
| Treppensteigen | 4 maximal erreichbare Punkte |
| Schuhe und Socken | 4 maximal erreichbare Punkte |
| Sitzen | 5 maximal erreichbare Punkte |
| Öffentliche Verkehrsmittel | 1 maximal erreichbarer Punkt |

Bewegungsausmaße

| | |
|------------------|------------------------------|
| Deformitäten | 4 maximal erreichbare Punkte |
| Bewegungsausmaße | 5 maximal erreichbare Punkte |

Schmerzempfindung

| | |
|-----------|-------------------------------|
| Schmerzen | 44 maximal erreichbare Punkte |
|-----------|-------------------------------|

Die genauen Bewertungskriterien mit den jeweiligen Punkteverteilungen finden sich im Anhang wieder.

Zu den Fragen aus dem Harris-Hip-Score kamen zwei Fragen, die sich auf Schmerzen bezogen. Zusätzlich wurden vier Fragen nach Einschränkungen im Alltag gestellt, wobei sich zwei auf die sportliche Betätigung bezogen. Weiter wurde nach zusätzlichen durchgeführten Operationen und konservativen Therapien gefragt. Außerdem wurde um eine persönliche, subjektive Beurteilung des Operationsergebnisses gebeten und gefragt ob der Entschluss zur Operation erneut gefällt würde.

2.3. Methodik der klinischen Nachuntersuchung mit Anamneseerhebung

Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung erfolgte zunächst die Anamneseerhebung. Hier wurden die bei Durchsicht der Krankenblätter festgestellten Angaben verglichen und teilweise vervollständigt. Der Zeitpunkt der Diagnosestellung mit den danach durchgeführten Therapien wurde festgehalten. Es wurden postoperative Beschwerden, Einschränkungen im Alltag und die sportlicher Aktivität erfragt.

Die anschließende klinische Untersuchung beinhaltete folgende Punkte:

- Beurteilung des Gangbildes und Erfassung von Hinken (Duchenne-Hinken)
- Überprüfung des Einbeinstandes und Erfassung des Zeichens nach Trendelenburg
- Überprüfung der Beinlänge und Messung einer eventuellen Beinlängendifferenz
- Bewegungsmaße des rechten und linken Hüftgelenkes nach der Neutral-Null-Methode (Flexion/ Extension, Abduktion/ Adduktion, Innenrotation/ Außenrotation in 90° Hüftbeugung und in Bauchlage)
- Beurteilung von Druckschmerzhaftigkeiten in der Leiste und am Trochanter major, zusätzlich Achsenstoß- und Stauchungsschmerzen
- Überprüfung der Hüftdysplasietests nach Kalchschmidt

Danach wurde mit den Patienten und ihren Eltern der Befund besprochen und das weitere Vorgehen erläutert.

Das Trendelenburg-Zeichen wurde in Grad 0-3 eingeteilt:

Grad 0: Kein Absinken des Beckens im Einbeinstand

Grad 1: Leichtes Schwanken beim Einbeinstand aber kein wesentliches Absinken

Grad 2: Mäßiges Absinken des Beckens beim Einbeinstand

Grad 3: Starkes Absinken des Beckens mit Schwerpunktverlagerung des Oberkörpers über das Standbein oder Unvermögen des Stehens auf dem einen Bein

Es wurden die drei Hüftdysplasietests nach Kalchschmidt überprüft. Beim ersten Test wird das Hüftgelenk, auf dem betroffenen Bein stehend, in maximale Außenrotation und eine zusätzliche Überstreckung geführt. Dies erreicht der Untersucher mit einer Rückneigung und gleichzeitiger Auswärtsdrehung (zur Gegenseite) des Oberkörpers durch Führung an den Schultern. Bei hüftdysplasiebedingten Beschwerden gibt der Patient Beschwerden in der Leiste an, die bei Aufhebung der Überstreckung und leichter Innenrotation verschwinden.

Beim zweiten Hüftdysplasietest nach Kalchschmidt liegt der Patient auf dem Bauch, wobei das Knie der zu untersuchenden Seite rechtwinklig gebeugt ist. Unter Druck auf das Gesäß wird das Bein mit langsam zunehmendem, federndem Druck außenrotiert. Bei hüftdysplasiebedingten Beschwerden gibt der Patient auch hier Schmerzen in der Leistenregion an.

Beim dritten Test liegt der Patient auf dem Rücken. Es wird durch den Untersucher mit dem Kleinfingerballen des gestreckten Armes ein langsam zunehmender Druck auf den Hüftkopf erzeugt. Auch hier werden Schmerzen unter dem Kleinfingerballen in der Leiste angegeben.

2.4 Methodik der radiologischen Untersuchung

Am Tag der Untersuchung wurde eine Beckenübersicht (a.p.) zur Beurteilung des seitlichen Pfannendachs angefertigt. Bei gestreckt liegenden Beinen wurden die Patellae exakt a.p. ausgerichtet [93].

Zur Beurteilung der Hüftdysplasie wurden am Bild des Nachuntersuchungstermins bzw. an mitgebrachten Bildern, die nicht älter als zwölf Monate waren, der Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp, der CE-Winkel nach Wiberg und der Instabilitätsindex nach Reimers bestimmt. Bei nicht verschlossener Y-Fuge wurde zusätzlich noch der AC-Pfannenöffnungswinkel nach Hilgenreiner ausgewertet. Es wurde darauf geachtet, ob der Knochenkeil noch ersichtlich war. Wenn möglich, wurde er in Höhe und Breite ausgemessen. Bei einer großen Anzahl der Patienten zeigte sich im Bereich der alten Osteotomie ein Knochensporn, der auch in Höhe und Breite vermessen wurde.

Die Winkel wurden nach folgenden Kriterien ausgemessen:

- Der Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp

Der Pfannenöffnungswinkel beurteilt die Neigung der gesamten Pfanne in der Frontalebene. Die Messung ist nicht streng anatomisch, da die Tränenfigur etwas medialer liegt als der Pfannenrand [131].

Er wird gemessen zwischen der Senkrechten zur Körperlängsachse und einer Verbindungslinie zwischen dem untersten Punkt der Köhler-Tränenfigur und dem am weitesten nach lateral liegenden Punkt des Pfannenerkers.

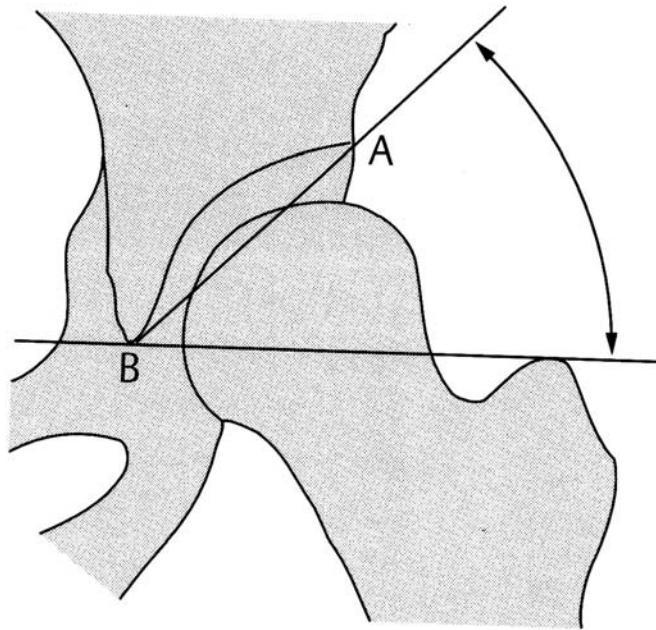


Abb. 4: Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp [45]

| Alter (Jahre) | Normalwert (Mittelwert) | Grad 1 (normal) | Grad 2 (leicht pathologisch) | Grad 3 (schwer pathologisch) | Grad 4 (extrem pathologisch) |
|------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1-11 | 46 | ≤ 49 | 50-52 | 53-55 | ≥ 56 |
| 11-13 | 44 | ≤ 47 | 48-51 | 52-54 | ≥ 55 |
| 13-14 | 42 | ≤ 45 | 46-49 | 50-52 | ≥ 53 |
| ab 14 | 40 | ≤ 43 | 44-46 | 47-49 | ≥ 50 |

Tabelle 1: Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp

- Der Zentrum-Ecken Winkel nach Wiberg (CE-Winkel)

Der Zentrum-Ecken-Winkel nach Wiberg beurteilt das Ausmaß der Überdachung des Hüftkopfes nach lateral. Er wurde 1939 durch Wiberg erstmalig beschrieben, Nachuntersuchungen von Engelhardt aus dem Jahr 1988 bestätigen die Aussagekraft des CE-Winkels und bezeichnen ihn als Prognosegröße ersten

Ranges auf dem Gebiet der Hüftorthopädie [34]. Zusätzlich ist er ein in der Praxis sehr gut und einfach zu bestimmender Wert.

Hier wird ein durch das Hüftkopfbereich fallendes Lot mit einer Tangente zwischen Hüftkopfmittelpunkt und Pfannenerker vermessen [110].

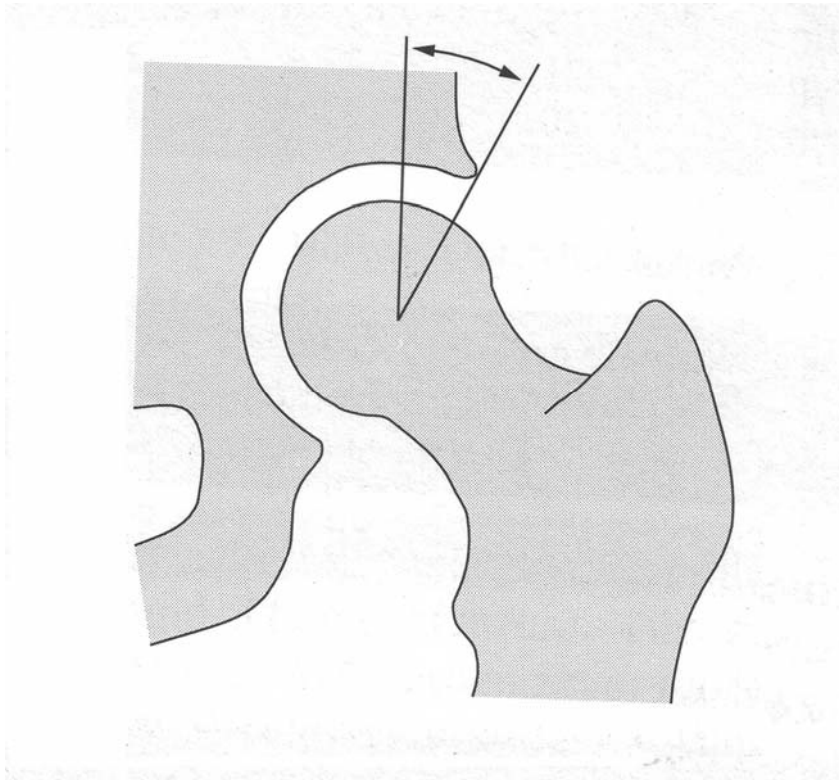


Abb. 5: Zentrum-Ecken Winkel nach Wiberg (CE-Winkel) [45]

| Alter (Jahre) | Normalwert (Mittelwert) | Grad 1 (normal) | Grad 2 (leicht pathologisch) | Grad 3 (schwer pathologisch) | Grad 4 (extrem pathologisch) |
|------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| >=0-<=8 | 25 | >=20 | >=15-<20 | >=0-<15 | <0 |
| >8-<=18 | 32 | >=25 | >=20-<25 | >=5-<20 | <5 |
| >18-50 | 35 | >=30 | >=20-<30 | >=5-<20 | <5 |

Tabelle 2: CE-Winkel nach Wiberg

- Der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (AC-Winkel) [54]

Es ist der wichtigste Winkel in der Diagnostik der Hüftgelenksdysplasie beim Kleinkind und Säugling [65], der ebenfalls ein Maß für die Überdachung des Hüftkopfes ist. Er wurde am Bild der Nachuntersuchung bei nicht verschlossener Y-Fuge mitbestimmt, war aber präoperativ das Hauptkriterium zur Operationsindikation.

Es wird der Winkel zwischen der Hilgenreiner-Linie und einer Verbindungslinie von der untersten, lateralen Ecke des Os ilium an der Y-Fuge und dem Pfannenerker ausgemessen.

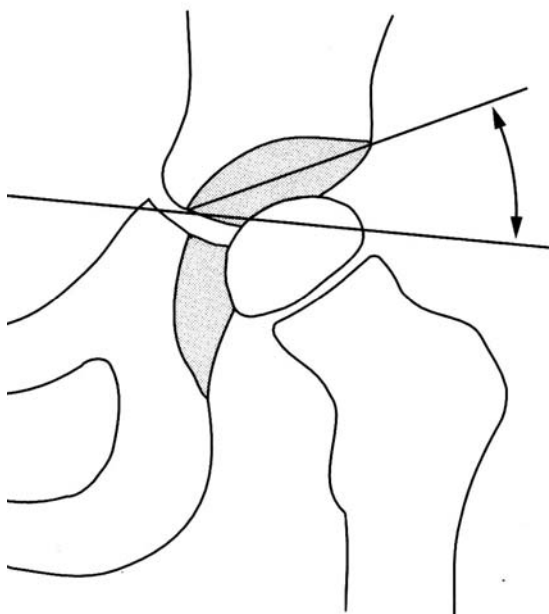


Abb. 6: Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (AC-Winkel) [45]

| Alter Jahre/ Monate | Mädchen | | | | Jungen | | | |
|---------------------------|---------|------|-------|------|--------|------|-------|------|
| | rechts | | links | | rechts | | links | |
| | S | 2s | S | 2s | s | 2s | s | 2s |
| 0/1 + 0/2 | 36 | 41,5 | 36 | 41,5 | 29 | 33 | 31 | 35 |
| 0/3 + 0/4 | 31,5 | 36,5 | 33 | 38,5 | 28 | 32,5 | 29 | 33,5 |
| 0/5 + 0/6 | 27,5 | 32 | 29,5 | 34 | 24,5 | 29 | 27 | 31,5 |

| Alter Jahre/ Monate | Mädchen | | | | Jungen | | | |
|---------------------------|---------|------|-------|------|--------|------|-------|------|
| | rechts | | links | | rechts | | links | |
| | S | 2s | S | 2s | s | 2s | s | 2s |
| 0/7 – 0/9 | 25,5 | 29,5 | 27 | 31,5 | 24,5 | 29 | 25,5 | 29,5 |
| 0/10 - 0/12 | 24,5 | 29 | 27 | 31,5 | 23,5 | 27 | 25 | 29 |
| 0/13 - 0/15 | 24,5 | 29 | 27 | 31,5 | 23 | 27,5 | 24 | 27,5 |
| 0/16 - 0/18 | 24,5 | 29 | 26 | 30,5 | 23 | 26,5 | 24 | 27,5 |
| 0/19 - 0/24 | 24 | 28 | 25,5 | 30,5 | 21,5 | 26,5 | 23 | 27 |
| 2/0 – 3/0 | 22 | 25,5 | 23,5 | 27 | 21 | 25 | 22,5 | 27 |
| 3/0 – 5/0 | 18 | 22,5 | 21 | 25,5 | 19 | 23,5 | 20 | 24 |
| 5/0 – 7/0 | 18 | 23 | 20 | 23,5 | 17 | 21 | 19 | 23 |

Tabelle 3: Grenzwerte Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (AC-Winkel) [126]

Zusätzlich wird der Instabilitätsindex nach Reimers bestimmt, der Aussage über die Tiefeneinstellung des Hüftkopfes macht.

Es wird ein Quotient aus dem Abstand von der seitlichen Hüftkopfbegrenzung zur Ombredanne-Perkins-Linie (Strecke a) und dem horizontalen Durchmesser des Hüftkopfes (Strecke b) bestimmt. Der Quotient a/b wird mit 100 multipliziert, so dass eine prozentuale Beurteilung der Tiefeneinstellung des Hüftkopfes gemacht werden kann. So lässt sich der nicht überdachte Anteil des Hüftkopfes in Prozent ablesen [73,108].

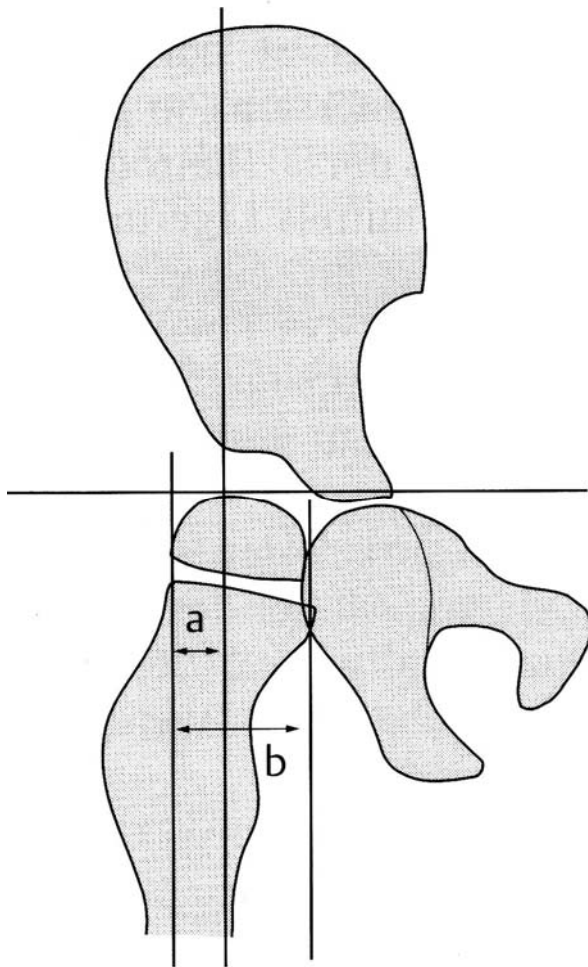


Abb. 7: Instabilitätsindex nach Reimers [45]

Bewertung:

- Normal: bis 4 Jahren 0%
- 4-16 Jahren <10%
- Subluxation: 33-99%
- Luxation: 100%

Neben der Beckenübersichtsaufnahme vom Tag der Nachuntersuchung wurden weitere Röntgenbilder ausgewertet, so dass der AC-Winkel, der CE-Winkel und der Reimers Index auch präoperativ bestimmt wurden. Bei dem präoperativen Bild handelt es sich in der Regel um die Aufnahme, die der Operationsplanung diene.

Am unmittelbar postoperativ gefertigten Kontrollbild wurden AC-Winkel, CE-Winkel, Reimers Index sowie Höhe und Tiefe des interponierten Knochenkeils ausgemessen. Dem Bild unmittelbar vor Materialentfernung wurden erneut AC-Winkel, CE-Winkel sowie Höhe und Tiefe des Knochenkeils entnommen.

3. Ergebnisse

Wie beschrieben wurden im Zeitraum von 01.01.1991 bis 31.12.1992 in der Orthopädischen Klinik des Klinikums Dortmund bei 158 Patienten Hüftoperationen im Sinne einer Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik durchgeführt. Ausschlusskriterien waren gleichzeitig durchgeführte intertrochantäre Umstellungsosteotomien und/oder operative Einstellungen. Zusätzlich wurden Patienten mit infantiler Cerebralparese bzw. spastischen Nebenerkrankungen von der Nachuntersuchung ausgeschlossen.

Es wurden 125 operierte Hüftgelenke bei 83 Patienten (91,2% des möglichen Gesamtkollektives) nachuntersucht. 42-mal wurde beidseitig und 41-mal einseitig operiert. Von den einseitigen Eingriffen wurden 25 Patienten links und 16 Patienten rechts mit einer Azetabuloplastik versorgt. Die 125 Eingriffe verteilen sich auf 108 Hüftgelenke bei Mädchen und 17 Hüftgelenke bei Jungen. Dies ergibt ein Geschlechtsverhältnis männlich : weiblich von 1 : 6,35 bezogen auf die Hüftgelenke. Von den 83 Patienten waren 69 weiblich und 14 männlich, so dass sich auf die Personen bezogen ein Verhältnis von männlich : weiblich 1 zu 4,93 ergab.

Das durchschnittliche Operationsalter betrug 3,1 Jahre (zwischen vierzehn Monaten und neun Jahren und zehn Monaten). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die Patienten im Schnitt 12,0 Jahre alt.

Der präoperative Zustand wurde bei allen Patienten anhand der präoperativen Röntgenbilder und der Auswertung der Krankenakten beurteilt. Die Auswertungen wurden am Tag der Nachuntersuchung überprüft. Im Folgenden werden die so gewonnenen Ausgangsbefunde des präoperativen Zustandes der Hüftgelenke wiedergegeben.

3.1. Der präoperative Zustand der Hüftgelenke

Von den 83 Kindern waren 70 (84,3%) konservativ vorbehandelt worden. Aufgrund der Spezialisierung der Klinik kam es zu Zuweisungen aus ganz Nordrhein-Westfalen und auch über die Grenzen hinaus. Von den 70 konservativ vorbehandelten Patienten (105 Hüftgelenke) waren 20 Patienten ausschließlich durch andere Kliniken oder niedergelassene Kollegen/-innen vorbehandelt worden. Bei 27 Patienten war es zunächst zu einer auswärtigen konservativen Therapie mit anschließender Weiterbehandlung durch die Orthopädische Klinik des Klinikums Dortmund gekommen und 23 Patienten wurden nur hier vorbehandelt. Aufgrund verspäteter Diagnostik wurden dreizehn Patienten ohne eine Vorbehandlung operiert.

Ein Großteil der konservativen Vorbehandlungen erfolgte mit Spreizhosen oder mit vorgefertigten Schienen, wobei durch die große Vielfalt der einweisenden Kliniken und niedergelassenen Kollegen/-innen hier sehr unterschiedliche Behandlungsregime durchgeführt worden sind. Von den 70 Patienten, die mit einer Spreizhose oder Schiene vorbehandelt wurden, kam es bei sechzehn Patienten zu einer Fortführung der konservativen Therapie mit einem Fettweis-Hockgips, um ein Nachreifen der Hüftpfanne zu erreichen. Hierbei werden die Beine, und somit auch die Hüftgelenke, in eine Beugung von ca. 110 bis 120 Grad und eine Hüftgelenksabspreizung von ca. 45 bis 50 Grad gebracht, um für die Hüftpfanne einen optimalen Anreiz zur Nachreifung zu erlangen.

Bei Luxationen wurde für dreiundzwanzig der nachuntersuchten Kinder eine Extensionsbehandlung notwendig. Durch einen kontinuierlichen und geringen körperrgewichtsadaptierten Zug wurde während eines stationären Aufenthaltes versucht, den Hüftkopf vorsichtig in die Hüftgelenkspfanne einzustellen [94]. Eine Weiterbehandlung erfolgte häufig mit einem Sitz-Hockgips nach Fettweis, um die Reposition des Hüftkopfes in der Pfanne zu sichern. In acht Fällen kam es später zu einer beidseitigen und in fünfzehn Fällen zu einer einseitigen Operation.

| Konservative Behandlungsmethode | Anzahl der behandelten Kinder |
|--|-------------------------------|
| Keine | 13 Kinder (15,7%) |
| Spreizhose/ Schiene | 29 Kinder (34,9%) |
| Spreizhose/ Schiene +Gips | 16 Kinder (19,3%) |
| Spreizhose/ Schiene + Extension + Gips | 23 Kinder (27,7%) |
| Gips | 2 Kinder (2,4%) |

Tabelle 4: Art der konservativen Vorbehandlung

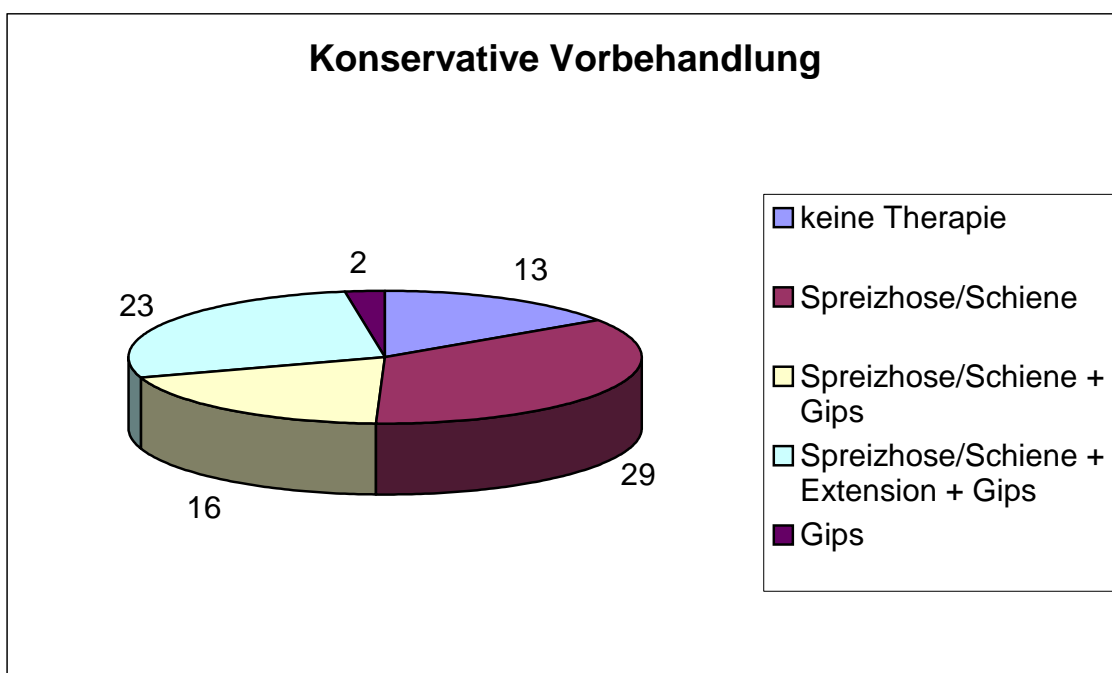


Abb. 8: Art der konservativen Vorbehandlung

Die konservative präoperative Therapie erstreckte sich bei 31 Patienten (44,3%) über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr, die restlichen 39 konservativ vorbehandelten Patienten wurden bis zu einem Jahr therapiert.

Bei erfolgloser konservativer Therapie waren einige Kinder schon operativ vorbehandelt worden, wobei auf die häufig als operative Vorbehandlung präoperativ durchgeführten Arthrographien hier nicht weiter eingegangen werden soll. Die Arthrographien wurden bei einer Großzahl von Kindern teilweise auch wiederholt, durchgeführt. Bei achtzehn Kindern, die teilweise beidseitig operativ

vorbehandelt wurden, erfolgten folgende Operationen vor der Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik:

- zwölf operative Einstellungen
- zwei operative Einstellungen mit Reeeinstellung
- eine Azetabuloplastik
- zwei operative Einstellungen mit Pfannendachplastik
- vier intertrochantäre Umstellungsosteotomien
- eine Adduktorentenotomie
- eine Arthrothomie und Spül Drainage zur Gelenkentlastung bei Hüftkopffosteomyelitis
- eine Spinalmuskelablösung, mit Diszision der vorderen Mediusfaszie und der vorderen Traktusanteile

Die präoperativ durchgeführten Umstellungsosteotomien sind ausschließlich in auswärtigen Kliniken durchgeführt worden. Auch eine der beiden operativen Einstellungen mit Reeeinstellung, eine operative Einstellung und die Arthrothomie mit Spül Drainage wurden auswärtig durchgeführt.

Neben den erfolgten Vorbehandlungen erscheint es denkbar, dass das Alter bei Diagnosestellung und das Operationsalter einen Einfluss auf das spätere Operationsergebnis hat. Bei 58 Patienten (69,9%) erfolgte eine Diagnosestellung unmittelbar nach der Geburt oder in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres. Zu einer Erstdiagnose nach dem fünften Lebensjahr kam es bei vier Patienten (4,8%).

Alter bei Diagnosestellung

Unmittelbar nach der Geburt
Im ersten Halbjahr
Bis zum zweiten Lebensjahr
Bis zum fünften Lebensjahr
Nach dem fünften Lebensjahr

Anzahl der Hüftgelenke

58 Hüftgelenke
31 Hüftgelenke
19 Hüftgelenke
11 Hüftgelenke
6 Hüftgelenke

Tabelle 5: Alter bei Diagnosestellung

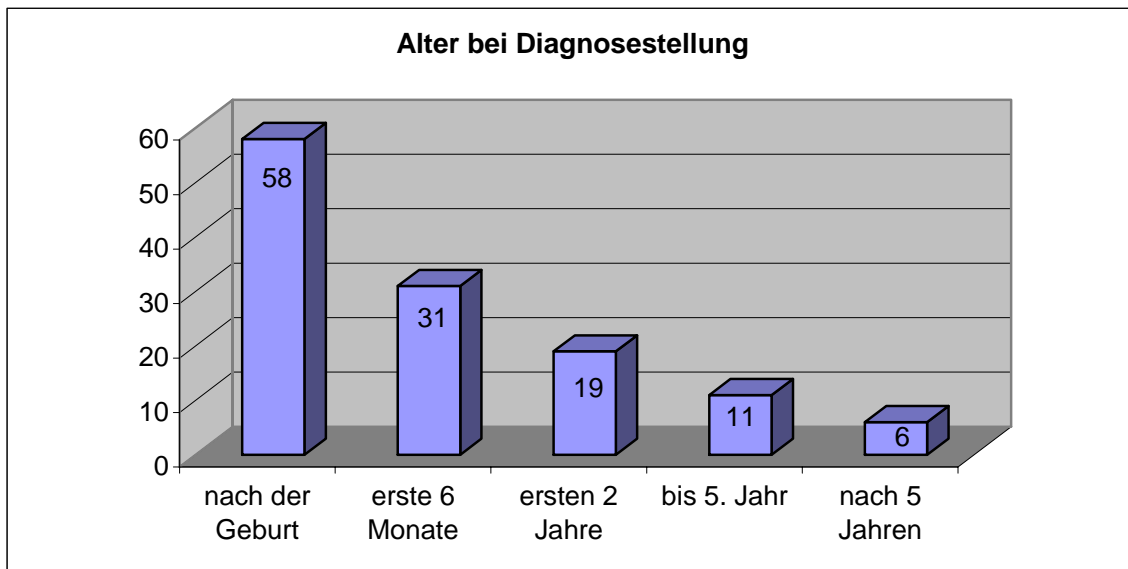


Abb. 9: Alter bei Diagnosestellung

Das Durchschnittsalter bei Durchführung der Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik betrug 3,1 Jahre. Zum Zeitpunkt der Operation war der jüngste Patient vierzehn Monate alt und der älteste Patient neun Jahre und zehn Monate. Die von Pemberton, zur Durchführung einer Azetabuloplastik [104], angegebene unterste Grenze von einem Jahr unterschreitet kein Patient und auch die von Pemberton angegebene oberste Altersgrenze von zwölf bis vierzehn Jahren wird von keinem Patienten überschritten.

| Operationsalter | Anzahl der Patienten |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Bis zum 18. Lebensmonat | 18 |
| Zwischen 18. Lebensmonat und 3.Lj. | 36 |
| Zwischen drei und sechs Jahren | 20 |
| Älter als sechs Jahre | 9 |

Tabelle 6: Operationsalter

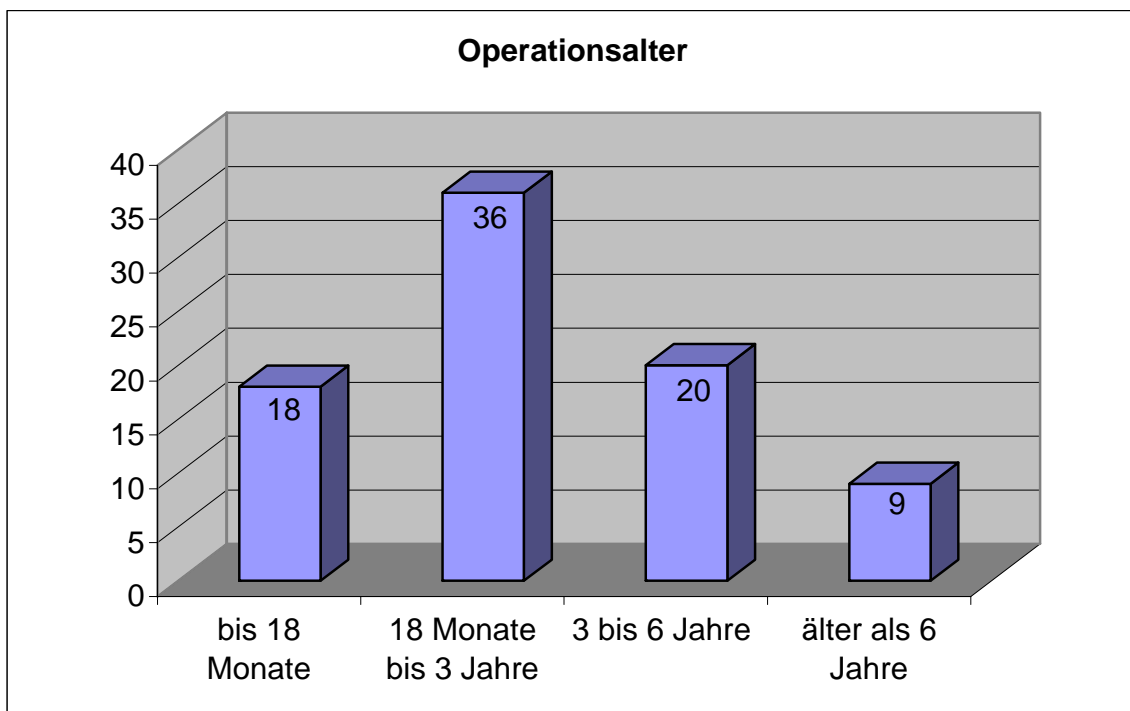


Abb. 10: Operationsalter

3.2. Auswertung des Fragebogens

Auf den eingegangenen Fragebögen gaben sieben Patienten an, in den letzten zwei Jahren Schmerzen im operierten Hüftgelenk verspürt zu haben, von denen hier zwei Patienten mit beidseitigen Operationen und fünf Patienten mit einseitiger Operation Beschwerden angaben. 76 Patienten gaben an, keine Hüftgelenksschmerzen in den letzten Jahren verspürt zu haben. Auf dem operierten Bein hüpfen konnten alle Patienten und am Schulsport nahmen bis auf ein Kind alle teil. Dieses Mädchen wurde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mit dem Verdacht einer juvenilen chronischen Arthritis behandelt und hatte durch ihren Hausarzt ein Sportverbot ausgesprochen bekommen.

Sechzehn Patienten betrieben ausschließlich Schulsport, 66 Kinder trieben zusätzlich Freizeitsport. 47 Patienten trieben neben dem Schulsport ein bis drei Stunden wöchentlich Sport. Von 18 Patienten wurden drei bis acht wöchentliche Sportstunden angegeben und eine Patientin gab an, mehr als acht Stunden Sport pro Woche zu treiben. Die Sportarten dieser 66 Kinder, die außer Schulsport weiter aktiv waren, verteilten sich auf ein breites sportliches Spektrum. Dieses beinhaltet neben Schwimmen auch belastende Sportarten wie Badminton, Tennis, Fußball und Handball. Die verschiedenen Sportarten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

| Sportarten | Anzahl der Kinder |
|---|--------------------------|
| Schwimmen | 23 |
| Fitnessstraining, Turnen | 18 |
| Tanz, Jazztanz, Ballett | 16 |
| Reiten | 13 |
| Fußball | 8 |
| Tennis, Badminton Tischtennis | 6 |
| Judo, Karate | 6 |
| Handball, Basketball | 5 |
| Leichtathletik | 3 |
| sonstiges (Eislaufen, Klettern, Inlineskaten usw.) | 7 |

Tabelle 7: Betriebene Sportarten (Mehrfachnennungen möglich)

Allen Nachuntersuchten war es möglich, Fahrrad zu fahren, 39,8% gaben an, dieses selten oder gar nicht zu tun. Die restlichen 60,2% waren regelmäßig oder viel mit dem Fahrrad unterwegs.

Auch das Patientenurteil fiel in 63 Fällen (75,9%) mit sehr gut und in 17 Fällen (20,5%) gut aus. Nur bei zwei Patienten (2,4%) fiel das Patientenurteil mit befriedigend, bei einem Patient (1,2%) mit schlecht aus.

| sehr gut | gut | Befriedigend | Schlecht |
|----------|-----|--------------|----------|
| 63 | 17 | 2 | 1 |

Tabelle 8: Patientenurteil

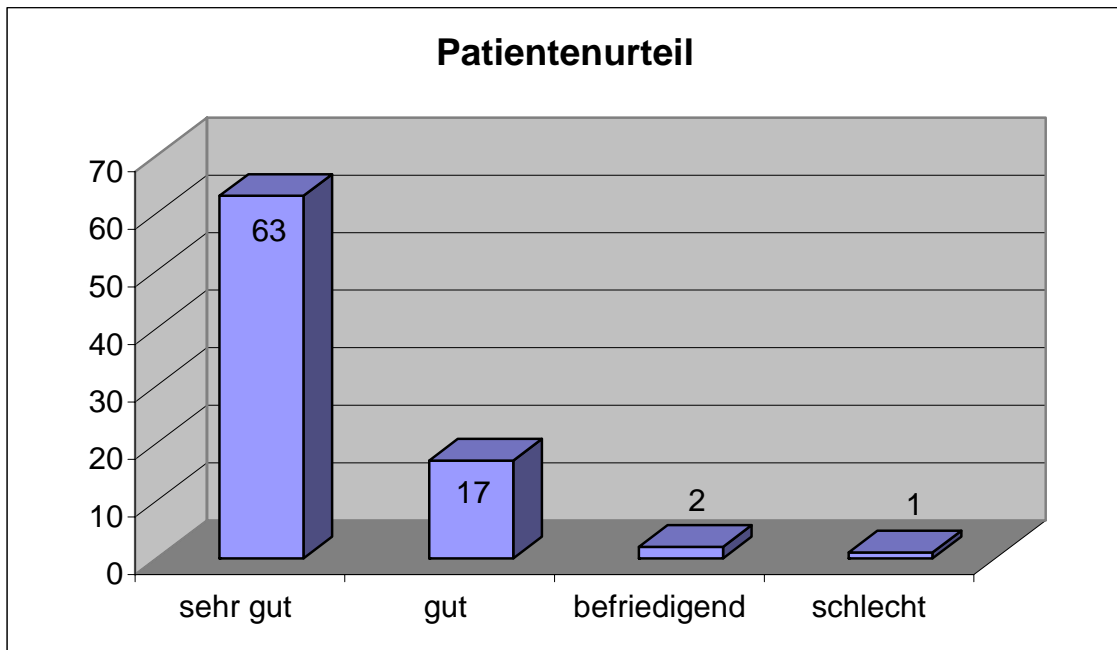


Abb. 11: Patientenurteil

Nach dem Elternurteil würden bei den nachuntersuchten Kindern mit einer Ausnahme alle die Operation erneut durchführen lassen, dies entspricht 98,8%.

Neben den subjektiven Beurteilungen wurden die Patienten noch zu weiteren durchgeführten und geplanten Therapien befragt. Ein operativer Eingriff ist, außer in drei Fällen mit Reazetabuloplastik, in keinem Fall erneut durchgeführt worden. Bei sieben Patienten wurde im Anschluss an die Azetabuloplastik und Gipsruhigstellung, bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine konservative Therapie in Form von Krankengymnastik durchgeführt. Eine Patientin wies zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Beinverkürzung von drei Zentimetern auf der operierten Seite auf. Bei der präoperativen stationären Aufnahmeuntersuchung war eine Beinverkürzung von einem Zentimeter beschrieben worden. Hier steht möglicherweise eine Beinlängenkorrektur noch aus.

3.3. Klinische Ergebnisse

72 Patienten mit 112 (89,6%) operierten Hüftgelenken waren völlig schmerzfrei. Anlässlich der Nachuntersuchung gaben auf gezielte Nachfrage zehn Kinder belastungsabhängige Schmerzen an, welche vornehmlich nach langen sportlichen Betätigungen auftraten. Bei zwei Patientinnen war die Gehstrecke schmerzbedingt eingeschränkt. Über diese Patientinnen wird in Kapitel 3.6. berichtet. Die anderen Patienten hatten vereinzelt, maximal fünfmal pro Jahr nach langen Anstrengungen Leistenschmerzen. Eine Patientin beschrieb Ruheschmerzen bei Wetterumschwung. Eine Schmerzprovokation war bei neun Patienten mit unterschiedlichen Tests möglich. Bei der Untersuchung des Leistendruck- oder des Trochanterklopfeschmerzes, dem axialen Beinstauchungstest, sowie den Hüftdysplasietests nach Kalchschmidt ließen sich bei 112 (89,6%) Gelenken keine Schmerzen feststellen.

Ein positives Trendelenburgzeichen konnte bei neun Kindern festgestellt werden, hier war bei sieben Patienten ein leichtes Schwanken beim Einbeinstand zu erkennen (Trendelenburg Grad1), bei zwei Kindern kam es zu einem mäßigen Absinken des Beckens beim Einbeinstand (Trendelenburg Grad 2). Ein starkes Absinken des Beckens mit Schwerpunktverlagerung des Oberkörpers über das Standbein oder Unvermögen des Stehens auf einem Bein war in keinem Fall aufgetreten (Trendelenburg Grad 3).

Die Beinlängendifferenzen konnten bei einseitig operierten Patienten als Beinverkürzung oder Beinverlängerung festgestellt werden, bei beidseitig Operierten wurde für das kürzere Bein eine Beinverkürzung festgelegt. Bei 25 nachuntersuchten Personen (30,1%) wurde eine differente Beinlänge gemessen. Eine Differenz von mehr als einem Zentimeter war nur bei zwei einseitig operierten Mädchen auffällig, eine der beiden mit einer Beinverkürzung von drei Zentimetern musste eine Schuherhöhung tragen. Das andere Mädchen hatte auf der operierten Seite eine Beinverlängerung von 1,5 Zentimetern. Operative Korrekturingriffe waren in keinem Fall notwendig geworden. Beim Gang zu ebener Erde zeigten

einige der Patienten mit Beinlängendifferenzen ein dezentes Verkürzungshinken, nur zwei zeigten ein deutlich auffälliges Gangbild.

Die Prüfung der Bewegungsfähigkeit erfolgte nach der Neutral-Null-Methode, wobei Normwertangaben für Kinder nicht streng definiert sind und deshalb eine Einteilung in normale, leicht und schwer pathologische Fälle nicht möglich ist. Tönnis gibt ein Klassifizierungssystem nach fünf Graden zur vergleichenden Beurteilung des funktionellen Zustandes eines operierten Hüftgelenkes an [131].

| | |
|--------|--|
| Grad 0 | Keine Bewegungseinschränkung, Flexion $>120^\circ$, Ab- und Adduktion, Innen- und Außenrotation 40° und mehr, Extension mindestens 0° |
| Grad 1 | Flexion bis 110° , Extension 0° , übrige Ebenen $20-30^\circ$ |
| Grad 2 | Flexion bis 90° , Streckdefizit $10-15^\circ$, Innenrotation 0° , Abduktion $0-10^\circ$ |
| Grad 3 | Flexion $<$ oder bis 90° , Außenrotationskontraktur $10-20^\circ$, Adduktions- oder Abduktionskontraktur $10-20^\circ$ |
| Grad 4 | Noch stärkere Kontraktur in Fehlstellung oder lediglich Wackelsteife bzw. Ankylose |

Tabelle 9: Klassifizierung der Beweglichkeit der Hüftgelenke

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung entsprachen 109 Hüftgelenke dem Grad 0, fünfzehn Hüftgelenke dem Grad 1 und lediglich ein Hüftgelenk war Grad 2 zuzuordnen. Eine schlechtere Beweglichkeit lag in keinem Hüftgelenk vor.

Bei der Auswertung des Harris-Hip-Scores konnten 75 Patienten als sehr gut, acht Patienten als gut und kein Kind schlechter als gut beurteilt werden. Von den Patienten, die mit sehr gut beurteilt werden konnten, waren 39 beidseitig und 36 einseitig operiert worden (114 Hüftgelenke). Von den acht mit gut beurteilten Patienten waren drei beidseitig operiert worden und fünf einseitig (elf Hüftgelenke).

Die Eltern von fünf Kindern berichteten über seelische Beschwerden ihrer Kinder, die ihrer Meinung nach durch die langen Behandlungszeiten mit den teilweise vorangegangenen aufwendigen konservativen Therapien hervorgerufen worden

sein könnten. Diese zeigten sich durch Ängste vor Arztbesuchen und „weißen Kitteln“. In zwei weiteren Fällen kamen die Eltern deshalb und wegen der langen Anreise nicht zu der Nachuntersuchung.

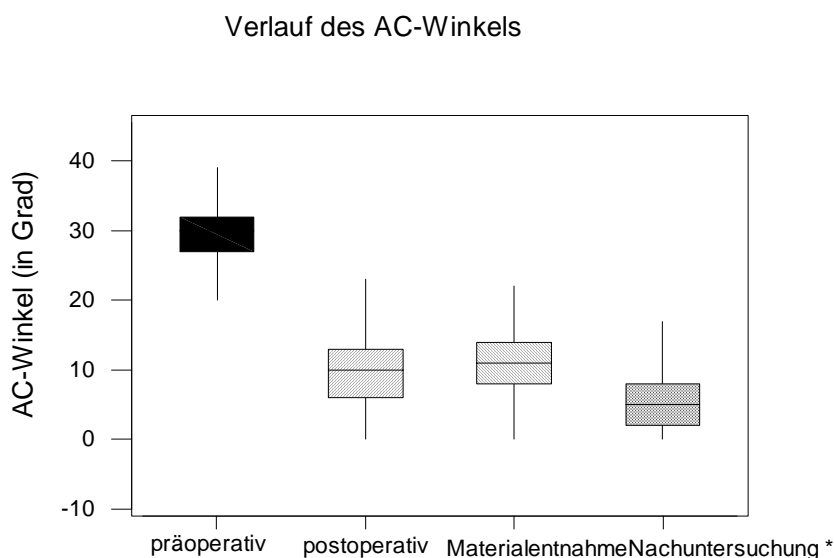
3.4. Radiologische Ergebnisse

Ausgewertet wurden eine aktuelle Beckenübersichtsaufnahme unmittelbar präoperativ bzw. das Röntgenbild, mit dem die Operationsplanung durchgeführt wurde, das postoperative Bild und, wenn vorhanden, ein Bild bei Materialentfernung zirka zehn bis zwölf Wochen postoperativ. Außerdem wurde das bei der Nachuntersuchung erstellte oder vorhandene Röntgenbild ausgewertet.

Der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (AC-Winkel), der präoperativ ein Hauptkriterium zur Operationsindikation war, wird in verschiedenen Altersstufen mit unterschiedlichen Normwerten angegeben (Tabelle 3). Die präoperativen Werte lagen bei unseren Patienten zwischen 20 und 44 Grad, durchschnittlich bei 30,0 Grad, bei einem durchschnittlichen Operationsalter von 3,1 Jahren entspricht dies einer schweren Dysplasie. Für die Einzelbeurteilung ist aber die Größe der Standardabweichung von Bedeutung. Winkel außerhalb der doppelten Standardabweichung (2s) werden in der Normwerttabelle als schwere Dysplasie eingeordnet, bei Werten zwischen einfacher (s) und zweifacher (2s) Standardabweichung ist von einer mittelgradigen Hüft dysplasie auszugehen. Von den 125 operierten Hüften lag präoperativ bei 102 Hüftgelenken (81,6%) der Pfannendachwinkel oberhalb der 2s-Grenze, die restlichen 23 Hüften (18,4%) lagen im Bereich zwischen einfacher und doppelter Standardabweichung (s-2s). Bei den Patienten mit Pfannendachwinkeln zwischen einfacher (s) und zweifacher (2s) Standardabweichung in der Normwerttabelle lagen die CE-Winkel nach Wiberg ausnahmslos im schwer oder extrem pathologischen Bereich.

Während der Operation wurde versucht, den AC-Winkel auf fünf bis zehn Grad zu reduzieren. Postoperative Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner bis fünf Grad konnten bei 19,2% der Operationen erreicht werden. Zwischen fünf und zehn Grad lag der Winkel in 38,4% und zwischen zehn und fünfzehn Grad lag der Winkel in weiteren 33,6% der Fälle, bei 8,8% ließ sich der Winkel nicht unter fünfzehn Grad

senken. Im Durchschnitt konnte ein postoperativer AC-Winkel von 9,6 Grad erreicht werden. In 124 der 125 Fälle wurde der Winkel auf Werte unterhalb der einfachen Standardabweichung und somit in den Normwertbereich gebracht. Der Fall, in dem dies nicht gelang - hier wurde das Pfannendach auf einen AC-Wert zwischen einfacher und doppelter Standardabweichung heruntergebogen - wird an anderer Stelle noch erläutert. Bei der Materialentfernung war in diesem Fall ein Pfannendachwinkel zwischen einfacher und doppelter Standardabweichung zu messen. In einem der Fälle mit postoperativer Keilsinterung kam es auch nach Reazetabuloplastik zu einer einseitigen, erneuten Knochenkeilsinterung, eine dritte Operation wurde nicht durchgeführt. In diesem Fall lag ein AC-Winkel nach Hilgenreiner bei Materialentfernung oberhalb der 2s-Grenze. Auch dieser Fall wird bei der Darstellung der Problemfälle erläutert. Bei Materialentfernung lagen somit 123 Hüftgelenke im Normbereich. Der durchschnittliche AC-Winkel bei Materialentfernung lag bei 10,6 Grad. Ein Hüftgelenk wies somit einen Winkel im leicht dysplastischen und ein Gelenk einen Wert im schwer dysplastischen Bereich auf.



* - 52 Hüftgelenke mit nicht verschlossener Y-Fuge

Abb. 12: Verlauf des AC-Winkels nach Hilgenreiner

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte bei 73 Hüftgelenken bei nicht verschlossener Y-Fuge eine erneute Messung des AC-Winkels nach Hilgenreiner durchgeführt werden. Hier wurde ein Durchschnittswert von 5,3 Grad gefunden. In der Normwerttabelle für den Pfannendachwinkel werden Einteilungen bis zum siebten Lebensjahr vorgenommen, welches zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung von allen Patienten überschritten war. Eine Einteilung ist somit nicht mehr möglich. Bei 52 Hüftgelenken war es zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zu einem Schluss der Y-Fuge gekommen. Nach Schluss der Y-Fuge lässt sich der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner nicht mehr messen. Daher wurde bei allen Patienten zur Beurteilung der Neigung der gesamten Pfanne in der Frontalebene der Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp bestimmt. Da die Köhler-Tränenfigur etwas medialer als der Pfannenrand liegt, wird nicht exakt anatomisch der Pfannenöffnungswinkel gemessen. Auch hier bestehen altersabhängige Normwerte, wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte bei nur neun Hüften ein leicht pathologischer Wert gemessen werden. Die restlichen Hüften wiesen Werte mit Winkelgraden kleiner als der normalen, altersentsprechenden Werte auf. Von den neun Hüftgelenken mit leicht pathologischen Pfannenöffnungswinkeln nach Ullmann und Sharp lag in sechs Fällen der CE-Winkel nach Wiberg im Normbereich. Einmal wurde zusätzlich ein leicht pathologischer und zweimal ein schwer pathologischer CE-Winkel gemessen.

Radiologisch wurde in allen vorhandenen Röntgenbildern der Zentrum-Ecken-Winkel nach Wiberg beurteilt. Durch die Operation wurde eine durchschnittliche Verbesserung von 26,1 Grad erreicht. Der Wert wurde von einem präoperativen Wert von durchschnittlich 5,3 Grad auf postoperative Werte von durchschnittlich 31,4 Grad gebracht. Hierbei erreicht der Mittelwert deutlich den Normbereich und erfährt während des restlichen Beobachtungszeitraumes fast keine Veränderung mehr. Zum Zeitpunkt der Materialentfernung wird ein Durchschnittswert von 32,0 Grad gemessen und bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kommt es zu einer weiteren Verbesserung im Beobachtungskollektiv auf 35,3 Grad.

Präoperativ konnten CE-Winkel zwischen minus sechzehn und plus 32 Grad ausgemessen werden, normale Werte stellten sich bei drei Hüftgelenken dar. Sechs Hüftgelenke waren nach der Normwerttabelle für den CE-Winkel nach Wiberg (Tabelle 2) leicht pathologisch. Bei diesen Gelenken lag ausnahmslos der AC-Winkel im schwer dysplastischen Bereich. Die restlichen 116 Hüftgelenke lagen mit ihren CE-Winkeln im schwer und extrem pathologischen Bereich. Durch die beschriebene Korrektur von durchschnittlich 26,1 Grad konnten postoperative Werte zwischen 17 Grad und 46 Grad erreicht werden. Postoperativ zeigten nur zwei Hüftgelenke grenzwertig leicht pathologische CE-Winkel, die restlichen stellten sich im Normbereich dar. Gravierende Veränderungen zum Zeitpunkt der Materialentfernung traten nicht auf. Wie beschrieben lag der durchschnittliche CE-Winkel bei 32,0 Grad mit Werten zwischen 13 Grad und 46 Grad. Bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kam es zu einer Verbesserung des CE-Winkels nach Wiberg auf durchschnittlich 35,3 Grad. Nach der Normwerttabelle lagen drei Hüftgelenke im schwer pathologischen Bereich und sechs Hüftgelenke im leicht pathologischen Bereich.

Verlauf des CE-Winkels

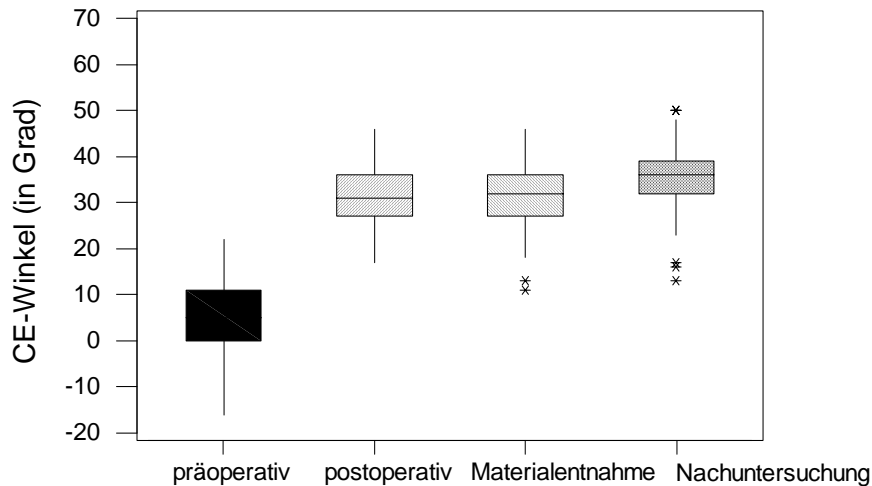


Abb. 13: Verlauf des CE-Winkels

Am präoperativen, postoperativen und am Bild der Nachuntersuchung wurde der Reimersindex, der die prozentuale Tiefeneinstellung des Hüftkopfes angibt, bestimmt. Die Tiefeneinstellung ist für die Entwicklung des Hüftgelenkes im Kindes- und Jugendalter von großer Bedeutung. Normwerte und Standardabweichungen sind für den Reimersindex in der Literatur nur grob beschrieben (Abbildung 7), so dass eine Bewertung nicht erfolgen kann. Durch seine klar definierten Messpunkte ist der Wert einfach zu bestimmen und in der Klinik schnell zu ermitteln. Durch den Wert wird der nicht überdachte Anteil des Hüftkopfes in Prozent erfasst. Der Wert konnte von präoperativ 38,7% auf postoperativ 1,9% verbessert werden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag weiterhin eine deutlich bessere Tiefeneinstellung des Hüftkopfes als präoperativ vor, so dass ein Reimersindex von 9,9% bestimmt werden konnte.

Auf den rotationsneutralen Beckenübersichtsaufnahmen der Nachuntersuchung konnte der CCD-Winkel bestimmt werden. Der durchschnittliche CCD-Winkel rechts betrug 139,3° und links 139,8°. Der wirkliche CCD-Winkel lässt sich nur nach exaktem Ausgleich der Antetorsion im Schenkelhals abbilden. Dafür wäre

eine vorausgehende Röntgenuntersuchung zur Bestimmung des Torsionswinkels in Rippstein-Technik erforderlich gewesen. Auf diese wurde aufgrund der Strahlenbelastung verzichtet.

Operationsbedingte Hüftkopfnekrosen konnten nicht beobachtet werden. Hüftkopfkerne, die zum Zeitpunkt der Operation wenig entwickelt waren, hatten diesen Rückstand bis zum Zeitpunkt der Materialentfernung teilweise und bis zur Nachuntersuchung komplett aufgeholt. Eine Inkongruenz konnte auf keinem Röntgenbild der Nachuntersuchung gesehen werden. Der Patient, bei dem es präoperativ zu einer Arthrothomie und Spüldrainage zur Gelenkentlastung bei Hüftkopfosteomyelitis gekommen war, zeigte am Tag der Nachuntersuchung eine Coxa magna.

In den Bildern der Nachuntersuchung zeigte sich überwiegend am Pfannenerker im Bereich der Osteotomie ein Knochensporn. Er war bei 107 (85,6%) operierten Hüftgelenken ersichtlich und in zwei Fällen zusätzlich im Bereich der Spina iliaca anterior superior auszumachen. Beschwerden verursachte er weder auf Druck von außen noch schien er die Beweglichkeit zu beeinflussen. Die Knochenspornhöhe lag zwischen 0,5 Zentimetern und 3,2 Zentimetern, in der Tiefe breitete er sich zwischen 0,2 und 3,1 Zentimetern aus. Bei den 107 Hüftgelenken mit Knochensporn lag im Durchschnitt die Knochenspornhöhe bei 1,8 Zentimetern und die Knochensporntiefe bei 1,1 Zentimetern.

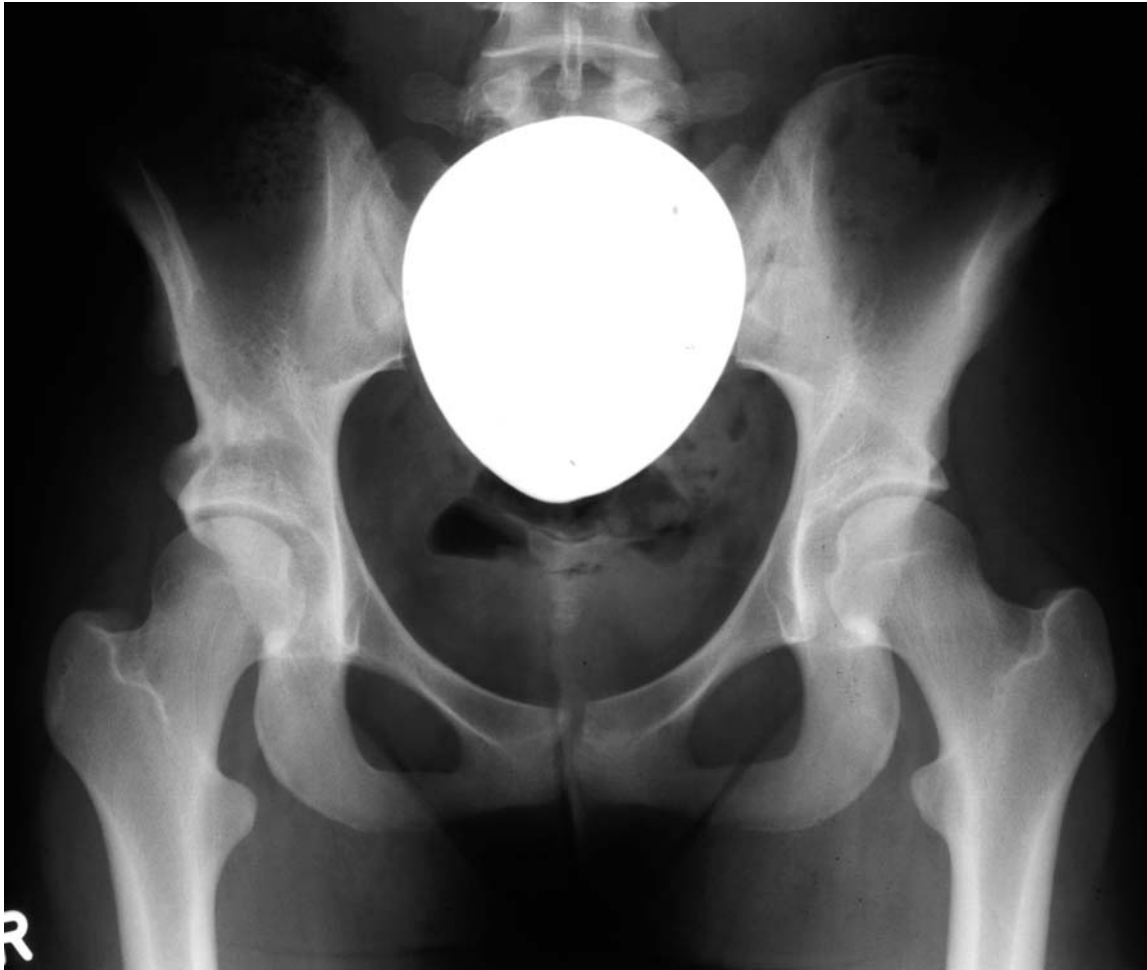


Abb. 14: Röntgenbild mit Knochensporn

Die Keilgröße konnte der Operateur durch die Benutzung der allogenen autoklavierten Knochenkeile frei wählen. Im Durchschnitt hatten die Keile eine Höhe von 1,4 Zentimetern und eine Keiltiefe von 2,5 Zentimetern. Bei größeren Kindern wurden Keile mit einer Höhe von bis zu 2,1 Zentimetern und einer Tiefe bis zu 4,0 Zentimetern benutzt. Bei der Verwendung der entnommenen Keile nach Umstellungsosteotomie oder die Verwendung von autogenen kortikospongiösen Blöcken aus dem Beckenkamm wären nur begrenzte Mengen und Größen von Blocktransplantaten vorhanden gewesen. Im Röntgenbild der Nachuntersuchung waren noch elf der 125 Knochentransplantate teilweise ersichtlich, die übrigen 114 waren nicht mehr erkennbar.

Nebenbefundlich wurden auch Veränderungen an den präoperativ gesunden Hüftgelenken analysiert. Neben den operierten Hüftgelenken konnte bei den einundvierzig einseitig operierten Patienten die nicht operierte Hüfte beurteilt werden. Es wurden präoperativ der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (AC-Winkel), der Centrum-Ecken-Winkel nach Wiberg (CE-Winkel) und der Instabilitätsindex nach Reimers bestimmt. Am Tag der Nachuntersuchung wurden der Centrum-Ecken-Winkel nach Wiberg (CE-Winkel), der Instabilitätsindex nach Reimers, der Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp und bei nicht verschlossener Y-Fuge der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (AC-Winkel) erneut ausgemessen.



Abb. 15: Röntgenbild mit einem schwer pathologischen CE-Winkel auf der präoperativ gesunden rechten Seite, links neun Jahre postoperativ mit einer guten Hüftkopfüberdachung

Mit CE-Winkeln nach Wiberg im schwer pathologischen Bereich fanden sich vier und im leicht pathologischen Bereich acht der nicht operierten Hüftgelenke. Es wurden Werte zwischen 12 und 42 Grad gemessen. Auch der Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp stellt sich bei der Nachuntersuchung viermal im schwer dysplastischen und viermal im leicht dysplastischen Zustand dar. Hier wurden Winkel zwischen 39 und 54 Grad errechnet. Auch der Reimersindex lag mit 14,8% im Durchschnitt höher als der Wert von 9,9% der operierten Seite.

3.5. Normale Verläufe

Anhand von drei Beispielen soll der normale Verlauf der Behandlung verdeutlicht werden.

Bei der orthopädischen Erstuntersuchung am 3. Lebenstag war eine beidseitige Hüftluxation festgestellt worden, so dass anschließend für vier Wochen ein Fettweis-Hockgips angelegt wurde. Im weiteren Verlauf wurden zweimal siebenwöchige Extensionsbehandlungen mit zwischenzeitlichen Gips- und Schienenbehandlungen durchgeführt. Nach einer Vorstellung in der Orthopädischen Klinik Dortmund wurde im Alter von sieben Monaten die Indikation zur operativen Einstellung gestellt. Weitere neun Monate wurde die Gips- und Schienenbehandlung fortgeführt. Da es nicht zu einer Ausheilung der Pfannendysplasie kam, wurde bei weiterhin sehr steil stehenden Pfannendächern mit Subluxation beider Hüftköpfe frühzeitig auf eine erneute operative Behandlung hingewiesen. Im Alter von zwei Jahren und vier Monaten wurde eine Azetabuloplastik beiderseits durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnten keine klinischen Auffälligkeiten festgestellt werden, das Kind war beschwerdefrei und das Röntgenbild zeigte beiderseits ein sehr gutes Ergebnis.



Abb. 16: Röntgenbild präoperativ mit extrem pathologischem CE-Winkel nach Wiberg und steil stehenden Pfannendächern



Abb. 17: Postoperatives Bild mit herabgehebelten Pfannendächern und eingesetzten Knochenkeilen aus der Knochenbank



Abb. 18: Bild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Im zweiten Fall war erst im Alter von drei Jahren und vier Monaten eine Beinverkürzung aufgefallen, eine Therapie war bisher nicht durchgeführt worden. Bei der Vorstellung in der orthopädischen Ambulanz der Orthopädischen Klinik Dortmund fand sich radiologisch linksseitig eine hochgradig dysplastische Hüftpfanne mit Lateralisation des dezentrierten Hüftkopfes. Eine umgehend eingeleitete Arthrographie zeigte ein deutlich dysplastisches und verkürztes knöchernes Pfannendach bei leichter Kapselinstabilität. Noch in der selben Sitzung wurde das linke Hüftgelenk mit einer Azetabuloplastik versorgt. Am Tag der Nachuntersuchung konnten weder klinische noch radiologische Auffälligkeiten festgestellt werden.



Abb. 19: Präoperatives Röntgenbild mit Lateralisation des dezentrierten linken Hüftkopfes



**Abb. 20: Postoperatives Bild mit fest eingebolztem Fremdknochenkeil
welcher mit zwei Kirschnerdrähten gesichert**



Abb. 21: Röntgenbild am Tag der Nachuntersuchung bei gehaltenem AC-Winkel mit physiologischer Hüftkopfüberdachung und vollständig eingebautem Knochenkeil

Eine beiderseits schwere Hüftdysplasie war nach der Geburt zunächst mit einer Spreizhose für sechs Monate behandelt worden, einer einjährigen Therapiepause folgte eine erneut sechsmonatige Behandlung mit einer Düsseldorfer Spreizschiene. Bei der Vorstellung in der orthopädischen Ambulanz der Orthopädischen Klinik des Klinikums Dortmund zeigte sich eine Restdysplasie beider Hüftgelenke mit AC-Winkeln rechts von 31° und links von 30° . Eine Arthrographie bestätigte den Befund und zu einer Azetabuloplastik beiderseits wurde geraten. Mit zwei Jahren und sieben Monaten wurde der operative Eingriff durchgeführt. In postoperativen Verlaufskontrollen konnten keine Komplikationen

festgestellt werden, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war das zwölfjährige Mädchen beschwerdefrei und radiologisch stellte sich eine gute Hüftkopfüberdachung dar.



Abb. 22: Präoperatives Bild mit beiderseits ausgeprägter Hüftdysplasie



Abb. 23: Postoperatives Bild mit beiderseits heruntergebogenem Pfannendach



Abb. 24: Bild am Tag der Nachuntersuchung, wobei die Knochenkeile noch schematisch sichtbar sind

3.6. Komplikationen (Folgeoperationen und auffällige Befunde)

In einigen Fällen waren im postoperativen Verlauf leichte Schwellungen der Labien dokumentiert worden. Erneute Eingriffe wegen tiefer Infektionen oder revisionspflichtigen Hämatomen stellten sich nicht dar. Nach der ersten Operation musste in drei Fällen, bei einer Sinterung der Knochenkeile ein Reeingriff erfolgen. Die Fälle sollen im Folgenden kurz erläutert werden.

In einem Fall wurde eine Azetabuloplastik rechts mit vierzehn Monaten durchgeführt. Eine operative Vorbehandlung war dem pfannendachverbessernden Eingriff nicht vorausgegangen, konservativ war das Kind sechs Wochen mit einer Spreizhose vorbehandelt worden.



Abb. 25: Röntgenbild des Ausgangsbefundes

Bei Aufnahme zur Materialentfernung zehn Wochen postoperativ wurde eine Sinterung des Pfannendachkeils festgestellt, wobei das unmittelbar postoperative Ergebnis den gewünschten Korrektoreffekt zeigte.



Abb. 26: Röntgenbild postoperativ

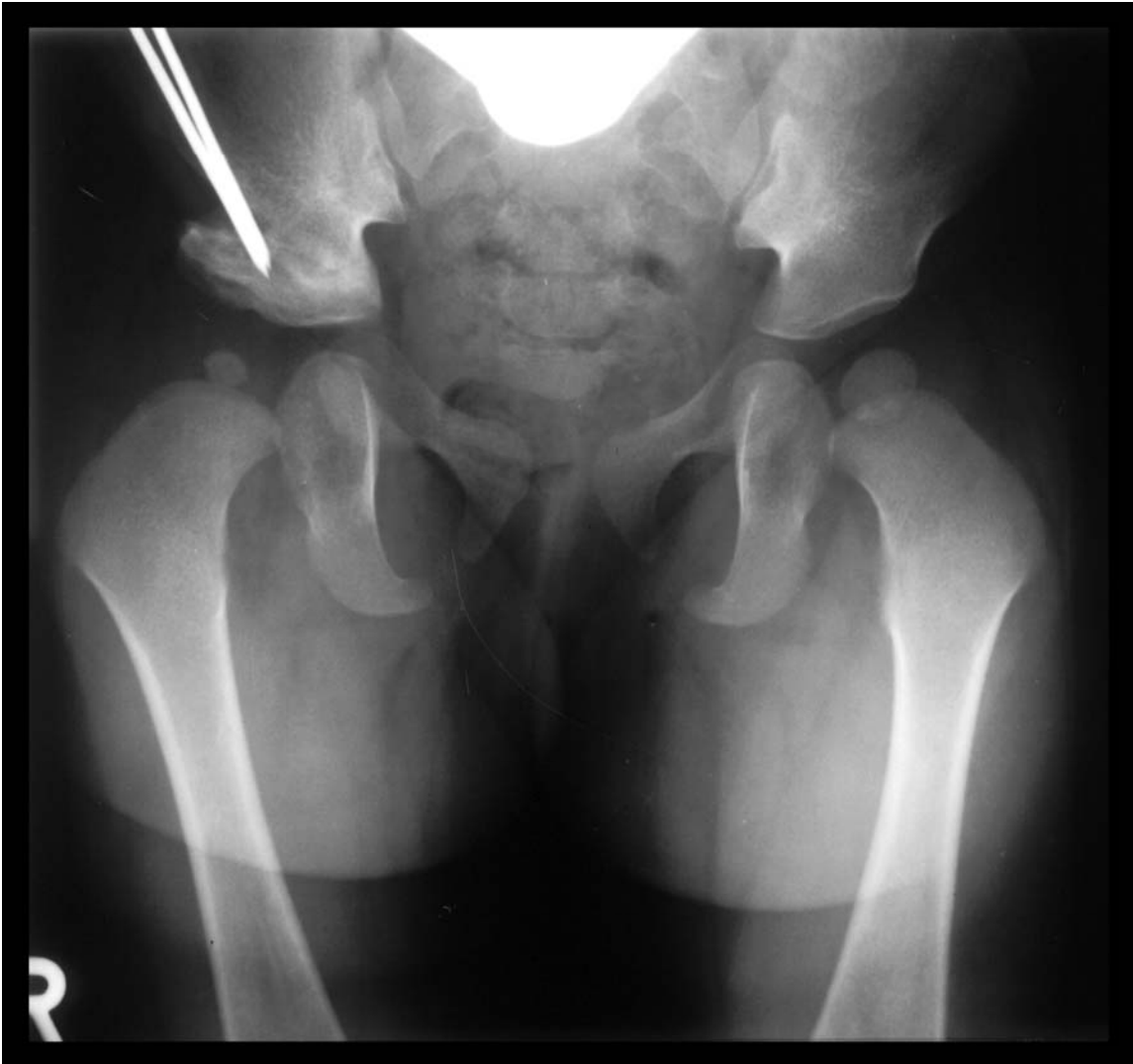


Abb. 27: Röntgenbild bei Materialentfernung vor erneuter Azetabuloplastik

Die Reazetabuloplastik konnte problemlos durchgeführt werden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die Kontrollwerte der radiologischen Nachuntersuchung im Normbereich, bei der klinischen Kontrolle wurden keine Auffälligkeiten festgestellt, und die Patientin gab ihrerseits keine Beschwerden an.

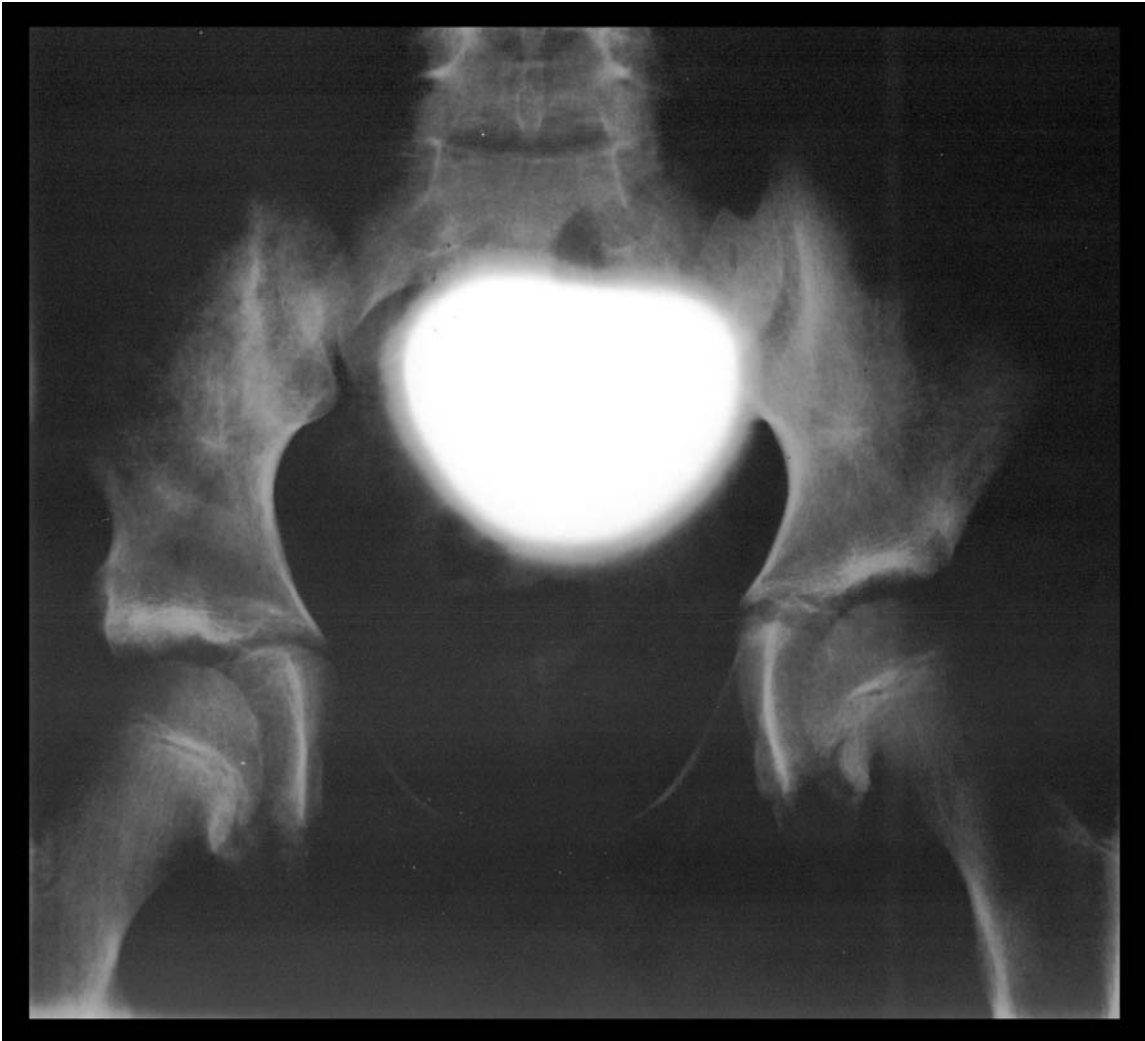


Abb. 28: Röntgenbild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Im postoperativen Röntgenbild der ersten Operation fällt ein sehr transparenter Knochenkeil auf. Zusätzlich ist das Pfannendach bei einem AC-Winkel von 23 Grad etwas wenig heruntergebogen. Es ist denkbar, dass es nicht zu einer Verteilung des Druckes auf die komplette Gelenkfläche des Pfannendaches gekommen ist und dadurch mit dem wenig stabil erscheinenden Knochenkeil eine Sinterung aufgetreten ist.

Im zweiten Fall wurde bei einem 21 Monate alten Mädchen mit AC-Winkeln zwischen einfacher und zweifacher Standardabweichung und CE-Winkeln im schwer pathologischen Bereich nach sechsmonatiger konservativer Therapie eine

Azetabuloplastik beiderseits durchgeführt. Bei einer Röntgenkontrolle sechs Wochen postoperativ war eine Sinterung der beiden Knochenkeile mit einer entsprechenden Steilstellung der Pfannendächer festgestellt worden. Auch hier war das unmittelbar postoperative Ergebnis zunächst ebenfalls regelrecht.



Abb. 29: Röntgenbild sechs Wochen postoperativ

Es wurde beiderseits eine erneute Azetabuloplastik durchgeführt. Bei der folgenden Materialentfernung war erneut eine leichte Sinterung rechts mehr als links festgestellt worden. Bei regelmäßigen Röntgenkontrollen wurde von einem weiteren operativen Vorgehen Abstand genommen. Bei der Nachuntersuchung mehr als acht Jahre nach der Reazetabuloplastik lagen die Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp im Grenzbereich zwischen normal und leicht pathologisch, die CE-Winkel im leicht pathologischen Bereich. Beschwerden wurden von der Patientin nicht angegeben.



Abb. 30: Röntgenbild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Im dritten Fall wurde zunächst im Alter von vier Monaten eine beidseitige operative Einstellung mit Re-Einstellung rechts nach Luxation im Gips in einer auswärtigen Klinik durchgeführt. Radiologische Kontrolluntersuchungen ergaben eine weitere Steilstellung der Hüftpfannen oberhalb der 2-s Grenze, so dass mit 16 Monaten eine Pfannendachplastik beiderseits durchgeführt wurde.



Abb.31: Röntgenbild präoperativ

Bei der nach zehn Wochen folgenden Materialentfernung stellte sich rechts eine leichte Lateralisierung des Hüftkopfes dar. Nach einem Jahr wurde bei erneuter Steilstellung des rechten Pfannendachs mit zunehmender Lateralisierung eine Reazetabuloplastik durchgeführt. Die bei der Nachuntersuchung vermessenen radiologischen Winkel stellten sich unauffällig dar. Bei der klinischen Untersuchung konnte beidseitig eine Schmerzprovokation hervorgerufen werden, wobei diese rechts ausgeprägter war als links. Die Gehstrecke war bei auffälligem Gangbild belastungsabhängig eingeschränkt, so dass für die Patientin nur ein befriedigendes Operationsergebnis entstanden war.



Abb.32: Röntgenbild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Neben den drei Fällen mit einer Sinterung der Knochenkeile, die in zwei Fällen einen positiven Verlauf genommen haben, sollen noch drei weitere Fälle vorgestellt werden. Hier war es im postoperativen Verlauf zu Auffälligkeiten gekommen. Zunächst sollen die beiden Patientinnen mit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung schwer pathologischen CE-Winkeln nach Wiberg vorgestellt werden.

In einem Fall waren bis zum Alter von sechseinhalb Jahren keine Auffälligkeiten an den Hüftgelenken festgestellt worden, eine angeborene Bindegewebsschwäche war bekannt. Nachdem der Mutter ein „watschelndes“ Gangbild auffiel, wurde 1990

in einem auswärtigen Krankenhaus eine Derotations-Varisierungsosteotomie beiderseits durchgeführt. Eineinhalb Jahre nach der Operation wurden lateralisierte Hüftköpfe mit kurzen und steil gestellten Pfannendächern festgestellt. Bei beiderseits gerade noch offenen Y-Fugen und guter zentraler Einstellung in Abduktionsaufnahmen wurde bei dem gerade neunjährigen Mädchen die Indikation für eine Azetabuloplastik beiderseits gestellt.



Abb. 33: Röntgenbild präoperativ

Postoperativ konnte eine gute Überdachung und Einstellung der Hüftköpfe festgestellt werden. Bei der Nachuntersuchung gab die Patientin an, bisher keine Schmerzen oder Beeinträchtigungen in den Hüftgelenken verspürt zu haben. Die klinische Untersuchung zeigte außer einer Beinverkürzung links von einem Zentimeter und einer sehr ausgeprägten Beweglichkeit keine Auffälligkeiten. Das Röntgenbild zeigte eine Coxa valga beiderseits, wobei der CE-Winkel im schwer pathologischen Bereich lag. Auch der Reimersindex lag mit 28,1% rechts und 28,3% links weit über dem Durchschnitt.



Abb.34: Röntgenbild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

In diesem Fall spielt neben den veränderten Druckverhältnissen durch die vorangegangene Derotations-Varisierungsosteotomie sicherlich die generalisierte Kapsel-Band-Laxität eine große Rolle. Durch sie ist es zu einer stetigen Gelenkinstabilität gekommen. Nach Untersuchungen von Eyring liegt bei Abstandsmessungen zwischen Hüftkopf und der Tränenfigur von mehr als elf Millimetern eine Instabilität und Lateralisation im Hüftgelenk vor [39,57]. Dieser Abstand wird im präoperativen Röntgenbild deutlich überschritten. Bei der Instabilität des Hüftgelenkes und der Lateralisation der Hüftköpfe im präoperativen Bild hätte in diesem Fall eventuell eine gleichzeitig durchgeführte Umstellungsosteotomie positiven Einfluss auf das Operationsergebnis gehabt.

Trotz guter postoperativer Überdachung wäre es so zu einer noch besseren Zentrierung des Hüftgelenkes gekommen.

Im nächsten Fall wurde bei einem neun Monate alten Mädchen linksseitig eine Azetabuloplastik durchgeführt. Nach einer anschließenden konservativen Therapie für drei Monaten erfolgte, erneut auswärtig, eine operative Einstellung mit Reeeinstellung nach ein paar Tagen. Bei einer Röntgenkontrolle mit dreieinhalb Jahren fielen schwer pathologische AC- und CE-Winkel mit lateralisiertem Hüftkopf sowie eine Coxa valga et magna auf, so dass links erneut eine Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik durchgeführt wurde.



Abb. 35: Röntgenbild präoperativ nach einer Arthrographie

Schon auf der postoperativ durchgeführten Röntgenkontrolle stellt sich eine Lateralisation des Hüftkopfes dar. Es kam zu regelmäßigen Kontrollen, eine drei Jahre nach der Operation geplante Derotations-Varisierungsosteotomie wurde bei stark ausgeprägter Schmerzmittelallergie nicht durchgeführt. Bei der Nachuntersuchung berichtete die Patientin von einer maximalen Gehstrecke von einer Stunde. Während der klinischen Untersuchung zeigt sich links das Trendelenburg-Zeichen Grad zwei positiv, die Schmerzprovokationsteste sind positiv und auch die Beweglichkeit des Hüftgelenks ist eingeschränkt. In diesem Fall handelt es sich um die einzige Patientin, die bei der klinischen Beurteilung der Beweglichkeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung auffällig war. Radiologisch

zeigen sich ein schwer pathologischer CE-Winkel nach Wiberg, ein leicht pathologischer Pfannenöffnungswinkel und mit 33,1% ein ausgesprochen großer Reimersindex.

Im präoperativen Bild fällt an der linken dysplastischen Hüfte eine deutlich verbreiterte Tränenfigur auf. Das Fehlen der Tränenfigur oder ihre Verbreiterung, wie in diesem Fall, ist ein deutliches Verdachtszeichen für eine Lateralisation und Instabilität bei Hüftdysplasie [128]. Auch der medial des Hüftkopfes gelegene Kontrastmittelsee auf dem präoperativen Bild spricht für eine Lateralisation und Instabilität des Hüftgelenkes. Aufgrund der vielen Voroperationen ist es zu Veränderungen im Weichteilgewebe gekommen, so dass erschwerte Operationsbedingungen vorlagen. Auf den präoperativen Röntgenbildern ist nicht ganz auszuschließen, dass die Hüftpfanne von Weichteilstrukturen verengt ist. Bei einer Kapselverengung sollte eine operative Einstellung erfolgen [134]. Eine erneute operative Einstellung hätte eventuell zu einer besseren Zentrierung geführt, was nach dreimaliger Voroperation mit großen Operationsrisiken verbunden gewesen wäre.

Neben den radiologisch auffälligen Patienten soll hier auch der klinisch auffälligste Fall vorgestellt werden.

Bei einer Hüftluxation rechts wurde im Alter von drei Monaten zunächst eine siebenwöchige Extensionsbehandlung mit anschließendem Hockgips nach Fettweis durchgeführt. Mit regelmäßigen Wechseln wurde dieser für dreieinhalb Monate getragen, danach folgte eine Schienenbehandlung. Bei weiter pathologischem Befund mit AC- und CE-Winkel im schwer dysplastischen Bereich, wurde mit 25 Monaten eine Azetabuloplastik durchgeführt. Das postoperative Röntgenbild und das Bild bei Materialentfernung zeigen einen AC-Winkel rechts im leicht dysplastischen Bereich. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung haben sich die radiologischen Parameter gebessert und liegen im Normwertbereich, das Kind ist schmerzfrei und die subjektive Beurteilung von Mutter und Tochter fällt sehr gut aus. Klinisch zeigt sich bei einer Beinverkürzung von drei Zentimetern, mit einer

Schuerhöhung ausgeglichen, ein Verkürzungshinken. Die Schmerzprovokationstests fielen negativ aus und die Beweglichkeit des Hüftgelenkes war frei.

In diesem Fall bestand präoperativ eine Coxa vara mit Hüftkopfnekrose rechts. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung besteht ein völlig kongruenter Femurkopf, auch die Pfanne steht gut. Als Problem zeigt sich ein Trochanterhochstand, hier sollte bei Fortbestehen der Problematik über eine Valgisierungsosteotomie nachgedacht werden.

Mit den drei zuletzt beschriebenen Patienten konnten alle klinisch und radiologisch auffälligen Fälle zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung vorgestellt werden. Alle Patientinnen kamen nicht aus dem unmittelbaren Umfeld der Dortmunder Klinik und stellten sich wegen einer zuvor fehlgeschlagenen Behandlung in der Orthopädischen Klinik Dortmund vor.

4. Diskussion

Im Vordergrund dieser Arbeit steht die Frage nach den Ergebnissen der operativen Behandlung der Hüftdysplasie mittels Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik mit allogenen autoklavierten Knochenkeilen. Die bisher erschienenen Publikationen beschäftigen sich überwiegend mit Ergebnissen nach Azetabuloplastiken oder Salter-Osteotomien bei gleichzeitig durchgeführten intertrochantären Umstellungsosteotomien [16,17,28,31,36,38,40,43,48,50,51,61,64,65,72,83,87,97,107,113,118,119,122,129,141]. Eine Publikation mit einem so großen Kollektiv von Azetabuloplastiken mit allogenen autoklavierten Knochenkeilen ist uns im Schrifttum nicht bekannt.

Die Reorientierung der Hüftpfanne mittels Azetabuloplastik ermöglicht eine weitgehend physiologische und anatomische Rekonstruktion der Hüftpfanne bis zum Alter von etwa acht bis zehn Jahren. In erster Linie sollen daher die radiologischen und in zweiter Linie die klinischen Parameter kontrolliert werden, wobei diese für den Patienten von größerer Bedeutung sind. Anhand der radiologischen Messwerte zeigt sich bei dem untersuchten Patientengut ein insgesamt sehr gutes Ergebnis. Der CE-Winkel nach Wiberg wird von Engelhardt (1988) fünfzig Jahre nach seiner Erstbeschreibung als Prognosegröße ersten Ranges angegeben und in seiner Wichtigkeit bestätigt [34,100]. Nach Engelhardt sind auch weitere Formfaktoren des Hüftgelenkes für die Prognosestellung heranziehbar, in ihrer Wertigkeit jedoch hinter der des CE-Winkels zurückstehend, so dass diesem Winkel für den weiteren Verlauf der Hüftpfannenentwicklung eine große Bedeutung zukommt. Ein weiterer Vorteil des CE-Winkels ist die einfache Möglichkeit der Bestimmung. Daher wird er in der Klinik häufig benutzt. Mit Hilfe eines graphischen Computermodells konnte Kummer die entscheidende Bedeutung des CE-Winkels nach Wiberg darstellen. Bei veränderter Gelenkdruckverteilung mit fortschreitender Reduktion des CE-Winkels konnte er eine Gewebsdestruktion ausmachen, die sich in einem Überschreiten der Toleranzgrenze von Knorpel- und Knochengewebe zeigte [55,77].

Die Betrachtung der CE-Winkel der hier vorgestellten Nachuntersuchung gibt in 92,8% der operierten Hüftgelenke keinen Hinweis auf ein pathologisches Ergebnis, in weiteren 4,8% konnten nur leicht pathologische Werte gemessen werden. Insgesamt lagen somit 97,6% im normalen oder leicht pathologischen Bereich. Auch unmittelbar postoperativ lagen 98,4% der Hüften im nicht pathologischen Bereich, nur ein Fall (1,6%) lag im leicht pathologischen Bereich. Ein Rückgang der Ergebnisse (der postoperativ erreichten Winkel) im Vergleich zu den Röntgenbefunde während der Nachuntersuchung ist nur im sehr geringen Maß zu beobachten, so dass ein Sistieren des Pfannenwachstums nicht eingetreten ist. Dieses wurde in den letzten Jahren von einigen Autoren vermehrt beschrieben. Heine und Felske-Adler (1985) konnten im Verlauf ihrer Beobachtung, 10,2 Jahre nach Salter-Beckenosteotomie, in der Mehrzahl der Fälle mit einer Derotations-Varisations-Osteotomie verbunden, eine erhebliche Verschlechterung der operativ erzeugten CE-Winkelwerte feststellen. In ihrer retrospektiven Studie wiesen 3,6 Jahre postoperativ 41,8% der Hüftgelenke und 10,2 Jahre postoperativ nur noch 19,5% der Hüften normale CE-Winkelwerte auf. Da der mit zunehmendem Alter steigende Wert des CE-Winkels stagniert, nahmen sie eine Schädigung der Pfannendachapophyse präoperativ oder postoperativ an [51]. Auch Weber und Mitarbeiter berichten 1998 über ähnliche Beobachtungen. Sie beobachteten 71 Hüftgelenke über einen durchschnittlichen Zeitraum von elf Jahren. Hier lagen drei Jahre postoperativ 65% der CE-Winkel im Normbereich, acht Jahre postoperativ konnten nur noch 33% der CE-Winkel im Normbereich festgestellt werden und in 51% der Fälle lagen diese sogar im extrem pathologischen Bereich. In der Arbeit wurden nach Lance modifizierte Azetabuloplastiken, wiederum regelmäßig mit Derotations-Varisationsosteotomie kombiniert, durchgeführt. Sie begründeten dies mit einer intraoperativen Schädigung, der für den pubertären Wachstumsschub wesentlichen Ossa acetabuli im Pfannenbereich [138]. Weber und Mitarbeiter führen an, dass eine frühzeitige Schädigung der Ossa acetabuli erst während der Pubertät zu einer Wachstumsstörung des Pfannenerkers bzw. Pfannenrandes führen kann [138]. In ihrer Arbeit ziehen sie die Schlussfolgerung, dass es durch die Azetabuloplastik nach Lance intraoperativ zu einer Schädigung der für den

pubertären Wachstumsschub wesentlichen Ossa acetabuli im Pfannendachbereich zu kommen scheint [138].

Daher wurden in der eigenen Untersuchung die Ergebnisse der Patienten mit verschlossener und unverschlossener Y-Fuge verglichen. Es ist davon auszugehen das sich die Y-Fuge bei dysplastischen Hüftgelenken eher schließt [11,12,13,15,117]. Der Vergleich der beiden Gruppen ist etwas schwierig, da im Patientenkollektiv mit verschlossener Y-Fuge ein Großteil der zum Zeitpunkt der Operation älteren Patienten vorhanden ist. Mit steigendem Operationsalter ist mit einer Abnahme der Qualität der Ergebnisse zu rechnen [46]. In der Gruppe der Patienten mit nicht verschlossener Y-Fuge konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein CE-Winkel von durchschnittlich 34,9 Grad gemessen werden. In der Gruppe der Patienten mit verschlossener Y-Fuge kam es zu einem durchschnittlichen CE-Winkel von 35,9 Grad, so dass es eher zu einer Zunahme der seitlichen Überdachung bis zum Verschluss der Y-Fuge gekommen ist. Eine Verschlechterung des CE-Winkels im Verlauf der Pubertät ließ sich in keinem Fall beobachten, so dass andere Ursachen für die Abnahme des CE-Winkels in den oben genannten anderen Studien wahrscheinlicher erscheinen. Die Empfehlung von Weber und Mitarbeiter bei der operativen Behandlung der angeborenen Hüftdysplasie auf andere Verfahren wie z.B. die Beckenosteotomie nach Salter zurückzugreifen [138], um nicht intraoperativ die Ossa acetabuli zu schädigen, kann hier nicht bestätigt werden.

Es fällt auf, dass in beiden Studien, die von einer postoperativen Verschlechterung des CE-Winkels nach Wiberg berichten, regelmäßig eine Derotations-Varisations-Osteotomie durchgeführt wurde und wahrscheinlich der entnommene Keil als Platzhalter für die Beckenosteotomie benutzt wurde. Die autogenen Knochenkeile haben eine vorgegebene Größe, so dass ein intensives Herunterbiegen des Pfannendaches teilweise nicht möglich ist. Dadurch ist das Korrekturausmaß von vornherein schon limitiert und die erforderliche Schwenkung kann durch den zu kleinen Keil nicht gehalten werden. Der postoperative Korrektoreffekt war in beiden oben genannten Studien geringer als der im hier nachuntersuchten

Patientenkollektiv. Bei Weber und Mitarbeiter wurde sechs Monate nach Operation ein CE-Winkel von 24 Grad beschrieben [138], Heine und Felske-Adler erreichten einen Korrektoreffekt auf lediglich 16,6 Grad postoperativ [52]. In dem eigenen Patientenkollektiv zeigt sich sogar ohne zusätzliche Umstellungsosteotomie eine umfangreichere Verbesserung des CE-Winkels mit einem durchschnittlichen CE-Winkel von 31,4 Grad postoperativ.

Der Vergleich der präoperativen Ausgangswerte und des operativ erreichten Korrektoreffekts anhand des **AC-Winkels** mit den oben genannten Studien belegt, dass in der hier vorliegenden Studie bei annähernd identischen Ausgangsbefunden ein deutlich höherer Korrektoreffekt erreicht wurde. Bei präoperativen AC-Winkeln von zirka 30 Grad konnten sowohl Weber und Mitarbeiter als auch Heine und Felske-Adler einen postoperativen AC-Winkel von 20 bzw. 20,9 Grad beschreiben [52,138]. In der hier vorliegenden Arbeit kam es intraoperativ zu einem Herunterbiegen des Pfannendachs von 30 Grad präoperativ auf durchschnittlich 9,6 Grad postoperativ. Es wurde durch die Operation ein wesentlich größerer Korrektoreffekt als bei den Vergleichsstudien erreicht. Die deutliche Überkorrektur des AC-Winkels war von den Operateuren intraoperativ gewollt. Nach Bombellisolite bei normalen Hüftgelenken die Tragfläche der Gelenkpfanne auf frontaler Ebene horizontal liegen [10]. Als Zielvorgabe werden nicht die altersentsprechenden Normwerte sondern AC-Winkel zwischen fünf bis zehn Grad angestrebt. Hierbei entsteht in der Beckenosteotomie ein größerer Knochendefekt, der bis zur knöchernen Heilung zuverlässig aufgefüllt werden muss. Durch Verwendung des allogenen autoklavierten Knochenmaterials stand für diesen Zweck reichlich Knochen zur Verfügung, der bedarfsgerecht angepasst werden kann.

Neben den erwähnten Arbeiten beschreiben auch Meurer und Mitarbeiter sowie Eckhardt und Mitarbeiter einen Rückgang der CE-Winkel nach pfannendachverbessernden Eingriffen [32,90]. In diesen Arbeiten wurden die Operationen mit einer intraoperativen Umstellungsosteotomie verbunden. Zum besseren Vergleich sollen die Ergebnisse kurz dargestellt werden:

Heine J, Felske-Adler C (1985):

Operation: Beckenosteotomie nach Salter, an 48 Hüftgelenken wurden 35 Hüftgelenke zusätzlich mit einer Femurosteotomie versorgt

Operationsalter: 2,6 Jahre

Nachuntersuchungsalter: 12,5 Jahre

AC-Winkel: präoperativ 30,5 Grad postoperativ 20,9 Grad

CE-Winkel: präoperativ -12,0 Grad postoperativ 16,6 Grad

Ergebnis: Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wiesen nur 19,5% normale CE-Winkel auf [51].

Meurer A, Eckardt A, von Recklinghausen P (1994):

Operation: Azetabuloplastik nach Pemberton, bei 188 Hüftgelenken wurde in 162 Fällen zusätzlich eine Derotations-Varisations-Osteotomie durchgeführt.

Operationsalter: 2 Jahre, 8 Monate

Nachuntersuchungsalter: 15 Jahre, 9 Monate

AC-Winkel: präoperativ 37 Grad postoperativ 20,2 Grad

CE-Winkel: präoperativ -39,7 Grad postoperativ 16,5 Grad

Ergebnis: Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lagen nur noch 48% der Gelenke im normalen und leicht pathologischen Bereich [90].

Eckardt A, Meurer A, Felske-Adler C (1995):

Operation: Beckenosteotomie nach Salter, bei 117 Hüftgelenken wurden 91 Gelenke mit einer DVO versorgt.

Operationsalter: 3,8 Jahre

Nachuntersuchungsalter: 15,6 Jahre

AC-Winkel: präoperativ 30,5 Grad postoperativ 20,6 Grad

CE-Winkel: präoperativ -3 Grad postoperativ 18,7 Grad

Ergebnis: Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lagen nur noch 49,1% der Gelenke im normalen und leicht pathologischen Bereich [32].

Weber M, Wirtz D, Jaeschke C, Niethard FU (1998):

Operation: Azetabuloplastik nach Lance, an 71 Hüftgelenken mit regelmäßig kombinierter Derotations-Varisations-Osteotomie.

Operationsalter: 2,8 Jahre

Nachuntersuchungsalter: durchschnittlich 11 Jahre nach Op

AC-Winkel: präoperativ 29 Grad postoperativ 20 Grad

CE-Winkel: präoperativ 5 Grad postoperativ 24 Grad

Ergebnis: Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung sank der CE-Winkel auf 19 Grad ab und lag damit unter Berücksichtigung der altersbezogenen Klassifikation im schwer pathologischen Bereich [138].

Dortmunder Studie:

Operation: Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik, bei 125 Hüftgelenken wurde in keinem Fall eine gleichzeitige Umstellungsosteotomie mit durchgeführt

Operationsalter: 3,1 Jahre

Nachuntersuchungsalter: 12,0 Jahre

AC-Winkel: präoperativ 30 Grad postoperativ 9,6 Grad

CE-Winkel: präoperativ 5,3 Grad postoperativ 31,4 Grad

Ergebnis: Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte sich der postoperative CE-Winkel von 31,4 Grad mit zunehmendem Alter auf 35,3 Grad verbessern.

Über die Zunahme der CE-Winkel im Verlauf ihrer Nachuntersuchung wird von einigen Autoren berichtet [83,97,107]. Eulert und Gekeler stellen in einem kleinen Patientengut mit 35 operierten Hüften während eines Beobachtungszeitraumes von zehn bis vierzehn Jahren einen weiteren Anstieg des CE-Winkels nach Wiberg nach alleiniger Salterosteotomie fest [36]. Wurde gleichzeitig eine Derotations-Varisierungsosteotomie durchgeführt, blieb der CE-Winkel postoperativ in etwa gleich [36]. Eine ähnliche Beobachtung machen Mau und Merz. Nach Salter-Osteotomien diagnostizierten sie einen CE-Mittelwert von 35 Grad nach Wachstumsabschluß [87], bei zusätzlicher DVO lag der CE-Winkel mit 29 Grad deutlich tiefer [16].

In der angloamerikanischen Literatur berichten Faciszewski und Mitarbeiter 1993 über 52 Hüften von 42 Patienten nach Pemberton Osteotomie mit guten Ergebnissen. Genaue Angaben zu prä- und postoperativen Winkeln zehn Jahre nach Pemberton Osteotomie wurden nicht gemacht. Es wird weiterhin über die geringe Verbreitung dieses Operationsverfahrens berichtet [40]. Auch Grudziak und Ward verweisen auf die geringe Verbreitung der Azetabuloplastik nach Dega in der englischsprachigen Literatur. In ihrer Nachuntersuchung waren 22 Kinder (25 Hüften) 55 Monate nach der Operation uneingeschränkt körperlich belastbar. Der AC-Winkel konnte von 33 Grad präoperativ auf 12 Grad zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung verbessert werden. Auch der CE-Winkel wurde von präoperativ zwischen -30 bis 18 Grad auf 18 bis 40 Grad zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung verbessert. [47]. Die Azetabuloplastik wurde jedoch in 83% der Fälle mit einer Umstellungsosteotomie und in 54% der Fälle mit einer offenen Einstellung kombiniert. Auf die Problematik der Vergleichbarkeit von Ergebnissen der konservativen und operativen Behandlung der Hüftdysplasie weisen Felske-Adler und Mitarbeiter bereits 1990 hin. So wird im angloamerikanischen und skandinavischen Sprachraum zur Beurteilung der Behandlungsmethoden vorwiegend das Severin-Schema angewandt [86]. Die Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass Vergleiche von Ergebnissen der angloamerikanischen bzw. skandinavischen Literatur und der deutschen Literatur nicht möglich ist [41].

Es wäre zu diskutieren, ob durch den veränderten Druck auf die Ossa acetabuli bei zusätzlich durchgeführter Umstellungsosteotomie eine Ossifikationsstörung auftritt. Die Ossa acetabuli werden als so genannte Schaltknochen, die zwischen dem 9.-12. Lebensjahr als eigenständige Knochenbildungszentren in der Y-Fuge auftreten, bezeichnet [142]. Die von Perna beschriebenen am Pfannenrand auftretenden Knochenkerne sind für das pubertäre Wachstum der Hüftgelenkspfanne verantwortlich [105]. So könnte der verminderte CE-Winkel bei den Arbeiten von Weber und Mitarbeiter und Heine und Adler-Felske durch einen veränderten Druck auf die Ossa acetabuli und ein dadurch vermindertes Knochenwachstum in diesen Knochenkernen erklärt werden. Durch eine Derotations-Varisations-Osteotomie

und die damit veränderten intraartikulären Druckverhältnisse bzw. Drucksituation auf die Ossa acetabuli sind veränderte Wachstumsgeschwindigkeiten möglich [56]. Die These, dass die intraoperative Schädigung der Ossa acetabuli für das schlechte OP-Ergebnis verantwortlich ist, muss nach den Ergebnissen dieser Studie verworfen werden, da die Ergebnisse dann in allen Publikationen schlecht sein müssten.

Bekannt ist, dass sich durch mechanische Beeinflussung wie Druck- und Zugkräfte die Wachstumsgeschwindigkeit der Wachstumsfugen verändern lässt [85]. Die laterale Verbreiterung des Pfannendaches ist nach Brückl von ausgewogenen Druckverhältnissen in diesem Bereich abhängig. Er beschreibt, dass eine Störung der Druckverhältnisse durch Wachstumsrückstand und Ossifikationsverzögerung zur Hypoplasie des Pfannenerkers und bei gleichzeitig fortschreitendem Wachstum der Y-Fuge zur Dysplasiepfanne meist mit verdicktem Pfannenboden führt [12,14,15].

Im weiteren Verlauf der Hüftgelenksentwicklung ist neben dem Einfluss der Drücke auch der intraoperative Zentrierungsgewinn für das Endergebnis von Bedeutung [18,35]. Dies wurde häufig mit einer zusätzlich durchgeführten femoralen Umstellungsosteotomie erreicht. Varisierungsosteotomien sollten aber im Kindesalter bei Vorliegen einer Hüftluxation nur sparsam und mit gleichzeitiger Pfannenkorrektur durchgeführt werden [115]. Die Bedeutung der Entwicklung am koxalen Femurende für die Hüftdysplasie ist nach Exner in den Hintergrund getreten [37]. Denn eine Coxa valga führt nicht zwangsläufig zu einer Überbeanspruchung des Hüftgelenkes [76]. Schittich und Mitarbeiter gehen davon aus, dass durch die Kombination einer Azetabuloplastik oder Beckenosteotomie mit einer Derotations-Varisierungsosteotomie ein größerer Zentrierungsgewinn als bei alleiniger Azetabuloplastik oder Beckenosteotomie erreicht werden kann. Die Indikation zur Derotations-Varisierungsosteotomie besteht für sie nur noch, wenn neben dem operativen Eingriff am Pfannendach, zusätzlich eine bessere Zentrierung erreicht werden muss [115]. Auch Brüning und Mitarbeiter sowie Reichel und Mitarbeiter weisen darauf hin, dass eine Derotations-

Varisierungsosteotomie generell nicht mehr durchgeführt werden sollte [16,107]. Von Dürrenschmidt wird der negative azetabuloplastische Effekt der intertrochanteren Rotations-Varisierungs-Osteotomie beschrieben [29,30]. In den klinischen Nachuntersuchungen bei intertrochantär durchgeführten Derotations-Varisierungsosteotomien fallen häufig hohe Auffälligkeiten im Gangbild und positive Trendelenburgsche Zeichen auf, welche für die Patienten und Patientinnen teilweise sehr belastend sind [4].

In dieser Studie wird gezeigt, dass durch adäquate Osteotomietechnik und das Benutzen von allogenen autoklavierten Knochenkeilen eine gute Zentrierung der Hüftköpfe auch ohne Derotations-Varisierungs-Osteotomie möglich ist. Bei einem postoperativ erreichten durchschnittlichen AC-Winkel von 9,6 Grad war die Pfannenneigung auf Werte deutlich unterhalb der altersentsprechenden Normwerte gebracht worden. Mit einem Reimersindex von 1,9% waren die Hüftköpfe fast komplett von der Hüftpfanne überdacht. So ließ sich auch ohne eine zusätzlich durchgeführte Umstellungsosteotomie eine gute Tiefeneinstellung erreichen. Nur in Sonderfällen mit deutlicher Coxa valga besteht ggf. zur besseren Zentrierung eine Indikation zur gleichzeitigen Derotations-Varisierungs-Osteotomie. In den meisten Fällen kann mit entsprechenden allogenen autoklavierten Knochenkeilen eine gute Zentrierung und Überdachung des Hüftkopfes erreicht werden. Die Notwendigkeit einer Umstellungsosteotomie sollte präoperativ intensiv geprüft werden.

Die Ergebnisse machen deutlich, dass in fast allen behandelten Hüftgelenken das zu erwartende Pfannendachwachstum in lateraler Richtung stattgefunden hat. Die Wichtigkeit des lateralen Pfannenwachstum wird um so deutlicher, wenn man bedenkt, dass fast alle Patienten mit pathologischem CE-Winkel nach Wiberg eine sekundäre Coxarthrose entwickeln [19,24]. Auf den deutlichen Einfluss der korrekten seitlichen Überdachung des Hüftkopfes bei pfannendachverbessernden Eingriffen wird auch bei Operationstechniken wie der Dreifachen-Beckenosteotomie nach Tönnis hingewiesen. Spätergebnisse nach Dreifacher-Beckenosteotomie zeigen, dass in den Fällen, in denen es gelang, einen CE-

Winkel von 30 Grad und mehr zu erreichen, nur bei 6,5% der Patienten eine Verschlechterung des präoperativen Arthrosestatus zu beobachten war. Konnte nur ein postoperativer Winkel von unter 20 Grad erreicht werden, so kam es bei einem Drittel der Patienten zu einer Verschlechterung [9]. Neben der lateralen Überdachung des Hüftkopfes stellt sich in der Orthopädischen Klinik am Klinikum Dortmund immer wieder die Wichtigkeit der vorderen Überdachung dar. Die Überdachung des Hüftgelenkes nach ventral ist bei der Hüftdysplasie meist ebenso mangelhaft wie nach lateral. Hier fand Suzuki 1995 kernspintomographisch bei Kindern mit einseitiger Hüftdysplasie nicht nur eine Malrotation des Azetabulums sondern auch eine vermehrte Drehung des gesamten Beckenflügels nach medial, entsprechend einer vermehrten Rotation des gesamten Azetabulums um eine vermehrte Drehachse nach vorne innen mit nachlassender Überdachung des Hüftkopfes im ventralen Abschnitt [125]. Die Beckenübersichtsaufnahme (a.p.) zur Beurteilung des seitlichen Pfannendachs lässt bei ausgewachsenen Patienten häufig auch eine Beurteilung des vorderen und hinteren Pfannenrandes zu. Dies ist bei den sich noch entwickelnden Hüftgelenken von Kindern und Jugendlichen nicht oder nur eingeschränkt möglich. Auf die zur Darstellung des vorderen Pfannendachs durchzuführende Faux-profil Aufnahme wurde aufgrund der erhöhten Strahlenbelastung verzichtet. Bei einer geplanten Nachuntersuchung zur abschließenden Kontrolle nach Vollendung des achtzehnten Lebensjahres sollte hierauf ein spezielles Augenmerk gelegt werden. Ausgeprägte Variationen der ventralen und dorsalen Dysplasie konnten durch dreidimensionale computertomographische Untersuchungen von Dysplasiehüften an Adoleszenten und jungen Erwachsenen durch Murphy und Mitarbeiter schon 1990 festgestellt werden [99].

Nur anhand des Gesamtbildes ist es möglich, eine einigermaßen zuverlässige Aussage über die Langzeitprognose zu machen. Neben den einzelnen radiologischen Messwerten müssen hier auch die klinischen Befunde mit einfließen.

Die klinische Nachuntersuchung zeigte, dass die Patienten die Schmerzfreiheit als den primär wichtigsten Heilungsgewinn einstufen. Bei einem Beobachtungszeitraum von acht und neun Jahren nach der Operation und einem Durchschnittsalter von 12,0 Jahren war davon auszugehen, dass den klinischen Parametern eine geringere Relevanz zuzuordnen war. Massive Beweglichkeitseinschränkungen stellen sich erst mit der Arthrose ein [14], diese war bei dem untersuchten Patientengut weder vorhanden noch zu erwarten.

Bei der klinischen Nachuntersuchung waren 8,8% der Hüftgelenke schmerzhaft. Von den zehn Patienten (elf Hüftgelenke) mit belastungsabhängigen Schmerzen war die Hälfte der Patienten voroperiert. Die nicht voroperierten Patienten beklagten nur sehr vereinzelt nach langen Belastungen Schmerzen. Das erstmalige Schmerzereignis lag maximal ein Jahr zurück und es war maximal ein Schmerzereignis in zwei Monaten aufgetreten. Die beiden Patienten mit durch die Schmerzen eingeschränkter Gehstrecke, waren in beiden Fällen mehrmalig an den Hüftgelenken voroperiert. Beide gehören zum beschriebenen Patientenkollektiv mit postoperativ aufgetretenen Beschwerden und sind wegen der zuvor fehlgeschlagenen Therapie an die Orthopädische Klinik der Städtischen Klinik Dortmund überwiesen worden.

Früheren Untersuchungen zufolge treten Schmerzen bei Hüftdysplasie oft schon vor dem Beginn und Fortschreiten einer Arthrose auf [130], wobei mit einem Schmerzbeginn erst im zweiten und dritten Lebensjahrzehnt und nur bei hochgradigen Deformierungen zu rechnen ist [14]. In den zwei beschriebenen Fällen sind die Schmerzen radiologisch erklärbar, in den anderen acht Fällen zeigen sich radiologisch gute Ergebnisse. Der radiologische Nachweis von Arthrosezeichen, wie z.B. Sklerosierung, Osteophyten und Geröllzysten konnte erwartungsgemäß nicht erbracht werden.

Hervorzuheben ist die Tatsache, dass der Anteil an positiven Trendelenburg'schen Zeichen mit 8,8% im Vergleich zu anderen Studien relativ niedrig lag. Maximal war ein positives Trendelenburg-Phänomen Grad zwei ersichtlich, was bei zwei

Patienten vorkam. Diese beiden Fälle entsprechen den beiden Patienten mit schmerzbedingt eingeschränkter Gehstrecke, waren also wie beschrieben mehrmals voroperiert. In anderen Studien wird über ein positives Trendelenburgzeichen in 20 bis 42% der Fälle berichtet [16,90,107], wobei hier größtenteils neben den pfannendachverbessernden Eingriffen gleichzeitig intertrochantäre Umstellungsosteotomien mit durchgeführt wurden. Anders berichtet über Nachuntersuchungsergebnisse nach Varisations-Derotations-Osteotomien bei Hüftdysplasie, die in 63% ein auffälliges Gangbild zeigten, worunter die Patienten und Patientinnen erheblich litten [4]. Er kommt in seiner Arbeit zu dem Schluss, dass ein Eingriff am Pfannendach selbst besser und gefahrloser sei als das dysplastische Pfannendach mit einer Umstellungsosteotomie zu beeinflussen. Auf diese Weise können ein positives Trendelenburgsches Zeichen sowie manche anderen Deformierungen am proximalen Femur und mögliche Verunstaltungen (breit ausladende Hüften) vermieden werden [4]. Eine weitere Möglichkeit der Ursache für ein Trendelenburg'sches Hinken ist die Schädigung der Glutealmuskulatur bei der Salter-Operation. Bei dieser Operation muss zur Gewinnung des kindlichen Beckenkammes (autogene Knochentransplantate vom Kind selbst) als Interponat für den Knochendefekt, der durch das Herunterbiegen der Pfanne in der Osteotomie entsteht, der Ursprung der Glutealmuskulatur (Muscul. gluteus medius et minimus) abgelöst werden. Diese Muskelursprünge können auch nach Entnahme des Beckenkammes nicht wieder am anatomischen Ort zuverlässig refixiert werden. Zudem sind bei der Knochenentnahme Schädigungen an der Wachstumsapophyse zwangsläufig gegeben. Einen weiteren Nachteil der Salter-Beckenosteotomie sehen Loder und Mitarbeiter durch die Verdrehung im Symphysenbereich darin, dass es zu einer Veränderung des Geburtskanales kommen kann [81].

Die Beurteilung der Beweglichkeit erfolgte mit der Neutral-Null-Methode, wobei Normwertangaben für Kinder nicht streng definiert und Beurteilungen und Vergleiche mit anderen Arbeiten schwierig sind. In nur einem Fall konnte eine Innenrotation von weniger als 30 Grad erreicht werden und in keinem Fall war eine

Bewegungsrichtung endgradig schmerzhaft. Studien mit ähnlich langen Nachuntersuchungszeiten geben eingeschränkte Beweglichkeiten zwischen 2,2% und 77% an, wobei hier entweder eine andere Operationstechnik am Pfannendach durchgeführt wurde oder eine Umstellungsosteotomie mit erfolgte [16,90]. Die große Differenz ist durch die fehlende Normwerteinteilung zu erklären.

Beinlängendifferenzen treten häufig auf und sollten insbesondere im Wachstumsalter ab einem Zentimeter ausgeglichen werden [142]. Bei fünfundzwanzig Patienten (30,1%) ließen sich Beinlängendifferenzen nachweisen. Ein notwendiger Ausgleich bei Unterschieden von einem Zentimeter oder mehr war jedoch nur bei zwei Kindern erforderlich.

Das klinisch sehr gute Ergebnis wird durch das Patientenurteil bestätigt. In achtzig Fällen (96,4%) wird das Operationsergebnis mit gut und sehr gut beurteilt. Nur zwei Patienten (2,4%) geben ein befriedigendes und ein Patient (1,2%) ein schlechtes Endresultat an. Auch hier überschneiden sich die schlechten Ergebnisse mit den zuvor (3.6.) dargestellten Fällen.

Keilsinterungen werden von Reichel und Mitarbeitern beschrieben [107]. Er berichtet bei einem Patientengut von 55 Kindern über Langzeitergebnisse der Azetabuloplastik nach Dega in Kombination mit intertrochantären Osteotomien über zwei Reoperationen (3,6%) wegen Knochenkeilresorption. Aufgrund der durchgeführten Umstellungsosteotomie ist davon auszugehen, dass es sich hier um autogenen Knochen gehandelt hat, eine genaue Auskunft über die Knochenherkunft wird nicht gegeben. Mit drei neuerlichen Salter-Osteotomien (5,2%) zu einem späteren Zeitpunkt wegen Korrekturverlust liegen Windhager und Mitarbeiter in einem entsprechenden Bereich [141]. Sie beschreiben 57 Salterosteotomien, wobei 34 mit einer derotierenden und-oder varisierenden Umstellungsosteotomie durchgeführt wurden [141]. Auch in diesem Fall geben sie keine Auskunft über die Knochenherkunft. Bei dem hier nachuntersuchten Patientenkollektiv, alle ausschließlich mit allogenen autoklavierten Knochenkeilen versorgt, mussten drei der 83 Patienten (3,6%) nachoperiert werden. Ob es hier zu

Knochensinterungen aufgrund der verminderten Knochenstabilität gekommen ist, kann nicht sicher nachgewiesen werden. Von großer Bedeutung sind neben der Knochenstabilität sicherlich die durch die Operation erfolgten Korrekturgewinne. Beim Vergleich der Korrektoreffekte erreicht Windhager im AC-Winkel mit einem Korrekturgewinn von 35 Grad präoperativ auf 27 Grad postoperativ (-7 Grad) und im CE-Winkel von 5 Grad auf 20 Grad postoperativ (+ 15 Grad) deutlich geringere Korrekturgewinne als in der vorliegenden Arbeit. Beschränkte Korrekturmöglichkeiten bei Osteotomien nach Salter, über die Windhager berichtet, mit zirka 13 Grad im AC-Winkel und zirka 20 Grad im CE-Winkel, sind jedoch bekannt [74,97]. Nach Rab sind Korrekturen des AC-Winkels von maximal zehn Grad möglich [106]. Reichel erreichte mit einem postoperativen AC-Winkel von 18,0 Grad und einem CE-Winkel von 21,9 Grad geringere Korrektoreffekte. Wie beschrieben konnten in der hier vorliegenden Arbeit deutlich größere Korrekturgewinne mit postoperativen Werten von 9,6 Grad im AC-Winkel und 31,4 Grad im CE-Winkel erreicht werden. Der große Vorteil der allogenen, autoklavierten Knochentransplantate ist die Menge und Größe, in der die Transplantate zur Verfügung stehen. Auch die ausgezeichneten intraoperativen Verarbeitungsmöglichkeiten, um ausgiebige Abweichungen mit passgerecht zugeschnittenen Spongiosablöcken zu korrigieren, sind ein großer Vorteil im Vergleich zum autogenen Knochenersatz. Eine freie Auswahl in Form und Größe und einfache Bearbeitbarkeit sind möglich.

Als gesichert gilt das eine Beeinflussung der mechanischen Festigkeit durch Tiefkühlung nicht zu befürchten ist [59]. Aufgrund tierexperimenteller Untersuchungen wurde eine starke Abnahme der Stabilität durch Autoklavierung nachgewiesen. So stellten sich in Kompressionsversuchen Stabilitätsverluste von 80 bis 90% dar [68]. Diese biomechanische Schädigung muss bei autoklavierten Knochentransplantaten berücksichtigt werden, um eine Festigkeit entsprechend den jeweiligen Erfordernissen zu erreichen. In der klinischen Anwendung, bei kindlichen Azetabuloplastiken in der modifizierten Dortmunder Technik zeigt sich kein negativer Einfluss dieser biomechanischen Minderwertigkeit des

autoklavierten allogenen Knochentransplantates. Hier scheint die mechanische Festigkeit den Erfordernissen zu entsprechen.

Bei der Nachuntersuchung hat sich herausgestellt, dass der Harris-Hip-Score zur funktionellen Beurteilung des kindlichen Hüftgelenkes nicht geeignet ist. Er beurteilt auch die klinisch und radiologisch schlechten Ergebnisse mit gut, hier wäre sicherlich ein anderes Bewertungskriterium wünschenswert.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen einer Nachuntersuchung aller reinen Azetabuloplastiken in der modifizierten Dortmunder Technik mit allogenen autoklavierten Knochenkeilen der Operationsjahrgänge 1991 und 1992 der Orthopädischen Klinik des Klinikums Dortmund konnten mittelfristige Ergebnisse erhoben werden. Dies waren die ersten Jahrgänge bei denen zur Abstützung der heruntergebogenen Pfannendächer allogene autoklavierte Knochenkeile dienten. Den autoklavierten Knochenkeilen wird in der Literatur eine starke Abnahme der Stabilität nachgesagt, was einen negativen Einfluss auf das Ergebnis hätte haben können.

83 Patienten mit 125 operierten Hüftgelenken wurden in der zweiten Hälfte 2000 klinisch und radiologisch untersucht. So konnten durch die Nachuntersuchung 91,2% der in diesem Zeitraum operierten Patienten erfasst und die Ergebnisse beurteilt werden.

Radiologisch zeigen sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung sehr gute Ergebnisse, so lag der CE-Winkel nach Wiberg zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei Durchschnittlich 35,3 Grad und damit im Normbereich. In nur drei Fällen konnten schwer pathologische CE-Winkel nachgewiesen werden. Der AC-Winkel nach Hilgenreiner wurde von durchschnittlich 30,0 Grad präoperativ, was einer schweren Dysplasie entspricht, auf einen postoperativen Wert von durchschnittlich 9,6 Grad heruntergebogen. Durch die Operation wurde dieser Winkel deutlich unter den Grenzwert zum leicht dysplastischen gebracht. Dieser im Vergleich zu anderen Arbeiten, höhere Korrektoreffekt ist durch die Benutzung der allogenen autoklavierten Knochenkeile zu erklären. Durchschnittlich konnte bei den Knochenkeilen radiologisch eine Höhe von 1,4 Zentimetern und eine Tiefe von 2,1 Zentimetern gemessen werden. Es war bei einigen Hüftgelenken zu einem Verschluss der Y-Fuge gekommen, so dass es nur bei 73 Hüftgelenken möglich war, den AC-Winkel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zu bestimmen. So wurde der Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp

bestimmt. Hier konnten nur neun Hüftgelenke im leicht pathologischen Bereich nachgewiesen werden.

Das Patientenurteil fällt in 96,4% mit gut und sehr gut aus, und nur von einem Patienten wird das Ergebnis als schlecht beurteilt.

Die Azetabuloplastik in der modifizierten Dortmunder Technik mit allogenen autoklavierten Knochenkeilen hat sich im mittelfristigen Verlauf als geeignete Methode zur operativen Hüftdysplasiebehandlung erwiesen. Zu vermehrten Knochensinterungen im Vergleich mit Arbeiten, in denen durch intertrochantäre Femurosteotomien gewonnene kortikospongiöse autogene Knochenkeile zur Abstützung dienten, ist es nicht gekommen. Die mechanische Festigkeit scheint den Erfordernissen bei kindlichen Azetabuloplastiken zu genügen.

Nachdem die Nachuntersuchung keine Nachteile, aber wesentliche Vorteile (Zentrierungsgewinn, Korrekturgewinn) für die Benutzung von allogenen autoklavierten Knochenkeilen erkennen lässt, ist auch zukünftig bei geeigneten Fällen ein entsprechendes Vorgehen zu empfehlen.

5.1 Summary

In the context of a follow-up examination of all acetabuloplastics carried out according to the modified technique used in Dortmund with allogenic autoclaved shelf operation during 1991 and 1992 in the Orthopedic Department of the Hospital at Dortmund, medium-term results could be ascertained. These patients were the first ones in which allogeneic autoclaved shelf wedges were used to support the bended acetabulum. In publications on this topic, allogeneic autoclaved shelf wedges are reported to have a high decrease in stability, a fact that could have had a negative influence on our results.

83 patients with 125 surgical interventions of the hips were examined clinically and radiologically during the second half of the year 2000. By this follow-up examination 91.2% of the patients and their results were documented and evaluated.

Radiologically, at the time of the follow-up examination very good results were found. The CF-angle according to Wiberg was with about 35.3° in the normal range. Only in three cases there was proof of severe pathological CE-angles.

The AC-angle according to Hilgenreiner was bended from an average angle of 30° preoperative – this correlates with a severe dysplasia – down to an average angle of 9.6° postoperative. By this surgical intervention, this angle was significantly below the limit of light dysplasia.

This higher corrective effect – in comparison to other studies – can be explained by the use of the allogeneic autoclaved shelf wedges. On the average in these wedges a height of 1.4cm and a depth of 2.1cm could be measured radiologically. In some hip joints, the hyaline cartilage was shut so that only in 73 hips the AC-angle at the time of the follow-up examination could be determined. The angle of

the acetabulum opening was measured according to Ullman and Sharp. Only nine hips were judged pathological.

The judgement of the patients was good to very good in 96.4% of the cases, only one patient was not content with the result of the surgical intervention.

The acetabuloplasty carried out according to the modified technique used in Dortmund with allogenic autoclaved shelf wedges has in the medium-term course turned out to be a suitable method for the surgical intervention of hip dysplasia. There were no increased signs of bone sinter in comparison to those studies in which cortico-spongy allogenic autoclaved shelf wedges obtained by intertrochanteric femoral osteotomy were used to support the bended acetabulum. The mechanical stability seems to suffice for the requirements of acetabuloplasties in children.

Since follow-up examination did not reveal any disadvantage, but showed considerable benefits (gain of centering, gain of correction) for the use of allogeneic autoclaved shelf wedges, this method is recommended to be carried out in suitable cases.

6. Anhang

6.1. Der Harris Hip Score

| Kriterium | max. mögliche Punkte | Prozentualer Anteil |
|------------------------------|----------------------|---------------------|
| Schmerzempfindung | | |
| -Schmerzen | 44 | 44 |
| Funktion des Hüftgelenkes | | |
| -Hinken | 11 | 11 |
| -Gehhilfen | 11 | 11 |
| -Gehstrecke | 11 | 11 |
| -Treppensteigen | 4 | 4 |
| -Schuhe und Socken | 4 | 4 |
| -Sitzen | 5 | 5 |
| -Öffentliche Transportmittel | 1 | 1 |
| Bewegungsausmaße | | |
| -Deformitäten | 5 | 5 |
| -Bewegungsausmaß | 4 | 4 |
| Maximalwert | 100 Punkte | 100 % |

Tabelle 10: Harris-Hip-Score (Kriteriengewichtung in Prozent und maximal erreichbaren Punktwerten)

| Definition | maximale Punktzahl |
|---|--------------------|
| Schmerzfreiheit | 44 |
| Gelegentlich leichte Schmerzen, keine Einschränkung alltäglichen Aktivitäten | 40 |
| manchmal mäßigen Schmerz bei außergewöhnlichen Belastungen, gelegentliche Schmerzmitteleinnahme | 30 |
| mäßiger, erträglicher Schmerz mit Einschränkungen bei normalen Alltagsaktivitäten, gelegentliche Einnahme stärkerer Schmerzmittel | 20 |
| starke Schmerzen mit massiver Beeinträchtigung von Alltagsaktivitäten, häufige Schmerzmitteleinnahme | 10 |
| Dauer-/Ruheschmerzen, totale Behinderung, bettlägerig | 0 |

Tabelle 11: Harris-Hip-Score Schmerzempfindung (maximal erreichbare Punktzahl 44)

| Definition | maximale Punktzahl |
|--|--------------------|
| Hinken | |
| - kein Hinken | 11 |
| - leichtes Hinken, nach längeren Belastungen | 8 |
| - mäßiges Hinken | 5 |
| - starkes Hinken | 0 |
| Gehhilfen | |
| - keine Hilfsmittel | 11 |
| - ein Stock für lange Gehstrecken | 7 |
| - einen Spazierstock fast immer | 5 |
| - eine Unterarmgehstütze | 4 |
| - zwei Spazierstöcke | 2 |
| - zwei Unterarmgehstützen, gehunfähig | 0 |
| Gehstrecke | |
| - unbegrenzt | 11 |
| - etwa 30 Minuten (ca. 1,5 km) | 8 |

| | |
|---|---|
| - etwa 15 Minuten (ca. 800 m) | 5 |
| - nur in der Wohnung | 2 |
| - Bett und Sessel | 0 |
| Treppensteigen | |
| - normal, ohne Geländerbenutzung | 4 |
| - normal, mit Geländerbenutzung | 2 |
| - mit Hilfe, Stufe für Stufe | 1 |
| - unfähig Treppen zu steigen | 0 |
| Schuhe und Strümpfe anziehen | |
| - unbehindert möglich | 4 |
| - mühsam möglich | 2 |
| - unmöglich | 0 |
| Sitzen | |
| - bequem auf jedem Stuhl, mindestens eine Stunde | 5 |
| - auf einem hohen Stuhl, mindestens eine halbe Stunde | 3 |
| - unfähig, auf irgend einem Stuhl zu sitzen | 0 |
| Benutzung öffentlicher Transportmittel | |
| - möglich | 1 |
| - unmöglich | 0 |

Tabelle 12: Harris-Hip-Score Funktion des Hüftgelenkes (maximal erreichbare Punktzahl 47)

| Definition | maximale Punktzahl |
|---|--------------------|
| weniger als 30° Beugekontraktur | 1 |
| weniger als 10° Adduktionskontraktur | 1 |
| weniger als 10° Innenrotationskontraktur in Streckung | 1 |
| weniger als 3,2 cm Beinlängendifferenz | 1 |

Tabelle 13: Harris-Hip-Score Fehlen von Deformitäten (maximal erreichbare Punktzahl 4)

| Bewegungsrichtung | Bewegungsausschlag | Index |
|----------------------------|--------------------------|-------|
| Flexion | bis 45° | 1,0 |
| | 45° bis 90° | 0,6 |
| | 90° bis 110° | 0,3 |
| | größer als 110° | 0,0 |
| Extension | jeder Bewegungsausschlag | 0,0 |
| Abduktion | bis 15° | 0,8 |
| | 15° bis 30° | 0,3 |
| | größer als 30° | 0,0 |
| Adduktion | bis 15° | 0,2 |
| | größer als 15° | 0,0 |
| Außenrotation in Streckung | bis 30° | 0,4 |
| | größer als 30° | 0,0 |
| Innenrotation in Streckung | jeder Bewegungsausschlag | 0,0 |

Tabelle 14: Harris-Hip-Score Bewegungsausmaße (maximal erreichbare Punktzahl 5)

Die Bewegungsausschläge werden mit dem Index multipliziert und die Gesamtsumme mit 0.05 erneut multipliziert.

6.2 Patientenfragebogen

Folgender Fragebogen wurde ausgewertet:

Fragebogen

Name:

Geburtsdatum:

Telefonnummer:

Zu folgender Zeit am besten zu erreichen:

Nebenerkrankungen:

Operierte Seite:

Sind bei Ihrem Kind in den letzten zwei Jahren an der operierten Hüfte Schmerzen aufgetreten?

- ja nein

Bestehen momentan Schmerzen in der operierten Hüfte?

- ja nein

Wenn Schmerzen bestehen, wie würden Sie diese einstufen?

- gelegentlich leichte Schmerzen, keine Einschränkung alltäglicher Aktivitäten
- milder Schmerz, kein Einfluss auf normale Aktivitäten, selten mäßige Schmerzen bei außergewöhnlicher Belastung
- mäßiger, erträglicher Schmerz, Einschränkung bei normaler Aktivität, gelegentliche Schmerzmitteleinnahme
- starke Schmerzen, deutliche Einschränkung von Alltagsaktivitäten, häufige Schmerzmitteleinnahme
- Dauer- / Ruheschmerz, totale Invalidisierung

Haben sie den Eindruck, dass Ihr Kind beim Laufen hinkt?

- nein
- leichtes Hinken bei längerer Belastung
- mäßiges Hinken
- starkes Hinken

Wird beim Gehen ein Hilfsmittel benutzt?

- nein
- ein Spazierstock für lange Strecken
- fast immer ein Spazierstock
- eine Unterarmgehstütze
- zwei Spazierstöcke
- zwei Unterarmgehstützen
- Unfähigkeit zu gehen

Wie lang ist die Gehstrecke Ihres Kindes?

- unbegrenzt
- ca. 30 Minuten (ca. 1,6 km)
- ca. 15 Minuten (ca. 0,8 km)
- es hält sich vornehmlich in der Wohnung auf
- es hält sich vornehmlich in Bett und Sessel auf

Bestehen Schwierigkeiten beim Treppensteigen?

- problemlos, ohne ein Geländer zu benutzen
- problemlos mit Geländerbenutzung
- nur mit Hilfe
- unfähig, Treppen zu steigen

Ist Hüpfen auf dem operierten Bein möglich?

- ja
- nein

Nimmt Ihr Kind am Schulsport teil?

- ja nein

Treibt es Sport?

- ja nein

Wenn ja, welchen und wie regelmäßig?

Sportarten:.....

.....mal pro Woche

Bestehen andere Einschränkungen?

- ja nein

Wenn ja, welche?

Bestehen Schwierigkeiten beim Schuhe- und Sockenanziehen?

- unbehindert möglich
- mit Schwierigkeiten möglich
- unmöglich

Wie lange kann Ihr Kind sitzen?

- bequem auf jedem Stuhl für mindestens 1 Stunde
- auf einem hohen Stuhl für mindestens 30 Minuten
- Sitzen ist unmöglich

Kann Ihr Kind öffentliche Verkehrsmittel benutzen?

- ja nein

Sind nach der Operation (und evtl. Materialentfernung) andere Therapien oder Operationen an der Hüftgelenken durchgeführt worden?

ja nein

Wenn ja, welche?

Sind noch Therapien oder Operationen geplant?

ja nein

Wenn ja, welche?

Wie würden Sie das Operationsergebnis beurteilen?

- sehr gut
- gut
- befriedigend
- unbefriedigend

Bei unbefriedigendem Operationsergebnis bitte Begründung angeben:

Würden Sie Ihr Kind noch einmal operieren lassen?

ja nein

Wenn nein, warum nicht?

7. Literatur

1. Albee FH (1915):
The bone graft wedge
NY Med 52, 433-441 (Am J Med Sci 149, 313-325)
2. American Association of Tissue Banks (1987):
Technical Manual for Surgical Bone Banking
American Association of Tissue Banks, Virginia
3. American Association of Tissue Banks (1998):
Standards for Tissue Banking
American Association of Tissue Banks, Virginia
4. Anders G, Siedeg S (1982):
Nachuntersuchungsergebnisse nach Varisierungs-Derotations-Osteotomie bei
Hüftdysplasie
Z Orthop 120, 105-112
5. Apel DM, Smith DG, Schwartz CM (1989):
Threaded Cup Acetabuloplasty
Clin Orthop 241, 183-189
6. Behrens K, Anders G (1985):
Die Femurkopfnekrose als Komplikation der Becken- und intertrochantären
Derotations-Varisierungsosteotomie und ihre Auswirkungen auf die Entwicklung des
Pfannendaches
in Tönnis D
Die operative Behandlung der Hüftdysplasie, Technik und Ergebnisse
Bücherei des Orthopäden, Band 44, 1. Auflage
Enke, Stuttgart, 263-268

7. Bernbeck R (1949):
Die pathologische Femurtorsion und Coxa valga, Ihre operative Behandlung durch intertrochantäre Schrägosteotomie
Z Orthop 78, 303-313
8. Bettin D, Dethloff M, Steinbeck J, Polster J (1994):
Organisation einer Knochen- und Gewebebank
Z Orthop 132, 453-458
9. Bloch M (1994):
Untersuchung praeoperativer und operativer Einflußfaktoren auf die Spätergebnisse der Dreifachen-Beckenosteotomie nach Tönnis
Inaugural-Dissertation zur Erlangung des doctor medicinae der Medizinischen Fakultät der Westfälischen-Wilhelms-Universität Münster
10. Bombelli R (1985):
Die biomechanische Bedeutung der Coxa valga in Abhängigkeit von der Dysplasie des Acetabulums
Z Orthop 123, 452-455
11. Brückl R, Hepp WR, Tönnis D (1972):
Eine Abgrenzung normaler und dysplastischer jugendlicher Hüftgelenke durch den Hüftwert
Arch orthop Unfall Chir 74, 13-32
12. Brückl R, Tönnis D (1979):
Zum Wachstum des jugendlichen Hüftgelenkes. Eine planimetrische Untersuchung an Röntgenbildern
Arch orthop Trauma Surg 93, 149-159

13. Brückl R (1993):
Die Bedeutung des Hüftwertes als Entscheidungshilfe bei der Behandlung der jugendlichen Dysplasiehüfte
Orthop Praxis 29, 31-33

14. Brückl R (1997):
Kongenitale Hüftdysplasie und Dysplasie-Koxarthrose
Orthop Praxis 33,358-380

15. Brückl R (2000):
Der Hüftwert als Entscheidungshilfe zur Operationsindikation bei der jugendlichen Dysplasie
Orthop Praxis 36, 661-666

16. Brüning K, Heinecke A, Tönnis D (1988):
Langzeitergebnisse der Azetabuloplastik
Z Orthop 126, 266-273

17. Brunner Ch (1990):
Die perikapsuläre Beckenosteotomie nach Pemberton -Spätresultate 15 und mehr Jahre nach Operation
in Debrunner AM
Langzeitergebnisse in der Orthopädie
Enke, Stuttgart, 112-114

18. Bushmann L, Eulert J (1985):
Einfluß der postoperativen Zentrierung des Hüftkopfes auf die Hüftpfannenentwicklung bei verschiedenen Beckeneigriffen
in Tönnis D
Die operative Behandlung der Hüftdysplasie, Technik und Ergebnisse
Bücherei des Orthopäden, Band 44, 1. Auflage
Enke, Stuttgart, 225-233

19. Busse J, Gasteiger W, Tönnis D (1972):
Die neue Methode zur röntgenologischen Beurteilung eines Hüftgelenkes- Der Hüftwert
Arch orthop Unfall Chir 72, 1-9

20. Center for Disease Control (1988):
Transmission of HIV through bone transplantation: case report and public health
recommendations
MMWR 37, 597-599

21. Chapchal G (1974):
Indications for the various types of pelvic osteotomy
Clin Orthop 98, 111-115

22. Chapchal G (1976):
The intertrochanteric osteotomy in the treatment of congenital dysplasia of the hip
Clin Orthop 119, 54-59

23. Chiari K (1955):
Ergebnisse mit der Beckenosteotomie als Pfannendachplastik
Z Orthop 87, 14-26

24. Coopermann DR, Wallensten R, Stulberg SD (1983):
Acetabular dysplasia in the adult
Clin Orthop 75, 79-85

25. Dega W (1964):
Schwierigkeiten in der chirurgischen Reposition der veralterten kongenitalen
Subluxation des Hüftgelenks bei Kindern
Beitr Orthop Traumatol 11, 642-647

26. Dega W (1973):
Entwicklung und klinische Bedeutung der dysplastischen Hüftgelenkpfanne
Orthop 2, 202-218

27. Deimel D, Breuer D, Alalyan A, Mittelmeier H (1993):
Verlaufsbeobachtung eines hüftsonographischen Screeningprogrammes zur
Früherkennung angeborener Hüftreifeungsstörungen an der Orthopädischen
Universitätsklinik Homburg/Saar im Zeitraum von 1985 bis 1990
Z Orthop 131, 1-5 (Z Orthop 132, 255-259)

28. Dimitriu JK, Cavadias AX (1989):
One-stage surgical procedure for congenital dislocation of the hip in older children
Long term results
Clin Orthop 246, 30-38

29. Dürrschmidt V (1982):
Der negative azetabuloplastische Effekt der intertrochanteren Rotations-Varisierungs-
Osteotomie (IRVO)
Z Orthop 120, 860-864

30. Dürrschmidt V (1982):
Die Entwicklung des Antetorsionswinkel am koxalen Femurende konservativ und
operativ behandelter Luxationshüften
Beitr Orthop Traumatol 29, 300-306

31. Dürrschmidt V, Teshner W (1985):
Die Hüftgelenksentwicklung nach simultaner intertrochanterer Rotations-Varisierungs-
Osteotomie und perikapsulärer Iliumosteotomie nach Pemberton
Beitr Orthop Traumatol 32, 357-365

32. Eckardt A, Meurer A, Felske-Adler C (1995):
Korrektur der Pfannendysplasie durch die Innominatumosteotomie nach Salter
Orthop Praxis 31,78-83

33. Ekkernkamp M, Katthagen BD (1997):
Die Azetabuloplastik
Orthopäde 26, 75-80

34. Engelhard P (1988):
Die Bedeutung des Zentrumeckenwinkels zur Prognose der Dysplasiehüfte 50 Jahre
nach Erstbeschreibung durch G Wiberg
Orthopäde 17, 463-467

35. Eulert J, Behrens K, Buschbaum L, Immenkamp M, Jani L (1985):
Die Entwicklung der dysplastischen Hüftgelenkpfanne nach verschiedenen
Beckeneingriffen mit und ohne Femurosteotomie
in Tönnis D
Die operative Behandlung der Hüftdysplasie, Technik und Ergebnisse
Bücherei des Orthopäden, Band 44, 1. Auflage
Enke, Stuttgart 201-224

36. Eulert J, Gekeler J (1979):
10-Jahresergebnisse der Beckenosteotomie nach Salter teilweise kombiniert mit
offener Reposition und / oder intertrochanterer Femurosteotomie
Orthopäde 8, 36-39

37. Exner GU (1987):
Entwicklung der Femurkopffossifikation bei der Hüftgelenksdysplasie und
Hüftgelenksluxation
Z Orthop 125, 657-663

38. Eyre-Brook AL, Jones DA, Harris FC (1978):
Pemberton's acetabuloplasty for congenital dislocation or subluxation of the hip
J Bone Joint Surg 60-b, 18-24
39. Eyring EJ, Bjornson DR, Peterson CA (1965):
Early diagnostic and prognostic signs in Legg-Calve-Perthes disease
Am J Roentgenol 93, 382-388
40. Faciszewski T, Kiefer GN, Coleman SS (1993):
Pemberton osteotomy for residual acetabular dysplasia in children who have
congenital dislocation of the hip
J Bone Joint Surg 75-A, 643-649
41. Felske-Adler C, Hopf C, Heine J (1990):
Zur Problematik der Vergleichbarkeit von Ergebnissen der Behandlung der
angeborenen Hüftluxation, dargestellt anhand des Severin-Schemas und des
Klassifizierungssystems des Arbeitskreises Hüftdysplasie
Z Orthop 128, 536-542
42. Fritsch E, Schmitt E, Mittelmeier H (1996):
Radiographic courses after acetabuloplasty and femoral osteotomy in hip dysplasia
Clin Ortop 323, 215-225
43. Gao GX, Liang D, Wang CW, Fan Y, Zhang YY (1988):
Acetabuloplasty for congenital dislocation of the hip in children
Arch Orthop Trauma Surg 107, 42-46
44. Gibson PH, Benson Mk (1982):
Congenital dislocation of the hip
J Bone Surg 64-B, 169-175

45. Grifka J, Ludwig J (1998):
Kindliche Hüftdysplasie
Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York
46. Grill F, Frischhut B (1991):
Ergebnisse der Behandlung der veralteten congenitalen Hüftluxation nach Gehbeginn
Z Orthop 129, 342-349
47. Grudziak JS, Ward WT (2001)
Dega osteotomy for the treatment of congenital dysplasia of the hip
J Bone Joint Surg 83-A, 845-854
48. Gulmann B, Tuncay IC, Dabak N, Karalsmailoglu N (1994):
Salter's innominate osteotomy in the treatment of congenital hip dislocation a long
term review
J Pediatr Orthop 14 ,662-666
49. Gürtler L (1997):
Übertragbarkeit von Infektionserregern über allogene Knochen transplantate
in Schnettler R, Markgraf E
Knochenersatzmaterialien und Wachstumsfaktoren
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 8-11
50. Hansson G, Althoff B, Bylund P, Jacobsson B, Löfberg AM, Lönnerholm T (1990):
The Swedish experience with Salter's innominate osteotomy in the treatment of
congenital subluxation and dislocation of the hip
J Pediatr Orthop 10, 159-162

51. Heine J, Felske-Adler C (1985):
Ergebnisse der Behandlung der kongenitalen Hüftluxation durch offene Reposition
und Beckenosteotomie nach Salter
Z Orthop 123, 273-277

52. Heine J, Felske-Adler C, von Recklinghausen P (1987):
Pfannenrekonstruktion bei Hüftdysplasie
Bücherei des Orthopäden, Band 50, 1. Auflage
Enke Verlag Stuttgart

53. Herrmann E (1963):
Über Entstehung und Verlauf pathologischer Hüftkopfveränderungen bei der
unblutigen Behandlung der Dysplasia luxans coxae congenita
Inaugura-Dissertation, Freie Universität Berlin

54. Hilgenreiner H (1925):
Zur Frühdiagnose und Frühbehandlung der angeborenen Hüftgelenkverrenkung
Med Klinik 21, 1385-1389

55. Idelberger K, Frank A (1952):
Über eine neue Methode zur Bestimmung des Pfannendachwinkels bei Jugendlichen
und Erwachsenen
Z Orthop 82, 571-577

56. Immenkamp M, Zsernaviczky J (1985):
Die Schenkelhalsentwicklung nach Pfannenoperationen ohne Derotations- und
Varisierungsosteotomie
in Tönnis D
Die operative Behandlung der Hüftdysplasie, Technik und Ergebnisse
Bücherei des Orthopäden, Band 44, 1. Auflage
Enke Verlag, Stuttgart 248-253

57. Jäger M, Retior HJ (1974):
Der Kopfepiphysenwinkel
Ortop Praxis 10, 32-36
58. Jani I (1985):
Die Beckenosteotomie nach Salter
in Tönnis D
Die operative Behandlung der Hüftdysplasie, Technik und Ergebnisse
Bücherei des Orthopäden, Band 44, 1. Auflage
Enke Verlag , Stuttgart 30-37
59. Jerosch J, Castro WHM, Granrath M, Rosin H (1990):
Knochenbanken in der BRD
Unfallchirurg 93, 334-338
60. Jones E (1920):
The operative treatment of irreducible paralytic dislocation of the hip
Amer J Orthop Surg 18, 183-
61. Karakas ES, Baktir A, Argün M, Türk CY (1995):
One-stage treatment of congenital dislocation of the hip in older children
J Pediatr Orthop 15, 330-336
62. Katthagen BD (1986):
Knochenregeneration mit Knochenersatzmaterialien- Eine tierexperimentelle Studie
Heft Unfallhkd 178, 94-99
63. Katthagen BD (1988):
Knochenbankführung- Knochentransplantation und -ersatz
DGOT-Mit 4, 25-

64. Kaufmann L, Scheier H (1990):
Langzeitresultate der Behandlung verschiedener Grade von Hüftgelenksdysplasie
in Debrunner AM
Langzeitergebnisse in der Orthopädie
Enke, Stuttgart, 96-101

65. Kern S, Exner GU (1990):
Die milde Hüftdysplasie: Eine Verlaufsbeobachtung vom Kleinkindes- bis ins
Erwachsenenalter
In Debrunner AM
Langzeitergebnisse in der Orthopädie
Enke, Stuttgart, 93-95

66. Kerschbaumer F, Bauer R (1985):
Zur Differential-Indikation der Beckenosteotomie bei Kindern und Adoleszenten
Z Orthop 123, 473-476

67. Knaepler H, Haas H, Püschel HU (1991):
Biochemische Eigenschaften thermisch und radioaktiv behandelter Spongiosa
Unfallchirurgie 17, 194-199

68. Knaepler H, v Garrel T, Seipp HM, Ascherl R (1992):
Experimentelle Untersuchung zur thermischen Desinfektion und Sterilisation allogener
Knochentransplantate und deren Auswirkungen auf die biologische Wertigkeit
Unfallchirurgie 95, 447-484

69. Knaepler H, v Garrel T, Seipp HM, Ascherl R, Gotzen L (1992):
Autoklavierung von allogenen Knochentransplantaten als Alternative zur
konventionellen Knochenbank?
Orthop Praxis 28, 18-22

70. Knaepler H, v Garrel T, Gürtler L (1994):
Die allogene Knochen transplantation - eine aktuelle Standortbestimmung
Dtsch Ärzteblatt 91, B 798-802
71. Knaepler H (2001):
Die allogene Knochen transplantation in der Unfallchirurgie
Fortbildung: Qualitätssicherung der Knochenbank in Dortmund 1/2001
72. Korn S, Krauspe R (1993):
Ergebnisse der Beckenosteotomie nach Salter bei Jugendlichen und Erwachsenen
Orthop Praxis 29,122-125
73. Krämer KL, Maichl FP (1993):
Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie
Auflage, 223-227 und 249-253, Thieme Verlag Stuttgart-New York
74. Krauspe R, Korn S (1993):
Die Entwicklung des Azetabulums nach Beckenosteotomie im Wachstumsalter
Orthop Praxis 29, 126-130
75. Kühne JH, Refior HJ (1993):
Möglichkeiten zur HIV-Inaktivierung homologer Knochen transplantate
Unfallchirurgie 19, 313-317
76. Kummer B (1985):
Die klinische Bedeutung der Coxa valga
Z Orthop 123, 443-452
77. Kummer B (1988):
Biomechanische Aspekte der Luxationshüfte
Orthopäde 17,452-462

78. Lack W, Windhager R, Kutscherra HP, Engel A (1991) :
Chiari Pelvic Osteotomy for osteoarthritis secondary to hip dysplasia
J Bone Joint Surg 73-B, 229-234
79. Lance PM (1925) :
Constitution d'une butee osteoplastique dans les luxation et subluxation congenitales
de la hanche
Press Med 33, 945-948
80. Lelie PN, Reesink HW, Lucas CJ (1987):
Inactivation of 12 viruses by heating steps applied during manufacture of a hepatitis B
vaccine
J Med Virology 23, 297-301
81. Loder RT, Karol LA, Johnson S (1993):
Influence of pelvic osteotomy on birth canal size
Arch Orthop Trauma Surg 112, 210
82. Loew M, Niethard FU, Schneider E (1990):
Die prognostische Bedeutung klinischer und radiologischer Parameter für die
Revalgisierung des Schenkelhalses nach intertrochanterer Derotations-
Varisierungsosteotomie
Z Orthop 128, 592-597
83. Mäder G, Brunner Ch, Ganz R (1979):
10-Jahres-Resultate der Beckenosteotomie nach Salter
Orthopäde 8, 30-35
84. Matter HP, Gruber G (1996):
Knochenbank: Kostenvergleich allogenes versus xenogenes Transplantatmaterial
Akt. Traumatol. 26, 321-325

85. Matthiessen HD (1997):
Kompressionsversuche an Wachstumsfugen
in Tschauner C
Die Hüfte
Enke Verlag, Stuttgart, 45-56

86. Marafioti RL, Westin GW (1980):
Factors influencing the results of acetabuloplasty in children
J Bone Surg 62-A, 765-769

87. Mau H, Merz R (1986):
Zehn- bis Zwanzigjahresergebnisse der Beckenosteotomie nach Salter
in Blauth W, Ulrich HW
Spätergebnisse in der Orthopädie
Springer, Heidelberg

88. Mayer G, Zienert B (1984):
Die perikapsuläre Iliumosteotomie nach Pemberton
Beitr Orthop Traumatol 31, 407-419

89. Merk H, Wissel H, Machner A, Pap G (1997):
Korrelation von pathologisch klinischen Hüftbefunden zur sonographischen
Untersuchung von Säuglingshöften
Z Orthop 135, 112-115

90. Meurer A, Eckhardt A, von Recklinghausen P (1994):
Die Indikation zur perikapsulären Iliumosteotomie nach Pemberton
Orthop Praxis 30, 614-617

91. Mittelmeier H (1961):
Beitrag zur funktionellen Therapie und Spontanreposition der angeborenen Luxationshüfte mit Spreizhöschen und Pavlikbandage
Arch orthop Unfall-Chir 52, 465-522
92. Mittelmeier H (1964):
Zur Kombination von intertrochanterer Femurosteotomie und Pfannendachplastik (unter Verwendung des Osteotomiekeils)
Sonderdruck zu Beiträge zur Orthopädie und Traumatologie 11, 624-626
93. Mittelmeier H, Schmitt O (1981):
Lagerung und Fixierung zur Röntgenaufnahme
in Fries G, Tönnis D
Hüftluxation und Hüftdysplasie im Kindesalter
Buchreihe für Orthopädie und orthopädische Grenzgebiete
Auflage, 67-70, Med Literatur Verlagsges Uelzen
94. Mittelmeier H, Schmitt O, Schmitt J (1981):
Die Behandlung durch „Overhead-Extension“ in Lorenz-Stellung
in Fries G, Tönnis D
Hüftluxation und Hüftdysplasie im Kindesalter
Buchreihe für Orthopädie und orthopädische Grenzgebiete
Auflage, 90-99, Med Literatur Verlagsges Uelzen
95. Mittelmeier H, Schmitt E, Hassinger M (1985):
Appositionspfannendachplastik mit Schraubenosteosynthese unter Verwendung des Osteotomiekeils bei intertrochantere Femurosteotomie
Z Orthop 123, 147-155
96. Mittelmeier H (1990):
Hüftchirurgie im Kleinkindesalter
Z Orthop 128, 365-368

97. Moulin P, Morscher E (1988):
Langzeitresultate der Becken-Osteotomie nach Salter
Orthopäde 17, 479-484
98. Munting E, Wilmart JF, Wijne A, Hennebert P, Delloye C (1988):
Effect of sterilization on osteoinduction
Acta Orthop Scand 59, 34-38
99. Murphy SB, Kigewski PK, Millis MB, Harless A (1990):
Acetabular dysplasia in the adolescent and young adult
Clin Orthop 261, 214-223
100. Niethard FU, Roesler H (1987):
Die Genauigkeit von Längen- und Winkelmessungen im Röntgenbild und Sonogramm
des kindlichen Hüftgelenkes
Z Orthop 125, 170-176
101. Niethard FU (1990):
Röntgenologische Untersuchung der Säuglings- und Kleinkinderhüfte
Z Orthop 128, 357-360
102. Nyga W, Weiss J-W (1979):
Erfahrungen mit der Acetabuloplastik nach Pemberton
Z Orthop 117, 952-957
103. Pauweis F (1965):
Gesamte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates
Springer, Berlin
104. Pemberton P (1965):
Pericapsular osteotomy of the ilium for treatment of congenital subluxation and
dislocation of the hip
J Bone Joint Surg 47-A, 65-86

- 105.Perna G (1922):
Sulla ossificazione dell'acetabulum e sul significato del tunerculum supracotyloideum
nell'uomo
Chir Org Mov 6, 485-568
- 106.Rab GT (1978):
Biomechanical aspects of Salter osteotoy
Clin Orthop 132, 82-87
- 107.Reichel H, Haunschild M, Hein W (1996):
Langzeitresultate der Azetabuloplastik nach Dega
Z Orthop 134, 131-136
- 108.Reimers J (1980):
The Stability of the hip in children
Acta Orthop Scand 184, 12-18
- 109.Rigo J, Szepesi K, Gaspar L, Poti L(1994):
Die Indikation der Beckenosteotomie nach Chiari
Z Orthop 132, 157-160
- 110.Röhlig H (1963):
Zur Prognose der Luxationshüfte
Arch Orthop Unfallchir 55, 404-421
- 111.Rueger JM (1998):
Knochenersatzmittel, Heutiger Stand und Ausblick
Orthopäde 27, 72-79
- 112.Salter R (1961):
Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the
hip
J Bone Joint Surg 43-B, 518-539

113.Salter R, Dubos JP (1974):

The first fifteen years personal experience with innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip

Clin Orthop 98, 72-103

114.Schede F (1933):

Die Pfannendachplastik

Z Orthop Chir 58, 470-486

115.Schittch I, Rechl H, Penners R (1995):

Langzeitergebnisse nach Varisierungsosteotomie im Kindesalter bei Hüftdysplasie

Orthop Praxis 31, 42-47

116.Schlegel KF, Puhlvers E (1987):

Dysplasie und sogenannte angeborene Hüftluxation

in Witt AN, Rettig HH, Schlegel KF

Orthopädie in Klinik und Praxis, Band 7 Spezielle Orthopädie, Teil 1 Hüftgelenk,

Oberschenkel, Knie, Unterschenkel und spezielle Probleme

Thieme 1.1-1.90, 2. Auflage

117.Schulze KJ, Schneider J (1981):

Der Hüftwert zur diagnostischen und prognostischen Beurteilung des dysplastischen Hüftgelenkes

Beitr Orthop Traumat 28,331-337

118.Shih CM, Shih HN (1988):

One-stage combined operation of congenital dislocation of the hip in older children

J Pediatr Orthop 8, 535-539

119. Shimada K, Engelmann L, Rungenhagen K (1990):
Retrospektive Analyse der Hüftgelenkentwicklung nach perikapsularer Iliumosteotomie nach Pemberton (modifiziert nach Tönnis) in Kombination mit intertrochanterer Korrekturosteotomie (IVDO)
Beitr Orthop Traumatol 37, 575-580
120. Song HR, Carroll N (1998):
Femoral varus derotation osteotomy with or without acetabuloplasty for unstable hips in cerebral palsy
J Pediatr Orthop 18, 62-68
121. Spitz H (1924):
Künstliche Pfannendachbildung
Z Orthop 43, 284-294
122. Staheli LT (1990):
Surgical management of acetabular dysplasia
Clin Orthop 264, 111
123. Staudte HW, Breickmann B (1991):
Die thermische Aufbereitung von homologen Knochentransplantaten für die Knochenbank als zusätzliche Sicherheit zur Aids-Prophylaxe
Z Orthop 58, 108-110
124. Sutherland DH, Moore M (1991):
Clinical and radiographic outcome of patients treated with double innominate osteotomy for congenital hip dysplasia
J Pediatr Orthop 11, 143-148
125. Suzuki S (1995):
Tomography in dysplasia of the hip
J Pediatr Orthop 15, 812-816

126. Tönnis D, Brunken D (1968):

Eine Abgrenzung normaler und pathologischer Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie

Arch orthop Unfall Chir 64, 197-228

127. Tönnis D, Veigel B, Groher W, Rautenberger E (1972):

Nachuntersuchungsergebnisse einer Azetabuloplastik kombiniert mit der Derotationsvarisierungsosteotomie unter gleichzeitiger Verwendung des Osteotomiekeils

Z Orthop 110, 489-504

128. Tönnis D (1976):

An evaluation of conservative and operative methods in the treatment of congenital hip dislocation

Clin Orthop 119, 76-88

129. Tönnis D, Sprafke K (1977):

Neue Ergebnisse der weiterentwickelten Azetabuloplastik nach Lance in Verbindung mit der Derotationsvarisierungsosteotomie

Z Orthop 115, 743-752

130. Tönnis D (1979):

Eine neue Form der Hüftpfannenschwenkung durch Dreifachosteotomie zur Ermöglichung späterer Hüftprothesenversorgung

Orthop Praxis 15, 1003-1009

131. Tönnis D (1984):

Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter
Springer Verlag, Heidelberg

132. Tönnis D (1985):
Die operative Behandlung der Hüftdysplasie, Technik und Ergebnisse
Bücherei des Orthopäden, Band 44, 1. Auflage
Enke Verlag, Stuttgart
133. Tönnis D (1990):
Diagnose und Therapie der Hüftdysplasie des älteren Kindes
Z Orthop 126, 369-372
134. Tönnis D (1990):
Die operative Behandlung der angeborenen Hüftluxation und Hüftdysplasie
in: Aktuelle Schwerpunkte der Orthopädie
Thieme Verlag, Stuttgart-New York
135. Tönnis D, Brüning K, Heinecke A (1994):
Lateral Acetabular Osteotomy
J Pediatr Orthop Part B 3, 40-46
136. Torwesten G, Braun M (1993):
Kostenanalyse einer Knochenbank
Z Orthop 131, 51-56
137. Utterback TD, MacEwen GD (1974):
Comparison of pelvic osteotomies for the surgical correction of the congenital hip
Clin Orthop 98, 104-110
138. Weber M, Wirtz D, Jaeschke C, Niethard FU (1998)
Wachstumsstörungen des Hüftpfannendaches nach Acetabuloplastik
bei angeborener Hüftdysplasie
Z Orthop 136, 525-533

139. Wiberg G (1944):

Pfannendachplastik bei Dysplasia Acetabuli, Subluxatio und Luxatio Coxae, unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung des oberen Pfannenrandes
Arch Orthop Trauma Surg 43, 314-

140. Wiberg G (1953):

Shelf operation in congenital dysplasia of the acetabulum and in subluxation and dislocation of the hip
J Bone Joint Surg 35-B, 65-80

141. Windhager R, Lack W, Schiller C, Kotz R (1990):

Die Beckenosteotomie nach Salter in der Behandlung der kongenitalen Hüftluxation und Hüft dysplasie unter besonderer Berücksichtigung der Beckenkipfung
Z Orthop 126, 575-583

142. Wirth CJ (2001):

Praxis der Orthopädie
Georg Thieme Verlag Stuttgart

143. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer (1996):

Richtlinien zum Führen einer Knochenbank
Dtsch Ärzteblatt 93, B-1715-1719

8. Lebenslauf

Roland Bonmann

| | |
|--|--|
| Am 12. November 1968 | geboren in Unna als Sohn von Elmar Bonmann und Gisa Bonmann geb. Brunne |
| August 1975 bis Juni 1979 | Besuch der Grundschule Hemmerde |
| Juli 1988 bis Juni 1990 14. Juni 1988 | Besuch des Pestalozzi-Gymnasiums in Unna Abitur |
| August 1988 bis März 1992 | Ausbildung zum staatlich geprüften Krankengymnasten mit anschließend beruflicher Tätigkeit |
| April 1992 bis Mai 1999 | Studium der Humanmedizin an der Johann-Wolfgang-Goethe Universität Frankfurt |
| August 1999 bis Januar 2001 | Arzt im Praktikum in der Orthopädischen Klinik der Städtischen Klinik Dortmund bei Prof. Dr. B.-D. Katthagen |
| April 2001 bis März 2002 | Assistenzarzt in der Unfallchirurgie im Evangelischen Krankenhaus Unna bei Dr. W. Kurschat |
| Seit April 2002 | Assistenzarzt in der Orthopädischen Klinik des Klinikums Dortmund gGmbH bei Prof. Dr. B.-D. Katthagen |

9. Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. B.-D. Katthagen, Direktor der Orthopädischen Klinik des Klinikums Dortmund, danke ich für die Überlassung des Themas und die jederzeit gewährte Hilfe bei der Durchführung und Abfassung dieser Arbeit.

Außerdem stand mir während der gesamten Zeit, in der ich meine Doktorarbeit schrieb, Dr. med. Matthias Pothmann aufmunternd und beratend zur Seite. Hierfür meinen besonderen Dank.

Bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Orthopädischen Klinik des Klinikums Dortmund bedank ich mich für ihre freundliche Unterstützung bei der Nachuntersuchung der Patienten bedanken.

Ich danke meinen Eltern, die mir mein Studium und die Durchführung der Doktorarbeit ermöglicht haben.