

AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR ORTHOPÄDIE  
PROF. DR. MED. DR. H.C.J. GRIFKA  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

Effektivität einer dynamischen Hüftorthese am Beispiel der Pavlik-Bandage  
in der Behandlung von Neugeborenen mit Hüftdysplasie  
in Abhängigkeit von Risikofaktoren und anderen klinischen Faktoren

Inaugural–Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Felicitas M. Brandt

2014



AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR ORTHOPÄDIE  
PROF. DR. MED. DR. H.C.J. GRIFKA  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

Effektivität einer dynamischen Hüftorthese am Beispiel der Pavlik-Bandage  
in der Behandlung von Neugeborenen mit Hüftdysplasie  
in Abhängigkeit von Risikofaktoren und anderen klinischen Faktoren

Inaugural–Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Felicitas M. Brandt

2014

Dekan:	Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Dr. Joachim Grifka
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Martin Fleck
Tag der mündlichen Prüfung:	29.06.2015

Für meinen Großvater

keep on keeping on

John A. Duncan

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>S.1</b>
1.1.	Das dysplastische Hüftgelenk.....	S.1
1.2.	Ätiologie.....	S.2
1.3.	Diagnostik.....	S.2
1.3.1.	Anamnese.....	S.2
1.3.2.	Klinische Untersuchung beim Neugeborenen.....	S.3
1.3.2.1.	Inspektion.....	S.3
1.3.2.2.	Stabilitätsprüfung.....	S.4
1.3.3.	Bildgebende Verfahren.....	S.5
1.3.3.1.	Hüftgelenkssonographie.....	S.5
1.3.3.2.	Konventionelles Röntgen.....	S.6
1.4.	Therapie.....	S.6
1.5.	Arnold Pavlik und seine Bandage.....	S.7
1.6.	Ziel und Fragestellung dieser Arbeit.....	S.9
<b>2</b>	<b>Patienten und Methode</b>	<b>S.11</b>
2.1.	Studiendesign.....	S.11
2.2.	Auswahl des Patientenkollektivs.....	S.11
2.3.	Datenerhebung.....	S.11
2.3.1.	Untersuchungsablauf.....	S.13
2.3.2.	Sonographische Deskription.....	S.13
2.3.3.	Messtechnik in Standardebene.....	S.15
2.3.4.	Typeneinteilung nach Graf.....	S.16
2.3.5.	Therapieschema.....	S.22
2.3.6.	Röntgenologische Nachuntersuchung.....	S.24
2.3.6.1.	AC-Winkel.....	S.25
2.4.	Fallbeispiel.....	S.27
2.5.	Statistische Methoden.....	S.30
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>S.31</b>
3.1.	Geschlechterverteilung.....	S.31
3.2.	Familienanamnese.....	S.31
3.2.1.	Korrelation linksseitiger Hüftdysplasie bei Geburt mit Familienanamnese.....	S.33

3.2.2. Korrelation rechtsseitiger Hüftdysplasie bei Geburt mit Familienanamnese.....	S.33
3.3. Schwangerschaftsanamnese.....	S.34
3.3.1. Korrelation linksseitiger Hüftdysplasie bei Geburt mit Schwangerschaftsanamnese.....	S.36
3.3.2. Korrelation rechtsseitiger Hüftdysplasie bei Geburt mit Schwangerschaftsanamnese.....	S.36
3.4. Behandlungsart.....	S.37
3.5. Behandlungsbeginn.....	S.38
3.6. Seitenbeteiligung dysplastischer Hüften.....	S.39
3.7. Verteilung der Hüfttypen nach Graf.....	S.40
3.7.1. Überblick.....	S.40
3.7.2. Graf'sche Einteilung der linken Hüften nach Geburt.....	S.41
3.7.3. Graf'sche Einteilung der rechten Hüften nach Geburt.....	S.41
3.7.4. Graf'sche Einteilung der linken Hüften nach Behandlungsende.....	S.42
3.7.5. Graf'sche Einteilung der rechten Hüften nach Behandlungsende.....	S.43
3.8. Winkelverläufe.....	S.43
3.8.1. Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert) und Hüftseitenvergleich.....	S.43
3.8.2. Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwert) und Hüftseitenvergleich.....	S.45
3.8.3. Seitenvergleich.....	S.47
3.8.4. Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert) der linken Hüfttypen.....	S.48
3.8.5. Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert) der rechten Hüfttypen.....	S.49
3.8.6. Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwert) der linken Hüfttypen.....	S.50
3.8.7. Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwert) der rechten Hüfttypen.....	S.50
3.9. Aufteilung in Gruppen.....	S.51
3.9.1. Behandlungsart und linke Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert).....	S.51
3.9.2. Behandlungsart und rechte Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert).....	S.52
3.9.3. Behandlungsbeginn und linke Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert).....	S.54
3.9.4. Behandlungsbeginn und rechte Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert).....	S.55
3.9.5. Familienanamnese und linke Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert).....	S.56
3.9.6. Familienanamnese und rechte Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert).....	S.57
3.9.7. Schwangerschaftsanamnese und linke Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert).....	S.58
3.9.8. Schwangerschaftsanamnese und rechte Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert).....	S.59
3.10. Behandlungsdauer.....	S.60
3.11. Komplikationen.....	S.61

	3.12. Röntgenologische Kontrolle.....	S.61
	3.12.1. Röntgen Beckenübersicht nach Laufbeginn mit AC-Winkel links.....	S.62
	3.12.2. Röntgen Beckenübersicht nach Laufbeginn mit AC-Winkel rechts.....	S.63
	3.12.3. Röntgen Beckenübersicht nach 3 Jahren mit AC-Winkel links.....	S.64
	3.12.4. Röntgen Beckenübersicht nach 3 Jahren mit AC-Winkel rechts.....	S.65
	3.12.5. Entwicklung des AC-Winkels im Seitenvergleich.....	S.66
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>S.69</b>
	4.1. Beurteilung von Patienten und Methode.....	S.69
	4.1.1. Patienten.....	S.69
	4.1.2. Compliance.....	S.70
	4.1.3. Hüftsonographie als bildgebendes Verfahren unserer Studie.....	S.71
	4.1.3.1. Methodische Fehlerquellen.....	S.71
	4.1.3.2. Screeningdiskussion.....	S.71
	4.1.4. Abschließende Röntgenaufnahmen.....	S.72
	4.2. Diskussion eigener Ergebnisse.....	S.72
	4.2.1. Geschlechterverteilung.....	S.72
	4.2.2. Familienanamnese.....	S.73
	4.2.3. Schwangerschaftsanamnese.....	S.73
	4.2.4. Allgemein zu Risikofaktoren.....	S.74
	4.2.5. Seitenbeteiligung dysplastischer Hüften.....	S.74
	4.2.6. Behandlungsart.....	S.75
	4.2.7. Behandlungsbeginn.....	S.75
	4.2.8. Behandlungsdauer.....	S.76
	4.2.9. Komplikationen.....	S.76
	4.2.10. Röntgen.....	S.77
	4.2.11. Effektivität der Pavlik-Bandage.....	S.78
	4.2.12. Therapieschema.....	S.81
	4.3. Langzeitprognose nach Behandlung.....	S.81
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>S.82</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>S.84</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>S.90</b>
<b>8</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>S.91</b>

9	<b>Diagramme</b>	<b>S.92</b>
10	<b>Danksagung</b>	<b>S.94</b>
11	<b>Lebenslauf</b>	<b>S.95</b>

## 1. Einleitung

Die Dysplasie der Hüfte stellt die häufigste angeborene Erkrankung des kindlichen Haltungs- und Bewegungsapparates dar. In Deutschland tritt die sogenannte kongenitale Hüftdysplasie mit einer Inzidenz von 2 – 4 % bei allen Neugeborenen auf. Das weibliche Geschlecht ist fünf- bis achtmal häufiger betroffen als das männliche <sup>1</sup>. Das linke Hüftgelenk wird dabei im Verhältnis 2:1 bevorzugt. Das Favorisieren der linken Seite ist durch die häufige Linksseitenlage des Kindes im Mutterleib zu erklären. Bei normaler Schädellage wird der linke Oberschenkel während der Schwangerschaft vermehrt an die mütterliche Wirbelsäule und in eine Adduktionsstellung gedrückt <sup>2</sup>.

### 1.1. Das dysplastische Hüftgelenk

Die dysplastische Säuglingshüfte stellt eine Unterentwicklung des gesamten Gelenkbereiches, also eine Hüftgelenksunreife, insbesondere der Gelenkpfanne (Acetabulum) dar, die zu einem verzögerten Gelenkschluss führt <sup>3</sup>. Abhängig von dem Grad der Mangelentwicklung und der muskulären Situation kommt es entweder zum Verbleiben des Hüftkopfes in der unreifen Pfanne mit späterer Früharthrose oder zu einem allmählichen Herauswandern des Kopfes (Subluxation) bis hin zur vollständigen Dislokation des Femurkopfes aus der Hüftpfanne (Luxation) <sup>1,4</sup>.

Die pathologisch-anatomische Gelenksituation einer dysplastischen Hüfte zeigt sich in einer lateroventralen Steilstellung und Abflachung der knöchernen Hüftpfanne und einem mediodorsal abgeplatteten und insgesamt entwicklungsretardierten Femurkopf. Die „Tragfläche“ (Hüftkopf) wird nur unzureichend überdacht. Daraus resultiert eine Knorpel-Überbelastung und Gelenkinstabilität <sup>3</sup>.

Da es sich bei der Hüftdysplasie um eine morphologische Diagnose, unter Umständen ohne klinische Symptomatik, handelt, stellt sie meist vorerst nur die Grundlage für eine eventuelle (Sub-)Luxation dar, aus der heraus sich normalerweise erst nach der Geburt unter Belastung und Muskelzug die Verrenkung entwickelt <sup>4</sup>. Deswegen lautet der englische Terminus auch „developmental dysplasia of the hip“, kurz DDH.

Folgt keine Behandlung, bedeutet dies meist früher oder später eine eingeschränkte Funktion des betroffenen Hüftgelenkes. Es können schwere Folgeschäden bis hin zu manifesten Behinderungen auftreten: Chronische Schmerzen <sup>5</sup>, dystrophische Schädigung des Femurkopfes

(Luxationsperthes) <sup>6</sup>, Coxarthrosen in jungen Jahren, „Watschelgang“ und eine eingeschränkte Gehfähigkeit <sup>5</sup>. Dem persönlichen Leidensdruck des Patienten steht eine erhebliche finanzielle Belastung der Gesellschaft durch Folgekosten der Therapie und Invalidität gegenüber <sup>1</sup>.

## **1.2. Ätiologie**

Bereits vor über 2000 Jahren beschäftigte sich Hippokrates mit der angeborenen Hüftluxation, wobei er annahm, dass sie als Folge eines Geburtstraumas oder einer intrauterinen Schädigung auftrete <sup>2</sup>. Ursache und Entstehung der Hüftdysplasie sind auch heute noch nicht einheitlich geklärt, so dass nach jetzigem Wissensstand eine multifaktorielle Genese angenommen werden muss. Es werden exogen-mechanische (prä- und postnatal), wie auch hormonelle Einflüsse diskutiert <sup>3</sup>. Allerdings wird von den meisten Autoren die Meinung vertreten, dass es sich um einen unregelmäßig dominanten Erbgang mit geschlechtsverschiedener Genmanifestation handelt <sup>7,8,9</sup>.

Laut Tönnis entsteht eine Hüftgelenkdysplasie meist schon im Mutterleib aufgrund von Raummangel und/ oder erhöhtem Druck auf den Fötus. Als Ursache hierfür wird vor allem eine Steißlage des Kindes und Fruchtwassermangel (Oligohydramnion) angenommen. Gehäuft tritt die Entwicklungsstörung am kindlichen Bewegungsapparat auch bei Erstgeborenen auf, da bei erstgebärenden Müttern das Gewebe des Uterus straffer und somit raumeinengender ist. Der Hüftkopf wird vermehrt gegen den Pfannenrand gedrückt, dadurch kann es zu Kapsellockerung und Pfannenverformung kommen. Eine positive Familienanamnese erhöht das Risiko zusätzlich, ebenso die Frühgeburt <sup>2,4</sup>.

Da jedoch bei weniger als 40 % der Patienten mit Hüftgelenkdysplasie die oben genannten Risikofaktoren existieren <sup>6</sup>, scheint folglich eine gezielte, standardisierte klinische und bildgebende Untersuchung bei jedem Neugeborenen zu einem möglichst frühen Zeitpunkt unverzichtbar zu sein.

## **1.3. Diagnostik**

### **1.3.1. Anamnese**

Klinische, sonographische und röntgenologische Untersuchungen geben die Möglichkeit, eine

kongenitale Hüftdysplasie zu erkennen. Grundsätzlich wird empfohlen, dass jeder Erstuntersuchung eine ausführliche Anamnese zur Ermittlung der Risikofaktoren vorangestellt wird.

<b>Risikofaktoren</b>
— Familienanamnese (Hüftdysplasien oder frühzeitige Coxarthrosen in der Familie)
— weibliches Geschlecht
— Steißlage
— geringe Fruchtwassermenge
— Erstgeburt
— Frühgeburt
— muskuloskeletale Anomalien

Tabelle 1: Zusammenfassung anamnestischer Risikofaktoren

### **1.3.2. Klinische Untersuchung beim Neugeborenen**

#### **1.3.2.1. Inspektion**

##### **a) Hautfaltenasymmetrie**

In Rückenlage, bei gestreckten Kniegelenken und Rotations-Null-Stellung der Hüften erfolgt die Prüfung der Symmetrie des Hautfaltenreliefs beider Beinchen. Die Beurteilung erfolgt von ventral nach dorsal. Wichtig dabei ist, dass die Beine die gleiche Lage haben. Da die Hautfalten beim Säugling allerdings fast nie völlig symmetrisch sind, ist die Faltenasymmetrie ein Kriterium mit sehr geringer Spezifität für das Vorliegen einer Hüftdysplasie<sup>2</sup>.

##### **b) Beinlängenuntersuchung**

Diesem Zeichen kommt erst nach der Neugeborenenperiode eine Bedeutung zu, da seine Prüfung direkt nach Geburt meist falsch negative Befunde ergibt. Die Beinlängen werden in Rückenlage des Kindes und bei 90° Hüft- und Kniebeugung betrachtet. Die Spina iliaca anterior superior soll dabei beidseits gleich weit von der Unterlage entfernt sein. Ein ungleiches Kniegelenksniveau weist auf eine Oberschenkelverkürzung hin, was wiederum auf eine Hüftgelenksdysplasie und gegebenenfalls Luxation hinweisen könnte<sup>2</sup>.

### 1.3.2.2. Stabilitätsprüfung

#### a) Tastuntersuchung des Hüftgelenkes

Die Feststellung der Stabilität des Hüftkopfes in der Hüftpfanne gehört zu den wichtigsten diagnostischen Methoden. Nach Tönnis gilt nach wie vor folgende Einteilung <sup>2</sup>:

1. Leicht instabiles Hüftgelenk	2. Subluxierbare Hüfte	3. Aus- und einrenkbare Hüfte	4. Voll luxierte, nicht mehr einrenkbare Hüfte	5. Unspezifische Knackgeräusche ohne pathologischen Hüftbefund
ohne Hüftschnappen, Hüftkopf in der Pfanne verschieblich	durch Abduktion reponierbar, mit Schnappgeräusch, Hüftkopf bis an den Rand verschieblich	volle Verrenkung durch Adduktion und zusätzlichen Druck, Kopf verharrt in der Luxationsposition, weitgehend reponierbar	leere Hüftpfanne, Kopf dorsal tastbar, nicht mehr einrenkbar	leichtes Knacken bei passiven Hüftbewegungen ohne wesentliche Verschiebung des Hüftkopfes, kein Krankheitswert

Tabelle 2: Instabilitätsgrade der Tastbefunde bei Hüftdysplasien und Hüftluxationen nach Tönnis

#### b) Untersuchungstechnik nach Ortolani

Diese Methode aus der vorsonographischen Ära eignet sich am ehesten für Neugeborene und sehr kleine Kinder bei instabilen Hüften innerhalb der ersten Lebensstage und Wochen. Später ist das Hüftgelenk durch die Muskulatur und die Kapsel verfestigt. Heute hat diese Technik im Rahmen der weit verbreiteten Hüftsonographie in Europa an Bedeutung verloren:

Die Beine werden im Hüftgelenk auf 90° gebeugt. Gleichzeitig erfolgt eine Flexion im Kniegelenk von über 90°. Die Hand des Untersuchers umgreift das Kniegelenk, wobei der Daumen der Innenseite des Oberschenkels und der zweite und dritte Finger dem Trochanter major aufliegt. Zunächst werden die Beine in Adduktionsstellung der Hüfte gehalten und leichter Druck nach dorsal ausgeübt. Dann erfolgt eine sukzessive Abduktion mit zusätzlichem Druck gegen den Trochanter major von außen. Falls der Femurkopf in Adduktionsstellung nach hinten subluxiert war, gleitet er mit einem charakteristischen Schnappgeräusch in das Zentrum des Gelenks zurück. Wieder in der Ausgangsstellung kann bei medialem Druck auf den Oberschenkel der Hüftkopf mit einem erneuten Schnappen nach laterodorsal rausgeschoben werden. Diese Untersuchung führt man jeweils nur an einem Bein nacheinander durch <sup>2, 10</sup>.

### **c) Ludloff'sches Luxationszeichen**

Bei einer Flexion im Hüftgelenk von über 90° und maximaler Abspreizung können die Kniegelenke wegen der Anspannung der ischiokruralen Muskulatur normalerweise nicht gestreckt werden. Bei einem luxierten Hüftgelenk ist das Gelenk im Knie in dieser Stellung allerdings streckbar<sup>2</sup>. Bei fraglichen Luxationen ist dieses Zeichen neben der Tastuntersuchung von diagnostischer Bedeutung.

Diese ausgewählten klassischen klinischen Tests entstammen - wie bereits beim Ortolani-Zeichen erwähnt - einem medizinischen Zeitalter in welchem es noch nicht die heutige in Mitteleuropa flächendeckende Möglichkeit zur sonographisch-apparativen Diagnostik gab. Die Ergebnisse sind daher stark abhängig vom Untersucher und geben weder über das Ausmaß noch über den wahren Grad einer Instabilität oder Dysplasie des Hüftgelenkes ausreichend Information. Zur Objektivierung der erhobenen Befunde sollte daher die klinische Diagnose durch entsprechende bildgebende Verfahren ergänzt werden.

### **1.3.3. Bildgebende Verfahren**

#### **1.3.3.1. Hüftgelenkssonographie**

1980 etablierte Reinhard Graf in Mitteleuropa die Sonographie erstmals in der Diagnostik der Hüftdysplasie, welche die sequentielle Röntgenuntersuchung im Säuglingsalter ablöste<sup>1, 11</sup>. Die Methode ermöglicht sowohl die Beurteilung der wesentlichen anatomischen Strukturen als auch eine dynamische Untersuchung der noch knorpeligen Hüfte beim Neugeborenen. Desweiteren wurden dank der fehlenden Strahlenbelastung Verlaufsbeobachtungen und engmaschige Therapiekontrollen möglich – nicht invasiv und kostengünstig. Dies führte in einer revolutionären Weise dazu, dass die Ultraschalluntersuchung der Säuglingshüfte in den 80er Jahren einen hohen Stellenwert in der Frühdiagnostik der angeborenen Hüftdysplasie einnahm und das therapeutische Konzept direkt nach der Geburt grundlegend änderte. Am 1. Januar 1996 wurden die Richtlinien über die Früherkennung von Krankheiten bei Kindern um das sonographische Screening der Säuglingshüfte im Rahmen der U3 (4. – 6. Lebenswoche) erweitert und standardisiert<sup>12</sup>. In den Leitlinien wurde ebenfalls festgelegt, dass bei Kindern mit klinischen oder anamnestischen Risikofaktoren bereits anlässlich der U2 (3. – 4. Lebensstag) eine

Ultraschalluntersuchung der Hüfte durchzuführen sei<sup>12, 13</sup>.

Wenn sie korrekt ausgeführt wird, ist die Hüftsonographie heute in der vorgestellten Technik der „golden standard“ der bildgebenden Diagnostik von Hüftreifungsstörungen jeglichen Grades<sup>11, 14</sup>. Die Anwendung der Sonographie bei der Säuglingshüfte ist allerdings zeitlich beschränkt und weicht mit zunehmender Ossifikation/ Verknöcherung der knorpeligen Anteile des kindlichen Hüftgelenkes der Röntgendiagnostik.

### **1.3.3.2. Konventionelles Röntgen**

Die Röntgendiagnostik bei der Hüftdysplasie und –luxation ist auch heute noch in der Ära der Sonographie unverzichtbar. Zur Kontrolle einer mit Ultraschall unterstützten Therapie der Hüfterkrankung wird allgemein im Alter zwischen zwölf und achtzehn Monaten nach sicherem Laufbeginn und erneut nach 3 Jahren eine konventionelle Beckenübersichtsaufnahme gefordert, um Restdysplasien festzustellen oder eine mögliche konsekutive Nekrose des Femurkopfes auszuschließen. Hinzu werden orientierend auf dem Röntgenbild Vermessungen durchgeführt, welche Aussagen zum knöchernen Pfannendach, Qualität und Ausmaß der Überdachung erlauben und weiterhin Informationen zur Zentrierung des Hüftkopfes unter dem Pfannendach zulassen<sup>1, 2</sup>.

## **1.4. Therapie**

Der Beginn einer konservativen Therapie mittels Orthesen im Säuglingsalter ist ein seit langem bekanntes Behandlungskonzept. Von Rosen schrieb 1956: „Es gibt Kinder mit schlottrigen Hüftgelenken, denen man mittels Adduktion den Schenkel luxieren und mit der Abduktion wieder einrenken kann. Ich glaube, dass viele dieser Fälle – sogar die meisten – noch heilbar wären, wenn man die Krankheit an den Neugeborenen erkennen und wenn man die nötigen Abduktionsverbände anlegen würde“<sup>15</sup>. Aufbauend auf diesen Erfahrungen wurden frühfunktionelle Therapiemöglichkeiten gefordert und entwickelt. Die kongenitale Hüftdysplasie wird primär konservativ behandelt und erfolgt prinzipiell in drei Phasen: Reposition, Retention und Nachreifung<sup>1</sup>. Entscheidend für die Wahl einer Behandlungsmethode ist das Ausmaß der Hüftreifungsstörung und das Alter des Kindes. Die Auswahl ist groß. Neben manuellen Einrenkungsversuchen gibt es verschiedene Fixationsmethoden mit Schienen oder Spreizhosen, Bandagen zur Hüfteinstellung und Extensionsmethoden, Apparate und Gipse<sup>2</sup>. In Einzelfällen,

bei ausgeprägten pathologischen Veränderungen oder Therapieversagern gibt es ebenso zahlreiche operative Ansätze. Das gemeinsame Ziel dieser unterschiedlichen Konzepte ist den Hüftkopf luxationssicher in der Primärpfanne einzustellen und das empfindliche und knorpelig präformierte Pfannendach dabei zu entlasten. Dem liegt die biomechanische Vorstellung zugrunde, dass auf diese Weise ein Remodellierungsprozess der verformten, dysplastischen Hüftpfanne erreicht werden kann. Die Umsetzung gelingt durch eine Sitz-Hock-Stellung, die beispielsweise in der Pavlik-Bandage gewährleistet ist <sup>1,16</sup>.

### **1.5. Arnold Pavlik und seine Bandage**

Professor Arnold Pavlik (1902 – 1962) war ein tschechischer Orthopäde, der vor allem durch seine Erfindung – einer nach ihm benannten Bandage zur konservativen Behandlung der dysplastischen Entwicklungsstörung am kindlichen Hüftgelenk – bekannt wurde. 1946 stellte er diese neue Behandlungsmethode erstmals in Prag vor. Seine Idee basierte auf dem Wolffschen Gesetz und dem Verständnis der Hüfte als ein Organ aktiver Bewegung. Die Methode bezeichnete er selbst als „funktionell und dynamisch“ im Gegensatz zu „passiv und mechanisch“ <sup>17, 18</sup>.

Enttäuscht von katastrophalen Spätkomplikationen bei den damaligen Behandlungen einer Hüftdysplasie sollten die neuartigen Ansätze vor allem Hüftkopfnekrosen im Verlauf verhindern. Pavliks umfassendste Arbeit zu diesem Thema, die seine Erfahrungen und Ergebnisse enthielt, wurde 1955 veröffentlicht. Pavlik berichtet darin von 1 424 Hüftgelenken, die er mittels seiner Methode behandelte – erfolgreich und ohne einen Fall von avaskulärer Hüftkopfnekrose bei Hüftdysplasien und Subluxationen <sup>19, 20</sup>. Seine Methode verbreitete sich aber nur langsam. Heute stellt sie eine populäre Form der Therapie von kongenitalen Hüftgelenksdysplasien dar.

Pavlik's Orthese ist eine Riemenbügelbandage und besitzt als feststehenden Anteil zwei sich im Rücken kreuzende Schulterriemen, die an einem breiten Brustgurt angeheftet sind. An diesem Brustgurt werden die Beine in Reiterstellung eingehängt. Zur Aufrechterhaltung dieser Stellung sind die Riemenbügel dorsal und ventral des Brustkorbes mit Hilfe einer Schnalle variabel einstellbar fixiert. Die Unterschenkel sind steigbügelartig von Gurten umfasst <sup>2, 19</sup>.

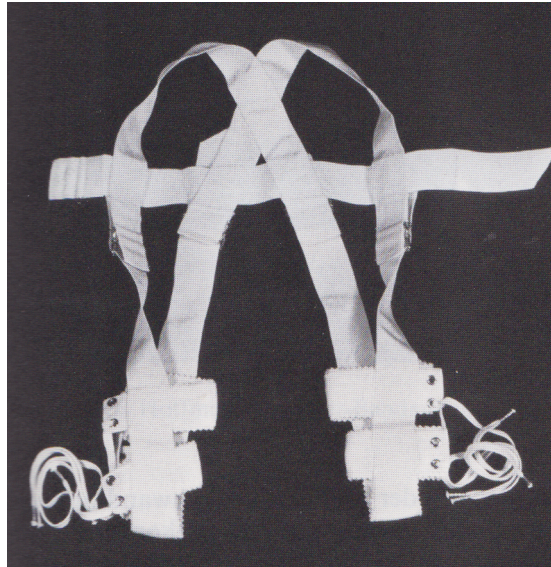


Abbildung 1: original Pavlik-Bandage



Abbildung 2: moderne Pavlik-Bandage am Patienten

Dem Säugling sind beinahe alle spontanen Bewegungen im Hüftgelenk außer der Extension freigegeben. Das Prinzip der Pavlik-Bandage besteht darin, dass durch spontane Abduktionsbewegungen der Tonus der Adduktoren nachlässt. Die Eigenschwere der rechtwinkligen gebeugten Beinchen wirkt dabei unterstützend<sup>17, 21</sup>.

Beide Beinen werden zunächst in eine Beugstellung von 110-120° justiert. Sie sollen anschließend langsam in die Abduktion fallen. Die Beugung sollte rechtzeitig auf 100° verringert werden, damit der Hüftkopf nicht über die Pfanne kaudal hinaustritt. Umgekehrt sollten wegen der Gefahr der Relaxation aber auch nicht weniger als 90° Beugung eingestellt werden<sup>2</sup>.

Durch die Verstellbarkeit der Pavlikbandage ist sie individuell anpassbar und kann in jeder Therapiephase eingesetzt werden. Allerdings erfordert das richtige Anpassen doch etwas Erfahrung und Geschick. Auch Wattierungen und Polsterungen können, wie auf Abbildung 2 in der linken Kniekehle zu erkennen ist, vorgenommen werden. Häufige Kontrollen bei ambulanter Therapie sind mitunter notwendig, da zum einen der Säugling wächst, zum anderen die Riemen nach einiger Zeit locker werden können. Diese ambulanten Kontrollen werden von Eltern und Kind in der Mehrzahl der Fälle gut akzeptiert, da dies im Vergleich zur stationären Therapie für die meisten Betroffenen das kleinere Übel darstellt<sup>22</sup>.

### **1. 6. Ziel und Fragestellung dieser Arbeit**

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, die Effektivität der Pavlik-Bandage als dynamische Orthese in der konservativen Behandlung gefährdeter oder instabiler Säuglingshüftgelenke im Rahmen einer kongenitalen Hüftdysplasie nachzuweisen. Hierfür werden die sonographisch nach Graf bestimmten Alpha- und Beta-Hüftwinkel in regelmäßigen Abständen beobachtet und der Verlauf mit Verbesserungen oder Verschlechterungen notiert.

Klinische und hereditäre Faktoren, die den Behandlungserfolg von Therapiebeginn an beeinflussen, sollen erkannt und festgehalten werden. Es wird separat analysiert, ob die anamnestisch erhobenen Risikofaktoren (Familienanamnese, Schwangerschafts- bzw. Geburtsverlauf) Einfluss auf die Entwicklung von Alpha- und Beta-Winkel nehmen.

Weiterhin ist zu bewerten, ob gerade die sonographische Früherkennung hüftdysplastischer Zustände (IIc/ IId/ III/ IV - Typen nach Graf) und die aggressive Frühbehandlung mit der dynamischen Bandage nach Pavlik gegenüber einem späteren Therapiebeginn Vorteile aufweist.

In Relation zu den Ausgangsbefunden (IIc bis IV - Typen nach Graf) ist hierbei interessant, ob Vorhersagen über das Endresultat möglich sind.

Es stellt sich zudem die Frage, ob ein Algorithmus bezüglich der sich unterschiedlich schnell entwickelnden linken und rechten Hüften abgeleitet werden kann.

Abschließend soll festgestellt werden, ob aus den gewonnenen Erkenntnissen Empfehlungen für eine Beibehaltung oder Änderung unseres Therapieschemas erhalten werden können.

## **2. Material und Methode**

### **2.1. Studiendesign**

Es handelt sich bei dieser Arbeit um eine retrospektive Studie. Es wurden im Jahr 2009 Patientendaten über einen jeweiligen Zeitraum von 3 Jahren analysiert. Die betroffenen Patienten waren in der Orthopädischen Ambulanz der Asklepios Klinik Bad Abbach, Universität Regensburg, vorstellig.

### **2.2. Auswahl des Patientenkollektivs**

Es wurden Daten von insgesamt 37 Patienten der Jahrgänge 2004 bis 2009 mit abschließenden Röntgenbildern nach 3 Jahren (letzte Röntgenbilder 2012) im Jahr 2009 erhoben und respektiv 74 Hüften untersucht. Das Behandlungskonzept der kongenitalen Hüftdysplasie beinhaltete in der durchschnittlich 6. Lebenswoche (min. 4. Lebenstag – max. 26. Lebenswoche) die Anlage einer Pavlik-Bandage mit klinischer Untersuchung, initial oder nach Vorbehandlung anderer Art. Die Vorbehandlung erfolgte bei einem Teil der Patienten extern.

Unabhängig von Geschlecht wurden zunächst Patienten aufgenommen, die folgende Einschlusskriterien erfüllten:

- Sonographisch gesicherte, kongenitale Hüftdysplasie bis hin zur Luxation einer oder beider Hüften (in dieser Studie entsprechend ab IIc nach Graf)
- Patientenalter zum Zeitpunkt des Therapiebeginns nicht älter als 3 Monate
- Im Verlauf Therapie mit Pavlik-Bandage

Kinder mit schweren Grunderkrankungen oder syndromkranke Kinder wurden von der Studie ausgeschlossen.

### **2.3. Datenerhebung**

Alle Daten der retrospektiven Erfassung stammen aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie der Universität Regensburg in Bad Abbach. Mit Hilfe einer hausinternen elektronischen Bestellliste der benötigten Pavlik-Bandagen konnten die in Frage kommenden Patienten ermittelt

werden. Im Anschluss wurden aus dem klinikeigenen Archiv die Patientenakten zusammengetragen. Sie enthielten neben den Arztbriefen auch die sonographische Dokumentation und abschließende Röntgenbilder.

Anhand der Arztbriefe oder durch Elternbefragung wurden die betroffene(n) Seite(n), das Geschlecht, anamnestische Risikofaktoren, die Art der Vorbehandlung sowie das Alter bei Erstvorstellung, Pavlik-Bandagen-Therapiebeginn, Therapieende und der Nachuntersuchung ermittelt.

Die wichtigen Parameter Alpha- und Beta-Winkel, die entsprechenden Hüfttypen nach Graf und die AC-Winkel wurden den Originalultraschall- und Röntgenbildern entnommen. Die Winkel beruhen auf Messungen, die in der Orthopädischen Ambulanz der Asklepios Klinik Bad Abbach und gemäß den morphologischen Kriterien des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie erfolgten. Die Erhebung der sonographischen Ausgangsbefunde (bei Geburt) mit Klassifikation nach Graf fand in den jeweiligen Geburts-Krankenhäusern entsprechend der Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ) statt.

Von jedem Patienten wurden folgende Daten erhoben:

- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Familienanamnese
- Schwangerschaftsanamnese hinsichtlich Verlauf, Kindslage, Geburtsmodus
- Seite(n) der pathologischen Hüfte(n)
- Behandlungsart (vorbehandelt, nachbehandelt oder ausschließlich Pavlik-Bandage)
- Sonographische Alpha- und Beta-Winkel für beide Hüftseiten bei Geburt, vor Pavlik-Anlage, nach Pavlik-Abnahme, nach Spreizhosenbehandlung bzw. Behandlungsende
- Typeneinteilung nach Graf für beide Hüftseiten bei Geburt und nach Behandlungsende
- Datum des Therapiebeginns mit Pavlik-Bandage und Datum der Abnahme
- Behandlungsdauer mit Pavlik-Bandage
- Röntgenologische Nachkontrollen nach Laufbeginn und im Alter von 3 Jahren mit acetabulären Winkeln der linken und rechten Hüften

Daraus ließ sich eine Tabelle in Excel-Format (MS Version 14.3) mit entsprechender Codierung erstellen. Die gefüllte Tabelle wurde mittels Variable, Label und Codierung ausgewertet. Es

erfolgte hierfür die Stratifizierung der Patienten in (Sub-) Gruppen.

Mit Hilfe der erhaltenen Informationen konnten somit vier Gruppen gebildet werden: Gruppe 1 = Behandlungsart, Gruppe 2 = Behandlungsbeginn, Gruppe 3 = Familienanamnese und Gruppe 4 = Schwangerschaftsanamnese. Diese Gruppen wurden jeweils in sich nochmals nach weiteren Kriterien unterteilt und die Patienten entsprechend eingeteilt.

Gruppe 1 = Behandlungsart	Gruppe 2 = Behandlungsbeginn	Gruppe 3 = Familienanamnese	Gruppe 4 = Schwangerschaftsanamnese
1) Reine Pavlik-Bandagen-Behandlung, anschließende Abspreizschiene	1) bis 1. Woche nach Geburt 2) bis 4. Woche nach Geburt	0) negative Vorgeschichte 1) ein Elternteil betroffen	0) normale Schwangerschaft und normale Entbindung 1) normale SS mit Steißblage und Kaiserschnitt
2) Reine Pavlik-Bandagen-Behandlung mit Wechsel zu Operation	3) bis 6. Woche nach Geburt 4) bis 12. Woche nach Geburt	2) beide Elternteile betroffen 3) andere Familienmitglieder als 2) und 4) betroffen	2) normale SS mit Steißblage und via naturalis Geburt
3) Reine Pavlik-Bandage mit Wechsel zu Fettweis-Gips	5) mehr als 12 Wochen nach Geburt	4) Geschwister betroffen	3) Komplexe Probleme bei SS und/ oder Geburt
4) Variable Vorbehandlung, dann Pavlik-Bandage und Vorgehen wie 1)			4) Teratologische Hüften
5) Variable Vorbehandlung, dann Pavlik-Bandage mit Wechsel zu Fettweis-Gips			

Tabelle 3: Einteilung in Gruppen und Subgruppen nach entsprechenden Kriterien

### 2.3.1. Untersuchungsablauf

Vor der sonographischen Untersuchung erfolgte eine ausführliche Anamneseerhebung und klinische Untersuchung des Bewegungsapparates (siehe Einleitung 1.3.1., 1.3.2.).

### 2.3.2. Sonographische Deskription

In dieser Studie wurden alle Sonogramme von einem in Orthopädie und Sonographie erfahrenen Untersucher nach der Graf'schen Methode erstellt, evaluiert und klassifiziert.

Entsprechend der korrekten Lagerungstechnik wurde jeder Säugling entkleidet, in Seitenlage gebracht und zwischen zwei Schaumstoffkissen gebettet. Der Untersucher fixierte den Oberschenkel des oben liegenden Beines mit einer Hand in neutraler Adduktionsstellung und leichter 10° - 30° Flexion der Hüfte. Nach Auftragen des Kontaktgels wird der Schallkopf (ein hochauflösender 7,5 Mhz Linear-Schallkopf im sogenannten B-Mode-Verfahren<sup>1, 14</sup>) parallel zur Körperlängsachse auf die Trochanterregion plaziert, um einen Bildschnitt in der Frontalebene durch das Acetabulum zu erhalten. Die Aufnahmen finden in „Hüftprojektion“ statt - nicht wie in der Abdominalsonographie üblich.

Es erfolgte zunächst die Einstellung der „Standardebene“ nach Graf. Definitionsgemäß müssen hierfür drei Punkte sonographisch dargestellt werden: der Unterrand des Os ilium in der Fossa acetabuli (knöcherner Pfanne), das Pfannendach mit Echokonturen des Darmbeins (Frontalschnitt) und das Labrum acetabulare. Fehlt eine der drei anatomischen Strukturen auf dem Ultraschallbild, kann das Sonogramm zur Beurteilung des Hüftgelenkes nicht verwendet werden<sup>11, 14</sup>. Anschließend wird das eingestellte Bild als Hüftsonogramm photodokumentiert.

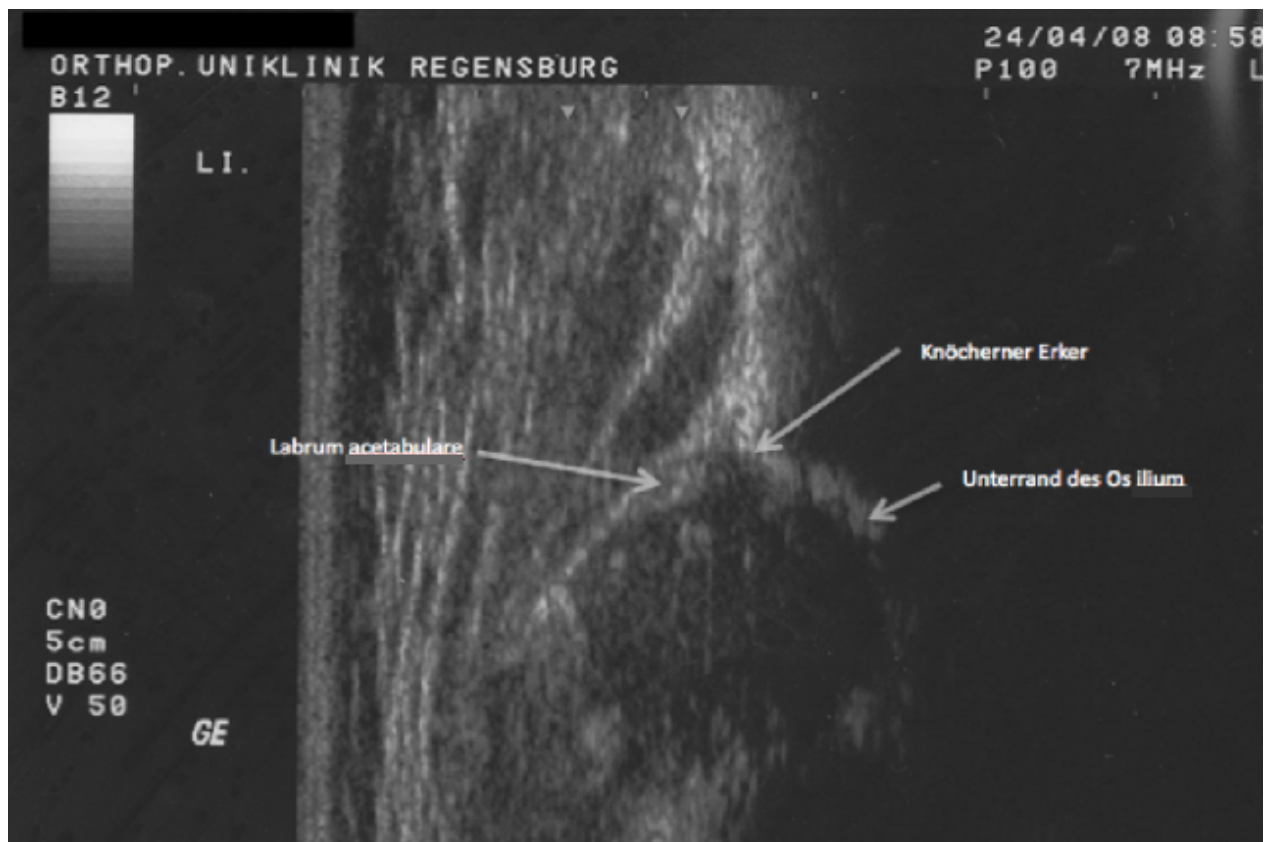


Abb. 3: Patientenultraschallbild, Einstellung der Standardebene mit den drei wichtigen Punkten

### 2.3.3. Messtechnik in Standardebene

Aus der Befundbeschreibung ergibt sich ein vorläufiger Hüfttyp, der messtechnisch mit dem Alpha- und Beta-Winkel abgesichert wird. Zu deren Bestimmung werden drei Linien im Sonogramm eingezeichnet:

Neben der senkrechten „Grundlinie“ auf dem knöchernen Erker (= lateralste Punkt der knöchernen Pfannenkonkavität) wird die „Knochendachlinie“ von lateral tangential an die knöchernen Pfanne angelegt. Das Echo des Unterrandes des Os ilium stellt dabei den unteren Drehpunkt dar. Die „Knorpeldachlinie“ zieht vom knöchernen Erker durch die Mitte des Labrum acetabulare<sup>11, 14, 23</sup>.

Wenn alle Linien korrekt eingetragen sind, können die Winkel bemessen werden. Der „Knochenwinkel Alpha“ charakterisiert die Ausformung der knöchernen und der „Knorpelwinkel Beta“ die Ausformung der knorpeligen Pfanne (siehe Abb. 4)<sup>14</sup>. Dank beiden Winkeln kann die gesamte Hüftpfanne beurteilt werden: je größer der Alpha-Winkel desto besser ist die knöcherne Formsicherung und je kleiner der Alpha-Winkel desto schlechter ist die knöchernen Überdachung und die Stabilität des Hüftgelenkes. Im Gegensatz gilt je kleiner der Beta-Winkel desto besser ist die Ausprägung des knorpeligen Pfannendaches und je größer der Beta-Winkel desto dysplastischer ist die Hüftpfanne<sup>12, 24, 25, 26</sup>.

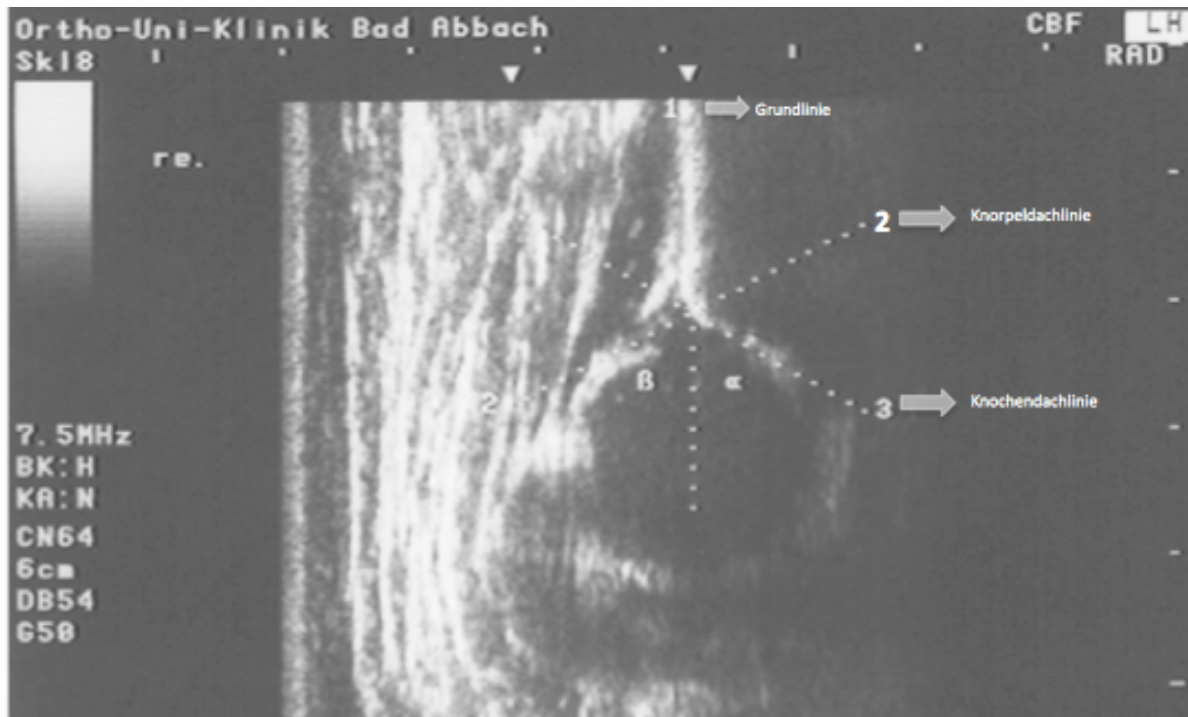


Abb. 4: Patientenultraschallbild, sonographische Darstellung der relevanten Parameter

Die erzielten Winkelwerte werden mit dem Alter des Kindes in Relation gesetzt. Nach Abschluss des 3. Lebensmonates sollten normalerweise bei der U4 (3. – 4. Lebensmonat) ausgereifte Verhältnisse mit einem Alpha-Wert von  $> 60^\circ$  (siehe Abb. 5) und einem Beta-Wert von  $< 55^\circ$  vorliegen<sup>14, 26</sup>. Der Beta-Winkel wird primär zur Feindifferenzierung herangezogen. Daher wird er auch im anschließenden Ergebnisteil vernachlässigt und lediglich zu Beginn ergänzungshalber mitaufgeführt bzw. in Abbildungen dargestellt.

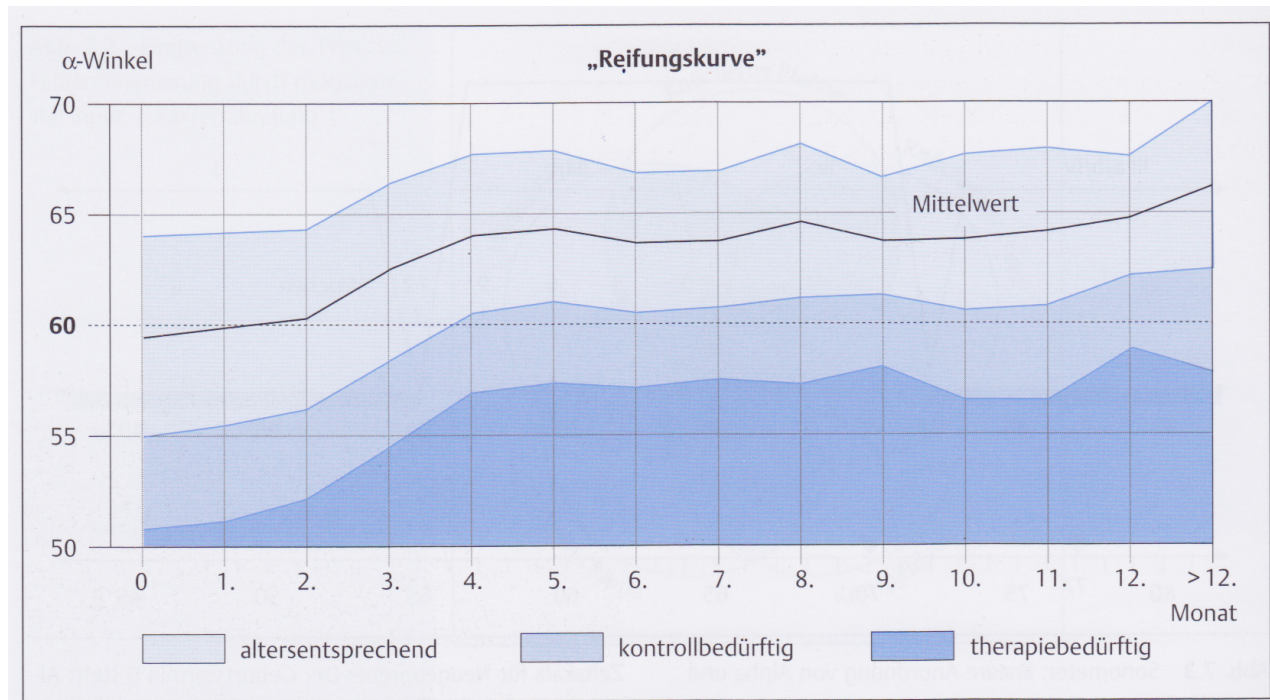


Abb. 5: Reifungskurve nach Tschauer et al 1994

### 2.3.4. Typeneinteilung nach Graf

Die hüftsonographische Typenklassifikation nach Graf (siehe Tabelle 4) richtet sich nach den anatomischen Verhältnissen im Hüftgelenk. Neben dem Alpha- und Beta-Winkel sind auch morphologische Kriterien wie knöcherne Formgebung, knöcherner Erker und Knorpeldach, sowie das Alter des Patienten für die Beurteilung der Hüfte relevant.

Hüfttyp	Knöcherner Formgebung	Knöcherner Erker	Knorpeldach	Alpha - Winkel	Beta - Winkel
Ia (jedes Alter) „reifes Hüftgelenk“	gut	eckig	übergreifend (schmal)	$> 60^\circ$	$< 55^\circ$

<b>Ib</b> (jedes Alter)	gut	stumpf	übergreifend	> 60°	> 55°
<b>IIa</b> (<3 Monate) „physiologisch unreif“					
- <b>IIa plus</b> (= „altersgemäß“)	ausreichend	rund	breit, übergreifend	50-59°	> 55°
- <b>IIa minus</b> (= „mit Reifungsdefizit“)	mangelhaft	rund	verbreitert, übergreifend	50-59°	> 55°
<b>IIb</b> (> 3 Monate) „Verknöcherungsstörung“	mangelhaft	rund	verbreitert, übergreifend	50-59°	> 55°
<b>IIc</b> (jedes Alter) „gefährdete Hüfte“	hochgradig mangelhaft	rund bis flach	verbreitert, aber gerade noch übergreifend	43-49°	70 - 77°
<b>IId</b> (jedes Alter) = <b>D</b> „am Dezentrieren“	hochgradig mangelhaft	rund bis flach	verdrängt	43-49°	> 77°
<b>IIIa</b> „dezentriertes Gelenk“	schlecht	flach	nach kranial verdrängt, ohne Strukturstörungen	< 43°	> 77°
<b>IIIb</b> „dezentriertes Gelenk“	schlecht	flach	nach kranial verdrängt, mit Strukturstörungen	< 43°	> 77°
<b>IV</b> „dezentriertes Gelenk“	schlecht	flach	nach kaudal verdrängt	< 43°	>77°

Tabelle 4: Übersicht über die sonographische Typeneinteilung nach Graf

Eine Typ-I-Hüfte ist voll ausgreift. Sie entspricht allen Kriterien nach einem normalen, gesunden Hüftgelenk. Die knöcherne Pfanne ist gut entwickelt und der knöchere Erker ist eckig (**Typ Ia**) oder stumpf (**Typ Ib**). Der Hüftkopf wird vom knorpeligen Pfannendach umfasst. Der Alpha-Winkel ist immer größer als 60°.

Typ-II-Hüften sind noch zentrierte Gelenke. Hüften in diesem Bereich, die jünger als drei Monate sind, werden als „physiologisch unreif“ (**Typ IIa**) und mit der gleichen sonographischen Morphologie jenseits des ersten Lebensquartals als „verknöcherungsverzögert“ (**Typ IIb**) bezeichnet. Typ-IIa-Hüften, die wiederum in Typ IIa plus bzw. minus unterschieden werden können, werden noch nicht als Dysplasien bezeichnet, sondern als „morphologische Varianten, die im Rahmen der normalen biologischen Streubreite noch nicht alle Formkriterien ideal reifer

Gelenke erfüllen, aber in der Regel ganz normal weiter reifen und innerhalb weniger Wochen die sonomorphologischen Kriterien reifer Gelenke (Typ I) erreicht haben“<sup>1</sup>. Ein geringer Prozentsatz dieser physiologisch unreifen Gelenke erreicht die spontane Reife allerdings nicht und geht in den Typ-IIb über. Bei diesem Hüfttyp ist der Alpha-Winkel auch nach dem 3. Lebensmonat noch unter 60°.

Eine **IIC**-Hüfte korreliert mit den typischen Kriterien der „Dysplasie“: die knöcherne Formgebung ist mangelhaft, der knöcherne Erker rund bis flach und das knorpelige Pfannendach ist verbreitert. Es umgreift aber gerade noch den Hüftkopf. Daher wird eine IIC-Hüfte als „gefährdete Hüfte“ bezeichnet. Diese Hüften stellen die Indikation für eine adäquate konservative Therapie dar, da ohne Behandlung das Luxationsrisiko sehr hoch ist. Entsprechend zeigt sich ein Alphawert unter 50°. Der Beta-Winkel bewegt sich zwischen 70° und 77°. Ist der Beta-Winkel über 77°, spricht man von einer **IId**-Hüfte. Dieser Typ gilt als erstes Stadium einer Dezentrierung.

**III** und **IV** sind luxierte Gelenke und unterscheiden sich lediglich im Grad der pathologischen Veränderungen am knorpeligen Pfannendach<sup>1</sup>.

Die therapeutischen Konsequenzen der jeweiligen Typen sollen nicht im Einzelnen diskutiert werden. Die Indikation zur Behandlung einer Hüftdysplasie mit einer Pavlik-Bandage ist in der orthopädischen Klinik für die Universität Regensburg ab dem instabilen Hüfttyp IIC gegeben.

In folgenden Abbildungen werden die jeweiligen Hüfttypen I, II, III und IV nochmals schematisch in der sonographischen Schnittebene nach Graf dargestellt – bei Typ I und Typ IV mit Beispielsonogramm aus dem eigenen Patientengut.

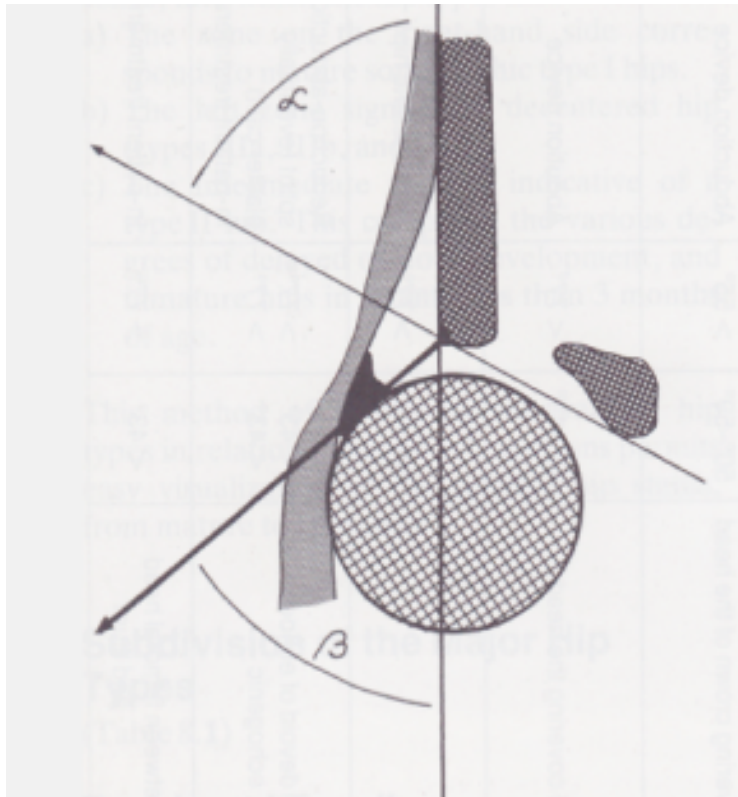


Abb. 6: Schematische Darstellung eines Hüftgelenkes Typ I

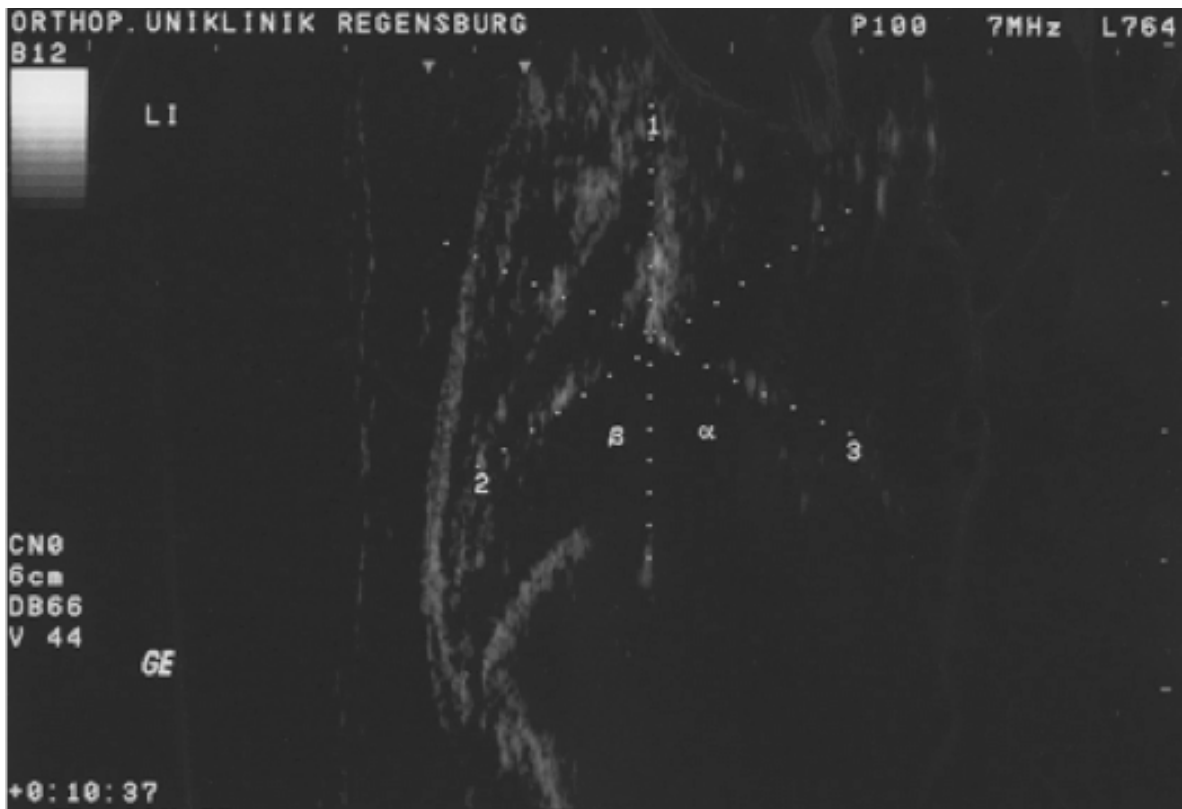


Abb. 7: Patientenultraschallbild, Beispiel Hüftgelenk Typ I

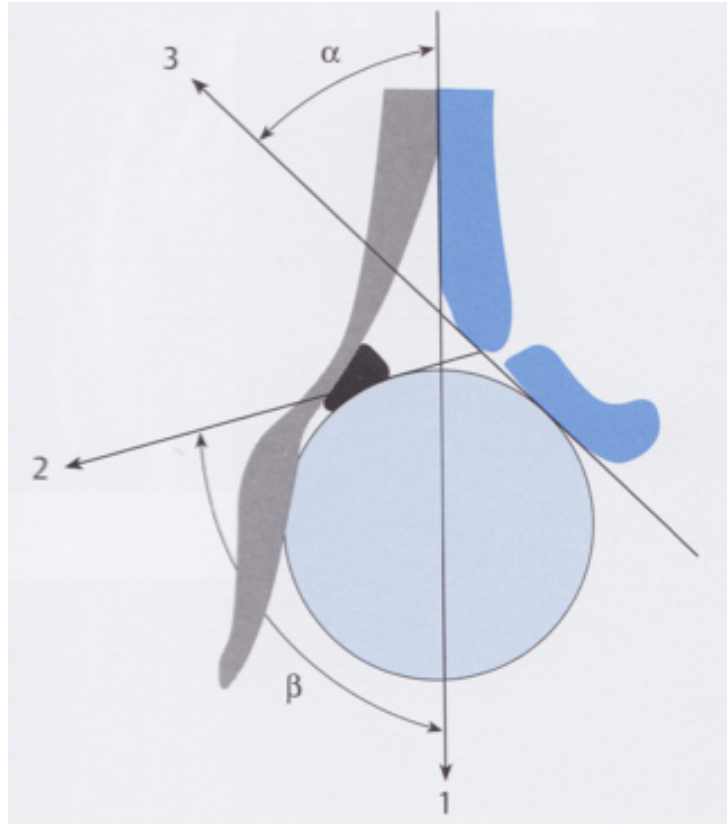


Abb. 8: Schematische Darstellung Typ II

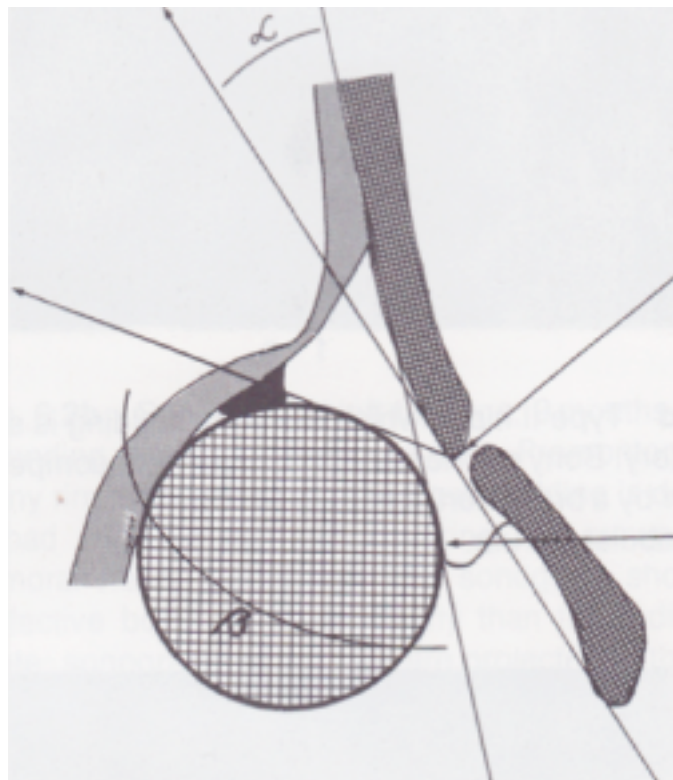


Abb. 9: Schematische Darstellung Typ III

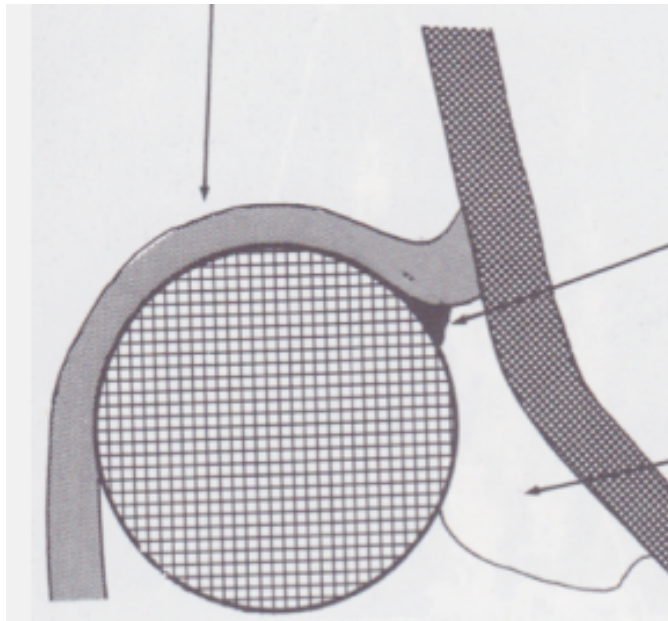


Abb. 10: Schematische Darstellung Typ IV



Abb. 11: Patientenultraschallbild, Beispiel Hüftgelenk Typ IV

### 2.3.5. Therapieschema

Im Rahmen der U2 bzw. U3 Vorsorgeuntersuchung kann die Diagnose behandlungsbedürftige kongenitale Hüftdysplasie bzw. (Sub-)Luxation gestellt und eine Therapie mit einer Pavlik-Bandage eingeleitet werden.

Im besten Fall ist das Datum der Erstdiagnose auch der Tag, an dem die Behandlung mit der Pavlik-Bandage begonnen wird. Es werden eine Stabilitätsprüfung der Hüften und sonographische Winkelmessungen mit anschließender Dokumentation der Alpha- und Beta-Winkel beider Seiten sowie eine Typisierung nach Graf durchgeführt. Falls sich bei der Beurteilung die Hüfte als irreponierbar herausstellt, muss eine operative Einstellung erfolgen. Ansonsten wird bei reponierbaren, dysplastischen Hüftverhältnissen die Pavlik-Bandage angelegt und die Eltern des kleinen Patienten hinsichtlich des Therapieablaufs und dem Umgang mit der Bandage aufgeklärt. Streng zu beachten ist ein exaktes Anpassen der Pavlik-Bandage. Dies sollte nur durch eine erfahrene Person erfolgen. Die Pavlik-Bandage muss 24 Stunden pro Tag getragen werden und sollte in der Zeit weder kurz zum Baden noch zu anderen Gelegenheiten abgenommen werden.

Die erste Kontrolluntersuchung erfolgt eine Woche nach Pavlik-Bandagen-Anlage. Daraufhin folgen wöchentliche Kontrolluntersuchungen ohne Dokumentation der Alpha- und Beta-Winkel aber stets mit Schallbild in Pavlik-Bandage zur anatomischen Beurteilung der Hüften sowie Sitz- und Effektivitätskontrolle der Bandage. Denn nach der Reposition ist zu prüfen, ob der Hüftkopf auch stabil reponiert bleibt. Kontrolliert wird die tiefe Einstellung beider Hüftgelenke mit angelegter Pavlik-Bandage. Wenn eine Hüfte zwar reponierbar, aber nicht in der Pavlik-Bandage retinierbar ist, muss auf eine invasivere Therapie, wie etwa auf Gips oder die operative Reposition gewechselt werden.

Nach 6 Wochen erfolgt zur Sicherung des bisherigen Therapieerfolges die 2. Winkelmessung und erneute Stabilitätstests. Falls die Winkelwerte auf eine schlechte Reifung schließen lassen, sollte die Pavlik-Bandage erneut für 4 Wochen getragen werden bis sich das Gelenk ausreichend stabilisiert hat. Bei optimalen Winkelverhältnissen kann die Pavlik-Bandage abgenommen werden. Es wird nun empfohlen beispielsweise mit einer Spreizhose in Sitz-Hock-Stellung für weitere 4 Wochen zur Nachreifung bzw. Ausheilung fortzufahren. Die Spreizhose wird ebenfalls erstmal für 24 Stunden pro Tag angelegt.

Die dritte Messung der Alpha- und Beta-Winkel schließt sich 4 Wochen nach Spreizhose

mit der Prüfung der Hüftstabilität an. Nun erfolgt normalerweise das Abtrainieren der Spreizhose. Sie kann nun nur noch nachts für weitere 4 Wochen getragen werden. Eine Ausnahme besteht, wenn die Alpha-Hüftwerte unter  $60^\circ$  betragen. Dann werden weitere 4 Wochen therapiert, erneut die Winkel gemessen und solange der Rhythmus wiederholt bis der Alpha-Wert über dem gewünschten Wert liegt. Eine Alternative zur Fortführung der Therapie mittels Spreizhose stellt die stabilere Optimalspreizhose dar, die auch bei älteren Kindern effektiv ist.

In der Regel erfolgt die 4. und idealerweise letzte sonographische Winkelmessung nach den genannten 4 Wochen. Erreicht der Alpha-Winkel einen Wert von über  $64^\circ$  (und Beta-Winkel  $< 55^\circ$ ) und ist die Hüfte bei der dynamischen Ultraschalluntersuchung stabil kann die Therapie beendet werden <sup>26</sup>.

Im Idealfall endet die Behandlung nach 14 Wochen. Die Therapie kann je nach Notwendigkeit verlängert oder verkürzt werden. Nachuntersuchungen finden prinzipiell nochmals zu Laufbeginn und abschließend im Alter von 3 Jahren statt. Die Kinder wurden im Verlauf durchschnittlich fünfmal sonographisch und zweimal röntgenologisch untersucht.

### Diagnose kongenitale Hüftdysplasie



**1. Winkelmessung**, Stabilitätsprüfung  
Beginn Pavlik-Bandage (24 h täglich)

*Ausnahme: Hüfte irreponierbar → operative Reposition*



1. Kontrolluntersuchung (eine Woche nach Pavlik-Anlage)  
mit anschließend wöchentlichen Kontrollen

*Ausnahme: Hüfte reponier- aber nicht retinierbar in Pavlik-Bandage*

*→ Wechsel der Therapie: Gips oder operative Einstellung*



6 Wochen

6. Kontrolluntersuchung, Abnahme der Pavlik-Bandage  
**2. Winkelmessung**, Stabilitätsprüfung  
→ Beginn Spreizhosenbehandlung (24 h täglich)

*Ausnahme: frustrierende Winkelverhältnisse → Wiederaufnahme der Pavlik-Bandage für 4 Wochen*

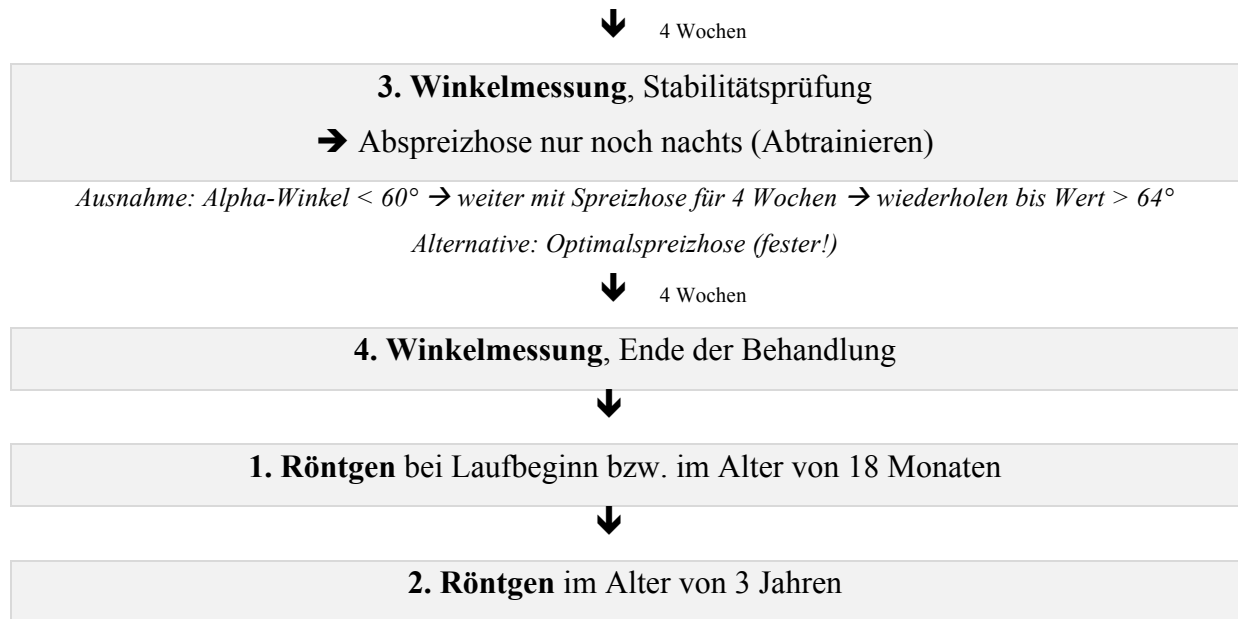


Abb. 12: Behandlungsschema der Säuglingshüftdysplasie mittels Pavlik-Bandage an der Orthopädischen Universitätsklinik Regensburg

Die Behandlung mit einer Pavlik-Bandage hat dann versagt, wenn eine konzentrische Reduktion nicht erzielt oder aufrechterhalten werden kann oder wenn die acetabuläre Entwicklung trotz konzentrischer Reduktion nicht adäquat eintritt. Möglicherweise kann dann auch eine operative Behandlung notwendig werden.

### 2.3.6. Röntgenologische Nachuntersuchung

Nach Laufbeginn sowie im Alter von 3 Jahren wurde jeder behandelte Patient einer Röntgenkontrolle nach Therapieschema im Rahmen der Nachuntersuchung unterzogen. Das Röntgenbild wurde begutachtet, um jeglichen Hinweis auf eine Restdysplasie oder avaskuläre Nekrose des Hüftkopfes auszuschließen. Es erlaubt die Beurteilung der Hüftpfannenentwicklung, eventuellen weiteren Pathologien und der Winkelverhältnisse des Acetabulums und des Schenkelhalses<sup>1</sup>. Die Aufnahme wurde in der orthopädischen Röntgenabteilung des Asklepios Klinikum Bad Abbach durchgeführt. Das Röntgenbild zeigt eine Beckenübersichtsaufnahme, die im antero-posterioren Strahlengang am liegenden Patienten in strenger Neutralstellung angefertigt wird. Als Maß einer ausgereiften gesunden Hüfte hat sich der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner, auch kurz AC-Winkel für Acetabulumwinkel (acetabulärer Index nach Hilgenreiner)<sup>1, 2, 26</sup> genannt, bewährt. Als Maß für die konzentrische Retention werden zusätzlich

der Luxationsgrad nach Tönnis sowie der Migrationsindex nach Reimers beobachtet.

### 2.3.6.1. AC-Winkel

Der AC-Winkel ist bis zum Alter von 14 Jahren messbar. Dann verschmilzt die Wachstumsfuge der Beckenknochen, die sogenannte Y-Fuge. Zur exakten Winkelmessung ist eine Horizontale – die Hilgenreiner-Linie – erforderlich<sup>1,26</sup>. Diese Linie verbindet beide Y-Fugen miteinander<sup>2</sup>. Sie wird an den untersten Knochenpunkten der Beckenschaufeln angelegt, an denen das Pfannendach beginnt, und auf dem Röntgenbild eingezeichnet (Abb. 13).

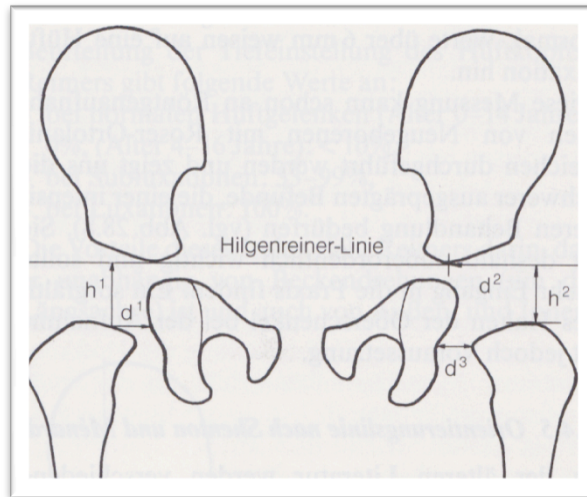


Abb. 13: „Verbindungsline beider Y-Fugen“

Von den untersten Knochenpunkten des Darmbeins wird eine zweite Linie zu dem superolateralsten Teil des Acetabulums, zum Pfannenerker als Tangente gezogen<sup>26</sup>. Der AC-Winkel wird schließlich zwischen dieser Linie und der Hilgenreiner-Linie gemessen (Abb. 14)<sup>2</sup>.

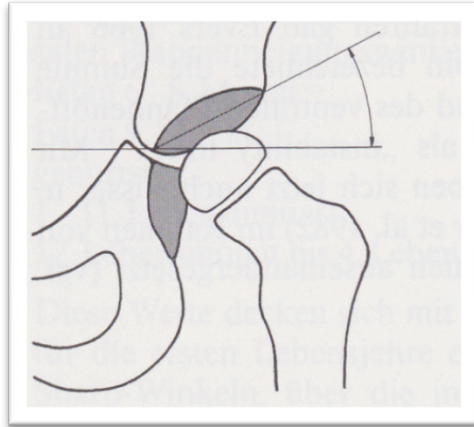


Abb. 14: Konstruktion des AC-Winkels

Der AC-Winkel gibt Auskunft über die Steilheit des knöchernen Pfannendachs. Bei einer Dysplasie ist „das Dach“ steiler und demnach der Winkel größer. Für die Winkelevaluierung und Indikationstellung zur eventuell nötigen Behandlung ist es wichtig zu wissen, bis zu welchen Maßen der normale Pfannendachwinkel schwanken kann und von welcher Grenze ab mit pathologischen Winkeln zu rechnen ist. Hierzu dienen die Mittelwerte bzw. Grenzwerte nach Tönnis und Brunken<sup>1, 2</sup>. Diese in verschiedenen Altersstufen erfassten Werte sind in Tabelle 5 und 6 zusammengefasst. Der Winkel beträgt bei der Geburt im Mittel 30°. Nach dem dritten Lebensmonat sollte der Winkel nicht grösser sein als 30°, mit 1 Jahr noch leicht über 20° und mit über 3 Jahren unter 20°<sup>26</sup>.

Alter (Jahre/ Monate)	Normalwerte	Leicht pathologisch	Stark pathologisch	Extrem pathologisch
0/3 – 0/4	< 30	≥ 30 - < 35	≥ 35 - < 40	≥ 40
0/5 – 2/0	< 25	≥ 25 - < 30	≥ 30 - < 35	≥ 35
2 – 3	< 23	≥ 23 - < 28	≥ 28 - < 33	≥ 33
3 – 7	< 20	≥ 20 - < 25	≥ 25 - < 30	≥ 30
7 – 14	< 15	≥ 15 - < 20	≥ 20 - < 25	≥ 25

Tabelle 5: Normal- bzw. Mittelwerte des AC-Winkels, modifiziert nach Tönnis 1966

Alter (Jahre/ Monate)	Mädchen				Jungen			
	Leicht dysplastisch		Schwer dysplastisch		Leicht dysplastisch		Schwer dysplastisch	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
0/1+0/2	36	36	41,5	41,5	29	31	33	35
0/3+0/4	31,5	33	36,5	38,5	28	29	32,5	33,5

0/5+0/6	27,5	29,5	32	34	24,5	27	29	31,5
0/7-0/9	25,5	27	29,5	31,5	24,5	25,5	29	29,5
0/10-1/0	24,5	27	29	31,5	23,5	25	27	29
1/1-1/3	24,5	27	29	31,5	23	24	27,5	27,5
1/4-1/6	24,5	26	29	30,5	23	24	26,5	27,5
1/7-2/0	24	25,5	28	30,5	21,5	23	26,5	27
2/0-3/0	22	23,5	25,5	27	21	22,5	25	27
3/0-5/0	18	21	22,5	25,5	19	20	23,5	24
5/0-7/0	18	20	23	23,5	17	19	21	23

Tabelle 6: Grenzwerte normaler Pfannendachwinkel nach Tönis und Brunken

## 2.4. Fallbeispiel

Die Patientin des Jahrganges 2005 war im dritten Lebensmonat vorstellig, nachdem sie nach der Geburt eine linke Typ IIIa – Hüfte zeigte und zunächst erfolglos mit einer Tübinger-Hüftbeugeschiene für 6 Wochen vorbehandelt wurde. Anamnestisch lag eine positive Familienanamnese mütterlicherseits und ein normaler Schwangerschaftsverlauf sowie eine normale Entbindung bei Erstgeburt vor. Die klinische Erstuntersuchung in der orthopädischen Ambulanz in Bad Abbach nach auswärtiger Vorbehandlung ergab keine Faltenasymmetrie, keine Beinlängendifferenz und eine normale Fußform. Es zeigte sich allerdings eine leichte Abspreizhemmung links, auf dieser Seite war auch das Ortolani-Zeichen positiv. Die sonographische Untersuchung ergab eine linksseitige Hüftluxation bei einer physiologischen rechten Hüfte. Der Alpha-Winkel betrug links  $43^\circ$  und rechts  $60^\circ$ , der Beta-Winkel links  $84^\circ$  und rechts  $63^\circ$ . Daraus ergab sich nach Graf links ein IId – und rechts ein Ib – Hüfttyp. Es wurde eine Therapie mit der Pavlik-Bandage begonnen. Nach 7 Wochen veränderten sich die Alpha-Winkel links auf  $56^\circ$ , rechts auf  $65^\circ$  und die Beta-Winkel links auf  $55^\circ$  und rechts auf  $46^\circ$ . Die linke Hüfte verbesserte sich somit zu einem Typ IId, die rechtseitige Hüfte zum Typ Ia. Es wurde nun eine Spreizhose für weitere 4 Wochen angelegt. Bei Therapieende betragen die Alpha-Winkel  $60^\circ$  rechts und  $63^\circ$  links und die Beta-Winkel  $47^\circ$  rechts und  $52^\circ$  links, somit zeigte sich beidseits ein Hüfttyp von Ib nach Graf.

Die Bilderabfolge (Abb. 15 – 17) zeigt den sonographisch dokumentierten Verlauf einer intialen Luxation der linken Hüfte, die durch die Therapie mit der Pavlik-Bandage und anschließender

Spreizhosenbehandlung erfolgreich in einen gesunden Hüftzustand überführt werden konnte. In Abbildung 15 hat der Untersucher die gewünschte Platzierung des Hüftkopfes markiert.

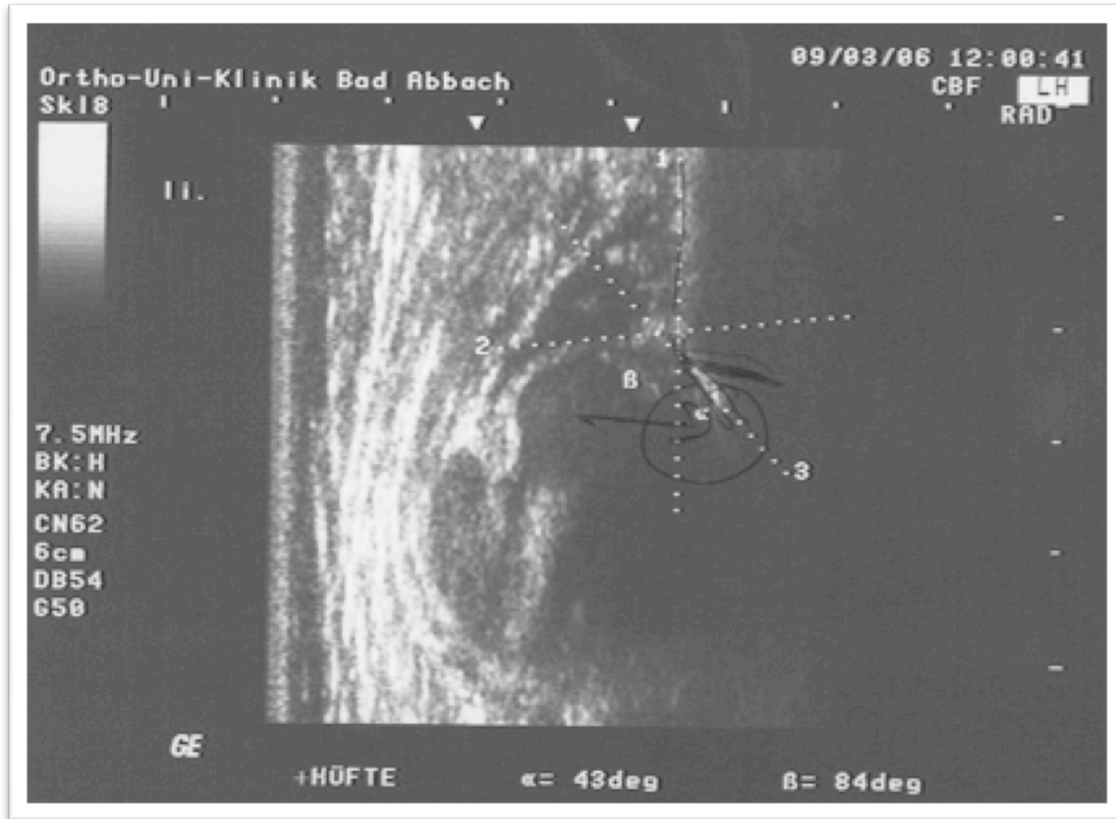


Abb. 15: Ultraschallbild linke Hüfte vor Pavlik-Bandage, Typ II

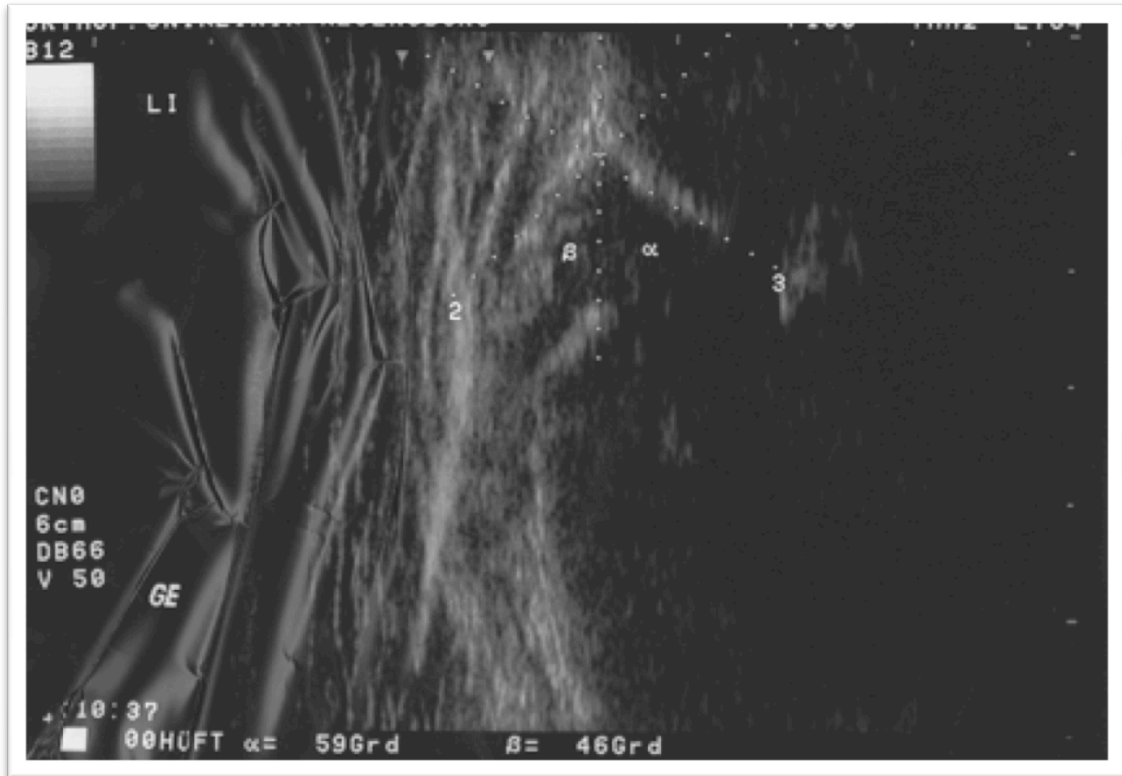


Abb. 16: Ultraschallbild linke Hüfte nach Pavlik-Bandage, Typ IIb



Abb. 17: Ultraschallbild linke Hüfte nach Therapieende, Typ Ia

## 2.5. Statistische Methoden

Die Überprüfung der erhobenen Daten auf statistische Signifikanz erfolgte durch ein bei der Universität akkreditiertes Statistikbüro <sup>27</sup>.

Winkel und Winkeldifferenzen wurden als quantitative Größen anhand von Mittelwert und Standardabweichung, Minimum und Maximum sowie den Quartilen beschreibend dargestellt und mittels Shapiro Wilk-Tests auf Normalverteilung geprüft.

Bei signifikanter Abweichung von einer Normalverteilung, die sich bei den erzielten Winkeldifferenzen bei unterschiedlicher Behandlungsart zeigte, erfolgte der Vergleich zweier unabhängiger Stichproben mit dem U-Test. Der Vergleich der rechten und linken Seite hinsichtlich der Winkel zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten konnte mit dem t-Test für verbundene Stichproben durchgeführt werden, da sich keine signifikanten Abweichungen von einer Normalverteilung in diesen Parametern nachweisen ließen. Mittels einfaktorieller Varianzanalyse wurden die Winkeldifferenzen auf Einfluss des Behandlungsbeginns geprüft, in diesem Fall zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Abweichungen von einer Normalverteilung in den erzielten Winkeldifferenzen innerhalb der zu vergleichenden Gruppen.

Zu ordinal und nominal skalierten Größen wurden absolute und prozentuale Häufigkeiten angegeben. Je zwei Größen dieser Skalierung wurden in Kontingenztafeln gegenübergestellt, so dass mit dem Chi-Quadrat-Test geprüft werden konnte, ob eine Abhängigkeit bestand. Bei zu kleinen erwarteten Häufigkeiten wurde alternativ der exakte Test nach Fisher eingesetzt.

Es wurde stets zweiseitig getestet und ein Signifikanzniveau von 5% zugrunde gelegt. Eine Alpha-Adjustierung für multiples Testen fand nicht statt, die Ergebnisse haben demnach explorativen und beschreibenden Charakter. Für die Durchführung der statistischen Berechnungen wurde IBM SPSS Statistics 21 (SPSS Inc. an IBM Company, Chicago, IL) eingesetzt. Die Diagrammerstellung erfolgte sowohl mit besagtem SPSS-Programm als auch mit Excel MS Version 14.3.

### 3. Ergebnisse

Insgesamt wurden 37 Kinder mit behandelter Hüftdysplasie ab Grad IIc untersucht. Es kamen sowohl unilaterale als auch bilaterale Hüftdysplasien unterschiedlicher Ausprägung vor. Bei der Untersuchung der Familien- und Schwangerschaftsanamnese und deren Häufigkeitsverteilung nach der Seite sind manche Kinder aus diesem Grund in beiden Verteilungsstatistiken enthalten. Die Ergebnisse werden im Folgenden der Reihe nach vorgestellt. Die berechneten Werte sind der besseren Darstellung zuliebe zum Teil gerundet.

#### 3.1. Geschlechterverteilung

36 Patienten waren weiblichen und ein Patient männlichen Geschlechts (Diagramm 1). Die Mädchen stellten somit prozentual gesehen 97,3 % und der Junge 2,7 % dar.

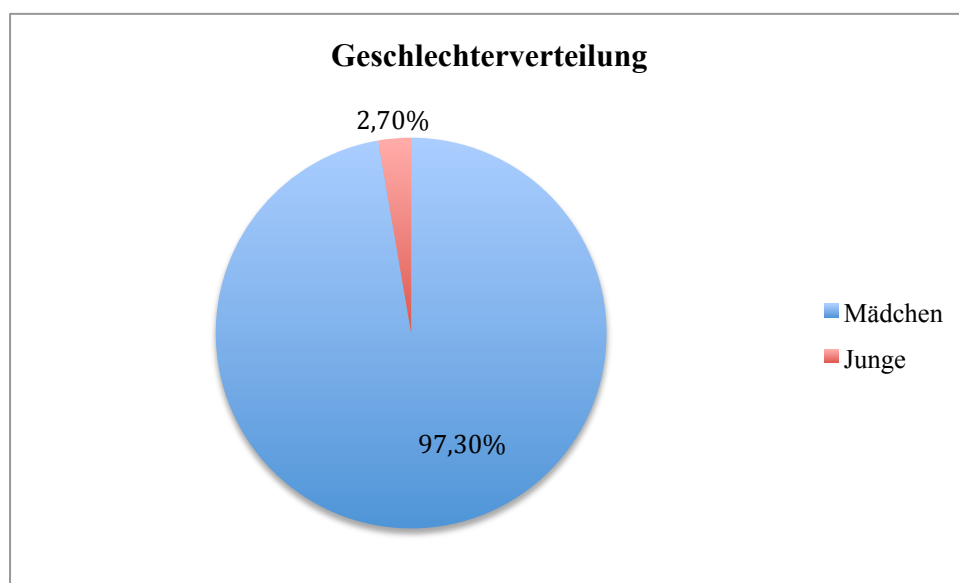


Diagramm 1: Geschlechterverteilung der in die Studie eingeschlossenen 37 Patienten mit Pavlik-Bandage

#### 3.2. Familienanamnese

Die Familienanamnese hinsichtlich Hüftdysplasie war in 25 Fällen negativ (67,6 %). In sechs Fällen (16,2 %) trat die Hüfterkrankung bei einem Elternteil auf, in einem Fall bei beiden Elternteilen (2,7 %). Die Geschwister waren bei drei Patienten (8,1 %) und weitere

Familienmitglieder bei zwei Patienten (5,4 %) betroffen. Diagramm 2 fächert sich in die entsprechenden Häufigkeiten auf:

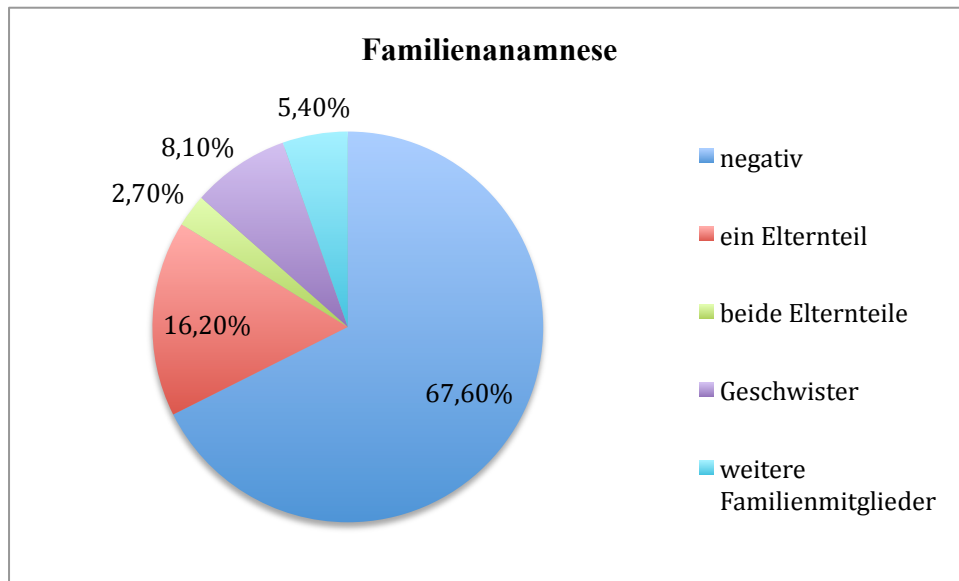


Diagramm 2: Behandlungsbedürftige Hüftdysplasie im unmittelbaren Umfeld der Studienpatienten

Zusammenfassend finden sich bei 12 Kindern (ca. 1/3 der Fälle) anamnestische Risikofaktoren in Bezug auf eine positive Familienanamnese für eine kongenitale Hüftdysplasie. Etwas mehr als zwei Drittel der Patienten zeigen keine Risiken in der Familie. Somit ergibt sich ein Verhältnis von etwa 2:1 (siehe Diagramm 3).

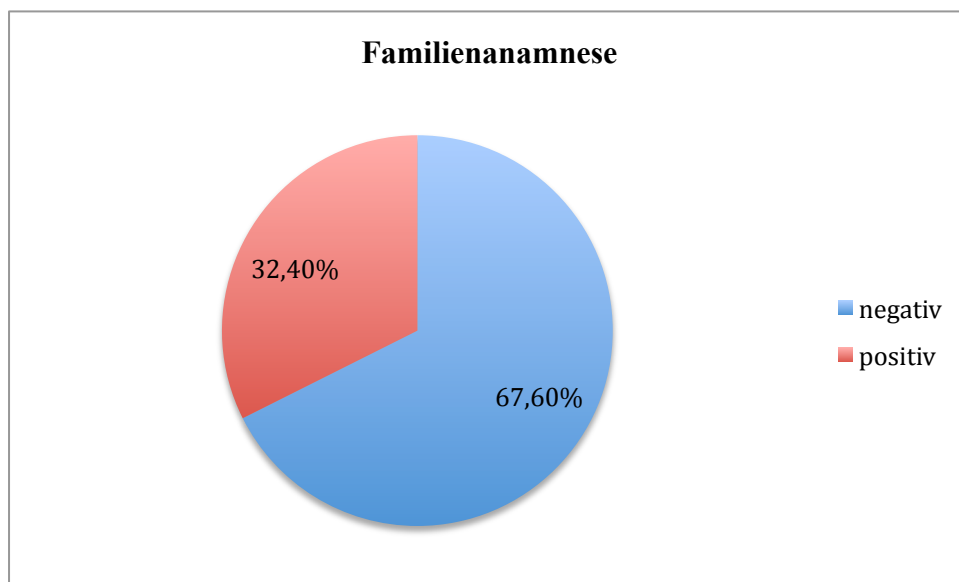


Diagramm 3: Prozentuale Verteilung der 37 Patienten in positive und negative Familienanamnese

### 3.2.1. Korrelation linksseitiger Hüftdysplasie bei Geburt mit Familienanamnese

Von den vier Patienten (10,8 %), die auf der linken Hüftseite keine Hüftdysplasie bei Geburt zeigten, hatten die Hälfte eine positive Familienanamnese (50 %). Bei einem Kind waren beide Eltern betroffen, das andere Kind hatte erkrankte Geschwister. 89,2 % und damit 33 Patienten hatten links eine dysplastische Hüfte. Hiervon waren 23 Kinder ohne familiäre Risikofaktoren, zehn Kinder mit familiärer Vorbelastung (30,3 %).

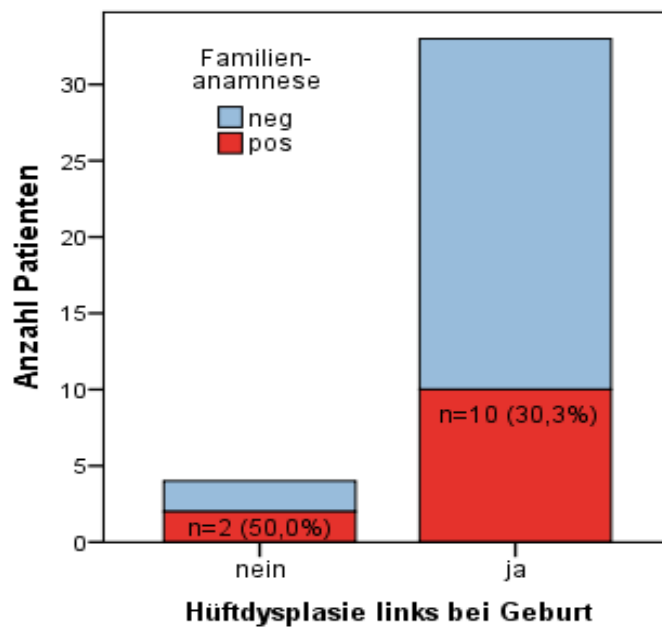


Diagramm 4: Korrelation zwischen Risikofaktor positive Familienanamnese und Dysplasie der linken Hüftseite

### 3.2.2. Korrelation rechtsseitiger Hüftdysplasie bei Geburt mit Familienanamnese

21 Kinder (56,8 %) von den insgesamt 37 untersuchten Patienten hatten initial auf der rechten Seite keine Hüftdysplasie. Von diesen Kindern hatten sechs Patienten (28,6 %) eine positive Familienanamnese. 16 Kinder (43,2 %) zeigten dagegen dysplastische rechte Hüften. Davon besaßen wiederum zehn Patienten eine negative und sechs Patienten (37,5 %) eine positive Familienanamnese.

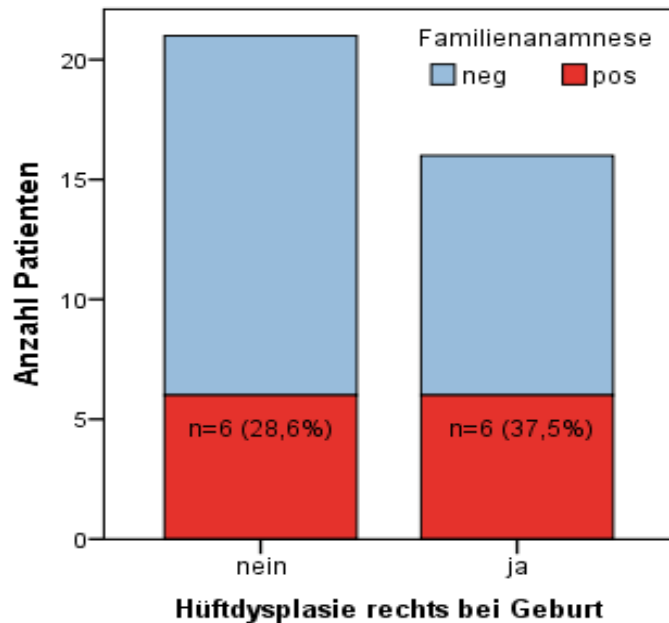


Diagramm 5: Korrelation zwischen Risikofaktor positive Familienanamnese und Dysplasie der rechten Hüftseite

Es sind keine signifikanten Abhängigkeiten bezüglich Auftreten einer Hüftdysplasie der linken bzw. rechten Seite und einer positiven Familienanamnese nachweisbar (Exakter Test nach Fisher,  $p$  für linke Hüftseite = 0,582;  $p$  für rechte Hüftseite = 0,726).

### 3.3. Schwangerschaftsanamnese

28 Mütter unserer Patienten gaben eine normale Schwangerschaft sowie eine normale Entbindung an. Statistisch ausgewertet machten sie einen Prozentsatz von 75,7 % aus. Nur eine Mutter gab Probleme unbekannter Art in der Schwangerschaft bzw. bei der Geburt an (2,7 %). Es konnten acht Steißlagen evaluiert werden. Davon wurden fünf (13,5 %) via Kaiserschnitt entbunden und drei (8,1 %) spontan geboren (siehe Diagramm 6).

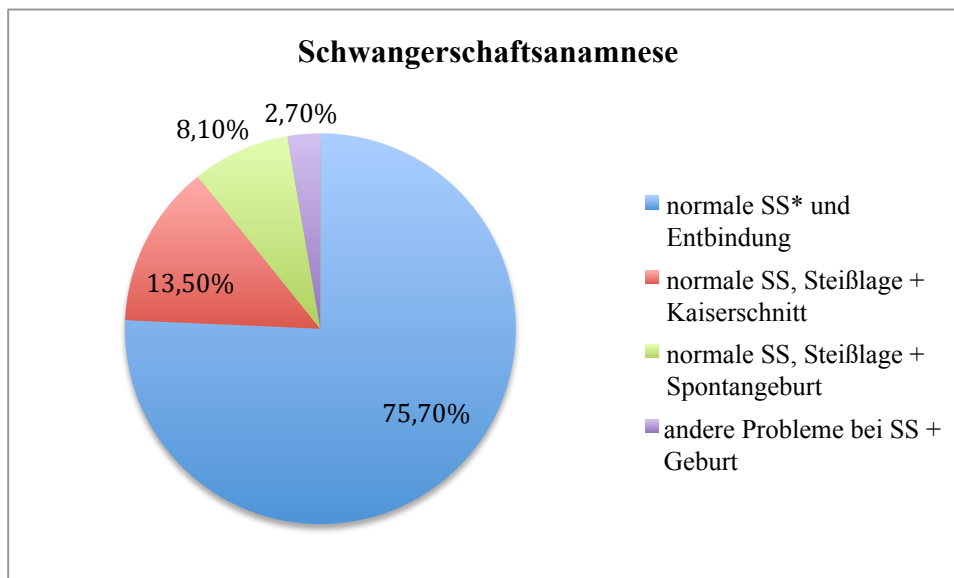


Diagramm 6: Verteilung der 37 Patienten im Rahmen der Schwangerschaftsanamnese; \*SS = Schwangerschaft

Zusammenfassend konnte bei neun Kindern eine positive Anamnese hinsichtlich Risikofaktoren vor oder bei ihrer Geburt evaluiert werden. 28 Kinder waren frei von Risikofaktoren. Somit ergibt sich ein Verhältnis von etwa 3:1 (siehe Diagramm 7).

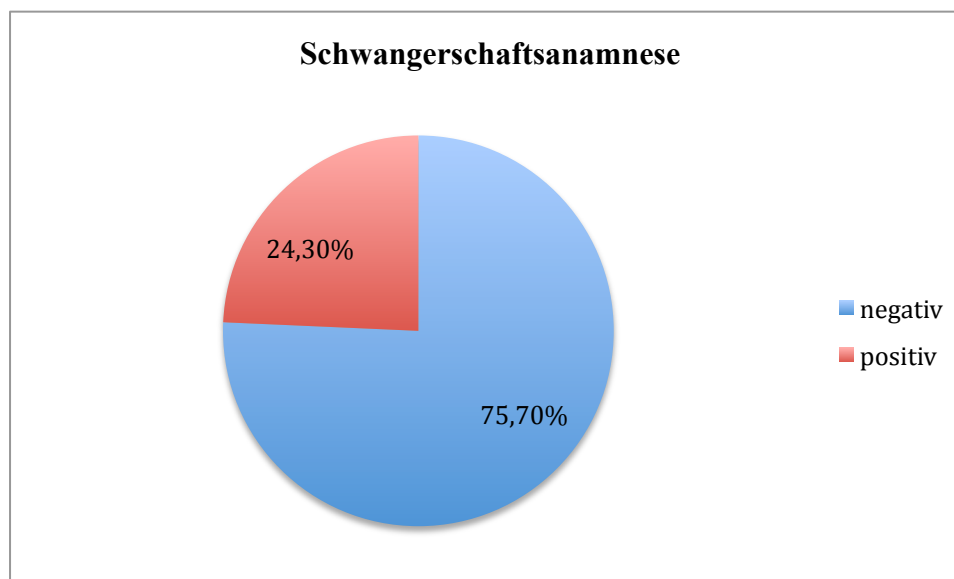


Diagramm 7: Auftreten von Risikofaktoren bzgl. SS bzw. Geburtsanamnese bei 37 Patienten

### 3.3.1. Korrelation linksseitiger Hüftdysplasie bei Geburt mit Schwangerschaftsanamnese

Von den 37 Patienten hatten 89,2 %, das entspricht 33 Patienten, dysplastische Hüftverhältnisse auf der linken Seite. Bei 24 Kindern konnte ein normaler Gestationsverlauf und eine normale Entbindung dokumentiert werden. Die anderen neun Kinder (27,3 %) besaßen dagegen eine positive pathologische Schwangerschaftsanamnese. Fünf von ihnen wurden bei Steißlage durch Sektio geboren und drei sind in Steißlage, jedoch als Spontangeburt, zur Welt gekommen. Einer hatte Probleme unbekannter Art während der Schwangerschaft oder der Geburt. Die vier Kinder (10,8 %), die an keiner Hüftdysplasie erkrankt waren, zeigten ebenfalls eine normale Schwangerschaftsphase und Entbindung in der Anamnese (siehe Diagramm 8).

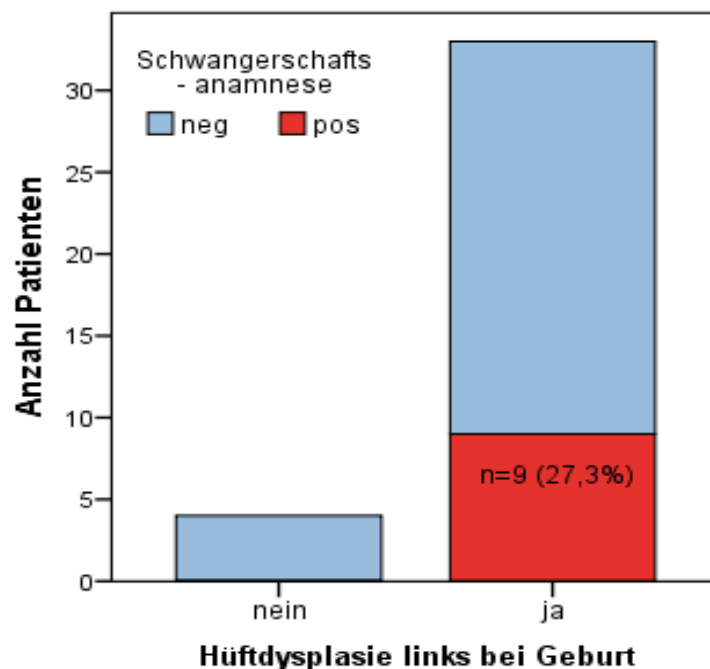


Diagramm 8: Korrelation zwischen Risikofaktor positive Schwangerschaftsanamnese und Dysplasie linker Hüftseite

### 3.3.2. Korrelation rechtsseitiger Hüftdysplasie bei Geburt mit Schwangerschaftsanamnese

Auf der rechten Hüftseite zeigte sich bei 37 Patienten eine 43,2 %ige (16 Kinder) starke Beteiligung der Hüftdysplasie. Davon waren 13 Kinder unauffällig bezüglich einer

Schwangerschafts- oder Geburtsanamnese. Drei Kinder (18,8 %) mussten bei Steißlage via Kaiserschnitt geboren werden. Die Mehrzahl mit 56,8 %, also 21 Patienten, hatten keine rechtseitige Hüftdysplasie. Hiervon waren wiederum bei der Mehrzahl, nämlich bei 15 Kindern, keine dysplastischen Auffälligkeiten zu erkennen. Darunter war bei sechs Kindern (28,6 %) die Schwangerschaftsanamnese positiv: zwei Patienten in Steißlage wurden mit Kaiserschnitt, drei weitere Kinder in Steißlage via naturalis und das eine Kind mit unbekanntem Problem geboren. Diagramm 9 stellt diese Korrelation graphisch dar:

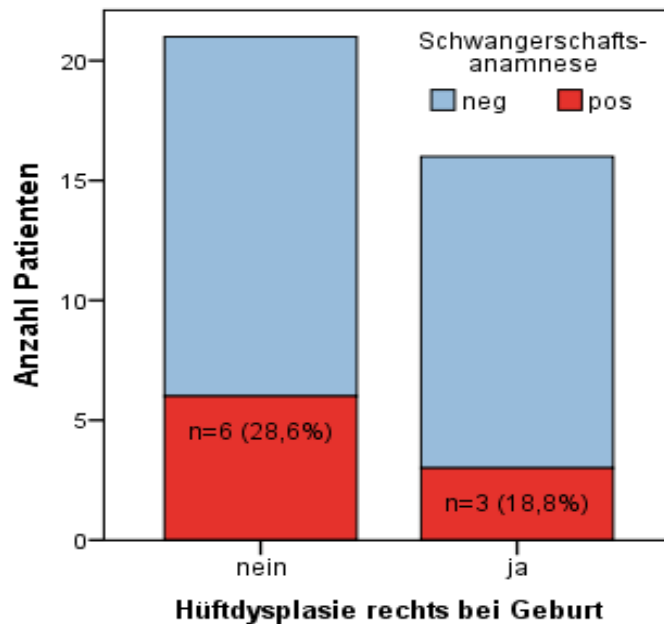


Diagramm 9: Korrelation zwischen Risikofaktor positive Schwangerschaftsanamnese und Dysplasie der rechten Hüftseite

Es besteht keine Korrelation zwischen einer linksseitigen Hüftdysplasie bei Geburt und einer positiven Schwangerschafts- bzw. Geburtsanamnese (Exakter Test nach Fisher,  $p > 0,999$ ). Auch auf der rechten Hüftseite besteht ebenfalls für diesen Fall keine signifikante Abhängigkeit (Exakter Test nach Fisher,  $p = 0,319$ ).

### 3.4. Behandlungsart

Drei verschiedene Behandlungsmuster waren in unserem Patientenkollektiv zu erkennen (siehe Diagramm 10). Von unseren 37 Patienten wurden 25 (67,6 %) nach dem favorisierten Schema mit der Pavlik-Bandage für sechs Wochen behandelt und im Anschluss mit der Abspreizschiene nachversorgt. Der Pavlik-Bandage war in elf Fällen eine erfolglose Dysplasiebehandlung mit

einer anderen Hüftorthese vorausgegangen. Diese elf Kinder (29,7 %) wurden nach Therapieversagen auf die Pavlik-Bandage umgestellt und anschließend ebenfalls mit der Abspreizschiene austherapiert. Ein Patient versagte in der variablen Vorbehandlung als auch in der Pavlik-Bandage und musste letztendlich nach operativer Reposition mit einem Fettweis-Gips korrigiert werden (2,7 %).

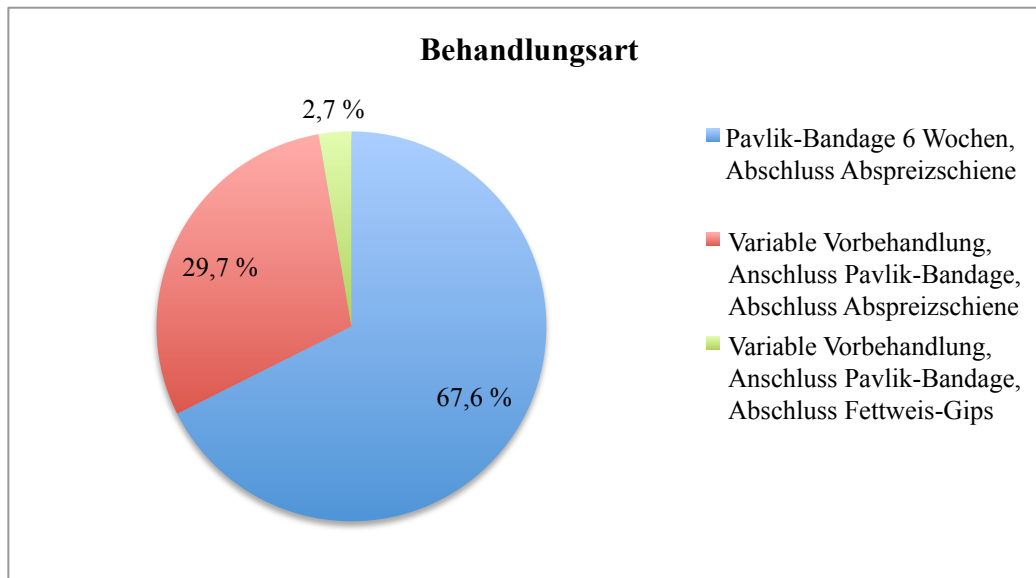


Diagramm 10: Verteilung des Patientenkollektivs (n=37) auf die jeweilige Behandlungsart

Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Behandlungsmethoden „reine Pavlik-Bandagen-Behandlung“ und „variable Vorbehandlung“ in Hinsicht auf Einfluss auf den Therapieverlauf nachgewiesen werden (U-Test,  $p > 0,05$ ).

### 3.5. Behandlungsbeginn

Die Behandlung nach Pavlik begann durchschnittlich in der 6. Lebenswoche (min. 4. Lebenstag – max. 26. Lebenswoche). Bei zehn Neugeborenen wurde die Behandlung der Hüftdysplasie oder einer Luxation gleich in der ersten Lebenswoche begonnen und bei acht Patienten in der 2. bis 4. Lebenswoche. Der Häufigkeitsspitzen des Therapiebeginns war fünf bis sechs Wochen nach Geburt. Dies war bei elf Kindern der Fall. Acht Patienten wurden nach sieben Wochen erstmals mit einer Pavlik-Bandage versorgt. In Diagramm 11 ist die prozentuale Verteilung zu sehen:

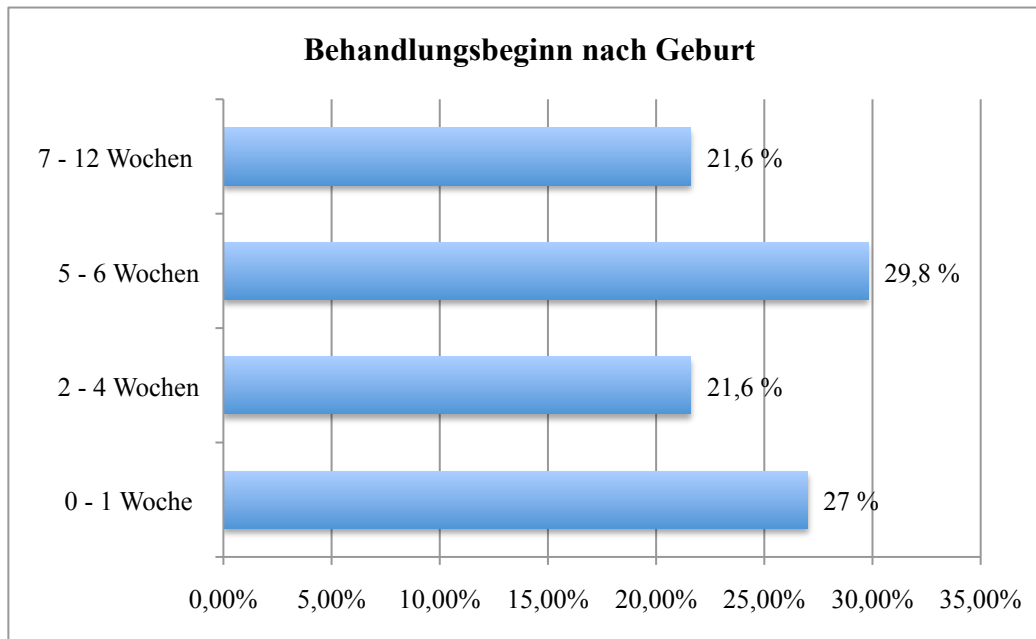


Diagramm 11: Altersverteilung zum Zeitpunkt Therapiebeginn mit Pavlik-Bandage

Bis auf kleine Ausnahmen, die aufgrund multiplen Testens vernachlässigbar sind, zeigt sich keine signifikante Abweichung von einer Normalverteilung. Die Winkelverbesserung steht in keiner Korrelation zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns. Es war lediglich ein signifikanter Einfluss auf die prozentuale Alpha-Winkel – Differenz nachweisbar (ANOVA,  $p=0,044$ ), der allerdings durch die Post-Hoc-Paarvergleiche wieder eradiziert wurde. Sie zeigten keine signifikanten Unterschiede im direkten Paarvergleich (Games-Howell,  $p>0,05$ ). Demnach war der genannte Einfluss wohl nur ein Relikt und Behandlungsbeginn und Therapieerfolg sind in unserer Studie unabhängig voneinander zu betrachten.

### 3.6. Seitenbeteiligung dysplastischer Hüften

Die Dysplasie tritt ein- oder beiseitig auf. In unserem Patientenkollektiv kamen zu etwa 70 % unilaterale und zu etwa 30 % bilaterale Hüftreifungsverzögerung vor. In etwa 60 % ( $n=22$ ) der Fälle war nur die linke Hüftseite, bei 10 % ( $n=4$ ) nur die rechte Hüftseite und zu etwa 30 % ( $n=11$ ) beide Hüftgelenke betroffen.

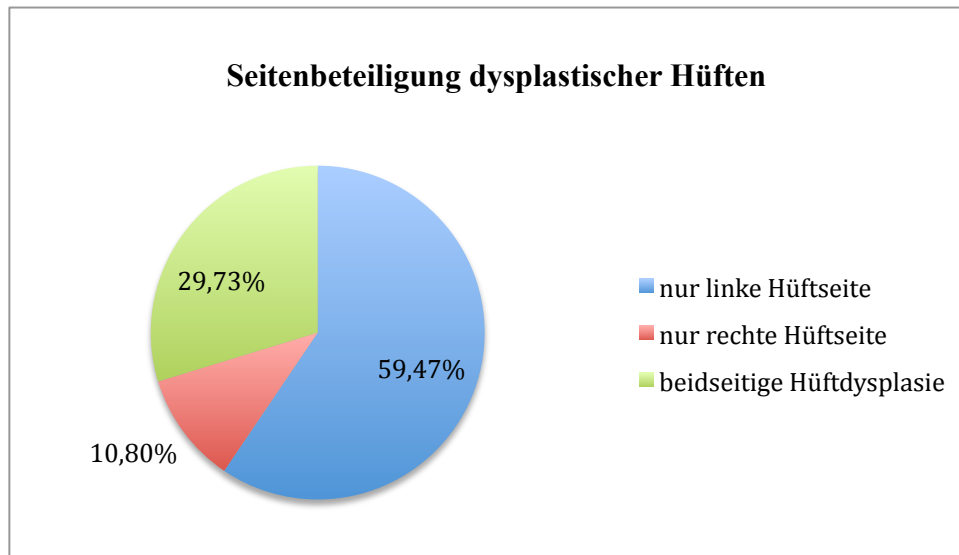


Diagramm 12: Seitenbeteiligung dysplastischer Hüften bei 37 Patienten

Von den elf Kindern mit beidseitiger Hüftdysplasie hatten wiederum fünf Kinder (45,45 %) links initial schlechtere Hüfttypen. Bei drei Kindern (27,25 %) waren die Hüfttypen beidseits gleich. Bei weiteren drei Patienten (27,25 %) war die rechte Seite stärker betroffen als links.

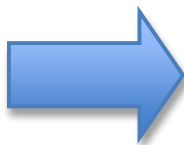
### 3.7. Verteilung der Hüfttypen nach Graf

#### 3.7.1. Überblick

Nach der Geburt verteilten sich die Hüfttypen nach Graf wie in Tabelle 7. Am Behandlungsende ist die Verteilung erwartungsgemäß anders ausgefallen (siehe Tabelle 8). Die Hüftseiten wurden jeweils getrennt beobachtet.

Graf-Klassifikation	Linke Hüfte	Rechte Hüfte
Ia	-	5
Ib	-	9
IIa	4	7
IIb	-	-
IIc	11	6
IId	14	6
IIIa	8	3
IIIb	-	-
IV	-	1
<b>Gesamtzahl (n)</b>	<b>37</b>	<b>37</b>

Tabelle 7: Überblick Hüfttypenverteilung nach Geburt



Graf-Klassifikation	Linke Hüfte	Rechte Hüfte
Ia	19	25
Ib	17	12
IIa	-	-
IIb	1	-
IIc	-	-
IId	-	-
IIIa	-	-
IIIb	-	-
IV	-	-
<b>Gesamtzahl (n)</b>	<b>37</b>	<b>37</b>

Tabelle 8: Überblick Hüfteinteilung bei Behandlungsende

### 3.7.2. Graf'sche Einteilung der linken Hüften nach Geburt

Die linken Hüften zeigten die in der folgenden Abbildung angegebene Verteilung der Hüfttypen nach Graf bei Geburt. 10,8 % (vier Patienten) hatten einen Typ IIa und 29,8 % (elf Patienten) einen Typ IIc. 37,8 % (14 Patienten) und damit die Mehrzahl der linken Hüften fielen auf den Typ IId. Der Hüfttyp IIIa war mit einer Häufigkeit von 21,6 % (acht Patienten) vertreten. Hüfttypen I und IV kamen auf der linken Hüftseite nicht vor.

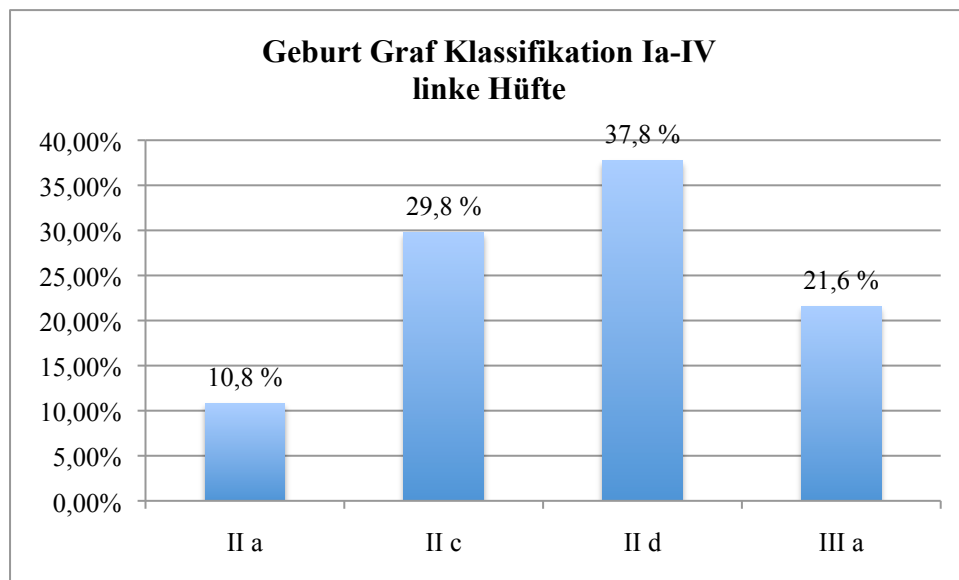


Diagramm 13: Verteilung der Hüfttypen nach Graf nach Geburt auf der linken Seite

### 3.7.3. Graf'sche Einteilung der rechten Hüften nach Geburt

Die Verteilung der unterschiedlichen Hüfttypen nach Graf ist auf der rechten Hüftseite vielfältiger. Hier gibt es Ia-Hüften fünfmal (13,5 %), Ib-Hüften neunmal (24,3 %), und IIa siebenmal (18,9 %). Sowohl die Klassifikation IIc und IId wurden bei jeweils sechs Kindern diagnostiziert (je 16,2 %). IIIa-Hüften gab es bei drei Patienten (8,1 %) und eine IV-Hüfte machte 2,7 % aus, d.h. sie trat bei einem Kind auf.

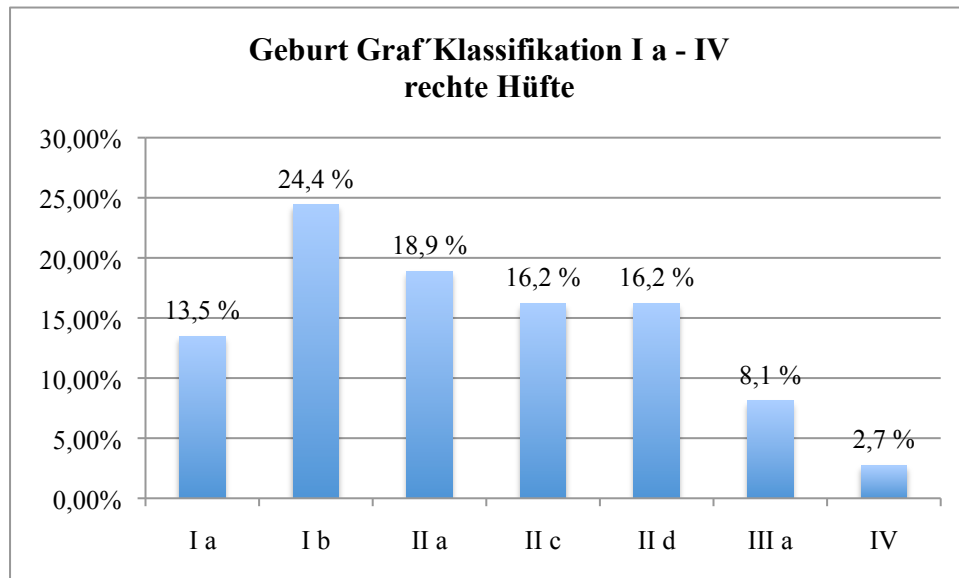


Diagramm 14: Verteilung der Hüfttypen nach Graf nach Geburt auf der rechten Seite

### 3.7.4. Graf´sche Einteilung der linken Hüften nach Behandlungsende

Bei 19 Kindern entsprach die linke Hüfte einem Typ Ia (51,9 %), bei 17 Kindern dem Typ Ib (45,9 %). Ein Kind hatte am Behandlungsende eine Iib-Hüfte (2,7 %).

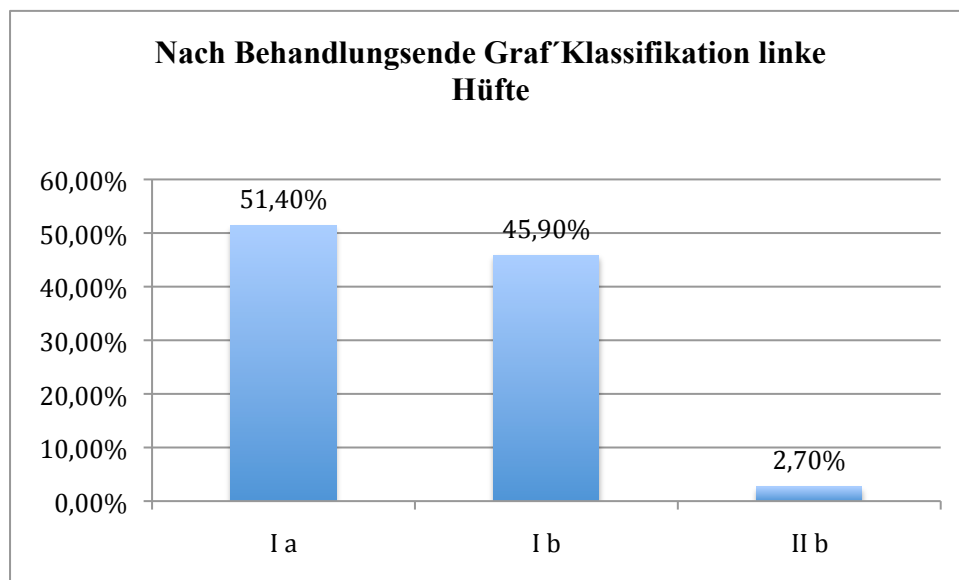


Diagramm 15: Verteilung der Hüfttypen nach Graf nach Behandlungsende auf der linken Seite

### 3.7.5. Graf'sche Einteilung der rechten Hüften nach Behandlungsende

25 Patienten besaßen nach Abschluss der Behandlung eine Ia-Hüfte rechts (76,6 %) und zwölf Patienten einen Ib-Typ (32,4 %).

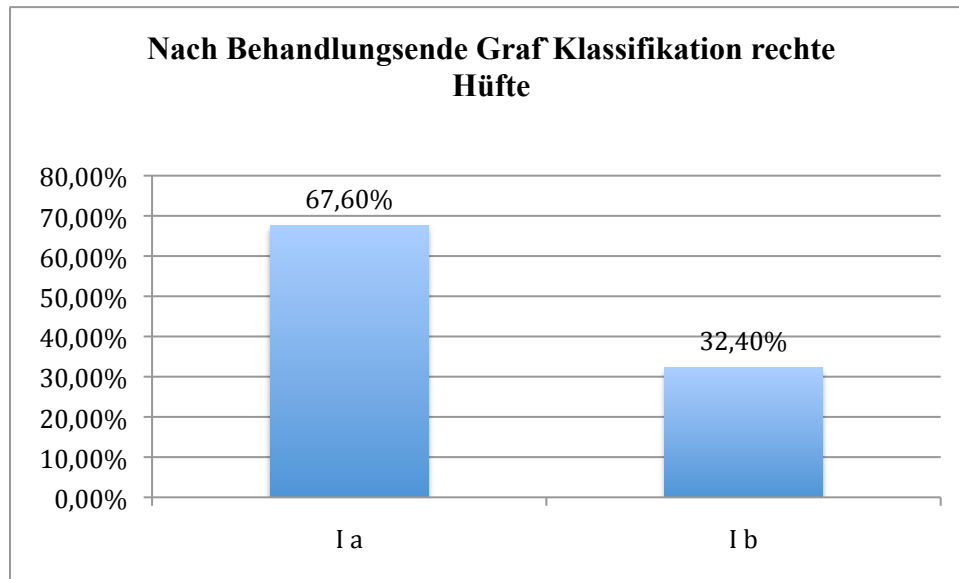


Diagramm 16: Verteilung der Hüfttypen nach Graf nach Behandlungsende auf der rechten Seite

### 3.8. Winkelverläufe

#### 3.8.1. Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert) und Hüftseitenvergleich

Bei Geburt zeigten sich durchschnittliche Alpha-Winkel von links  $47^\circ$  (Standardabweichung  $5,3^\circ$ ) und rechts  $54,2^\circ$  (Standardabweichung  $9,2^\circ$ ). Vor Anlage einer Pavlik-Bandage betrug der Mittelwert der Alpha-Winkel der linken Hüften  $48,2^\circ$  (Standardabweichung  $6,3^\circ$ ) und der rechten Hüften  $54,5^\circ$  (Standardabweichung  $9,4^\circ$ ). Im Verlauf der Behandlung verbesserten sich die Winkel zunehmend und somit auch ihre Mittelwerte. Nach Pavlik-Bandagen-Abnahme betragen diese links  $62,8^\circ$  (Standardabweichung  $3,3^\circ$ ) und rechts  $64,5^\circ$  (Standardabweichung  $3,6^\circ$ ). Nach abgeschlossener Behandlung zeigte sich bei den linken Hüften ein durchschnittlicher Alpha-Wert von  $63,4^\circ$  (Standardabweichung  $3,4^\circ$ ) und bei den rechten Hüften ein Alpha-Winkel von  $64,7^\circ$  (Standardabweichung  $3^\circ$ ). Diagramm 17 zeigt die Verbesserung des initial dysplastischen Alpha-Winkels unter Therapie mit der Pavlik-Bandage.

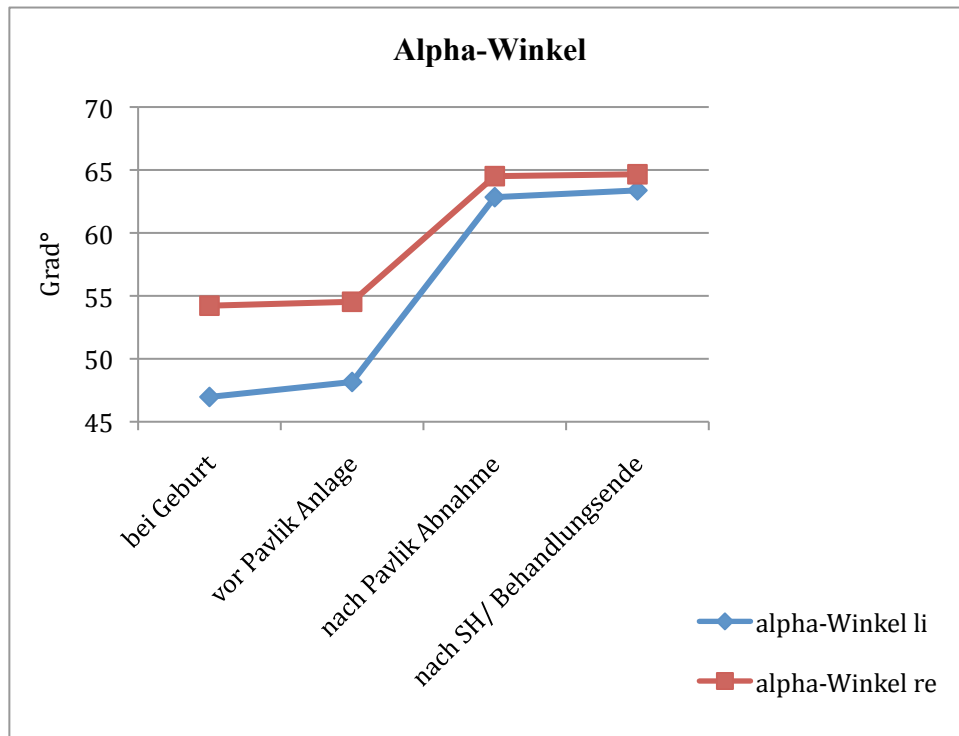


Diagramm 17: Verlauf der Alpha-Winkel im Seitenvergleich; \*SH = Spreizhose

Die Pavlik-Bandagen-Behandlung steigerte also den Alpha-Winkel der linken Seite von durchschnittlich  $48,2^\circ$  vor Pavlik-Anlage nach durchschnittlich sechs Wochen Therapie (min. 2 Wochen – max. 10 Wochen) auf einen Wert von  $62,8^\circ$ . Auf der Gegenseite fielen die besseren Alpha-Winkel-Verhältnisse auf. Der Alpha-Winkel der verbesserte sich von  $54,5^\circ$  vor Therapie auf durchschnittlich  $64,5^\circ$  nach Abnahme der Bandage. Das ist eine Verbesserung des Alpha-Winkels links um  $14,6^\circ$  und rechts um  $10^\circ$  unter Therapie nach Pavlik. Damit lagen ab Pavlik-Abnahme die Durchschnittswinkel im Wertbereich der gesunden Hüften und innerhalb der Therapiezeit erfolgte eine erfolgreiche Retention des Hüftkopfes.

Bei Therapiebeginn war der Alpha-Winkel der linken Seite gegenüber der rechten Seite signifikant erniedrigt. Sowohl der Alpha-Winkel der linken als auch der rechten Seite verbesserten sich signifikant unter der Therapie und unterschieden sich auch bei der letzten sonographischen Untersuchung noch voneinander, wenn auch nicht mehr so gravierend. In den Diagrammen 18 und 19 werden diese Winkelunterschiede nochmals im Vergleich zu Geburt und nach Pavlik-Abnahme deutlich (Diagramm 18 für die linke Seite, Diagramm 19 für die rechte Seite) – links ein Winkelsprung von  $15,8^\circ$  und rechts von  $10,2^\circ$ .

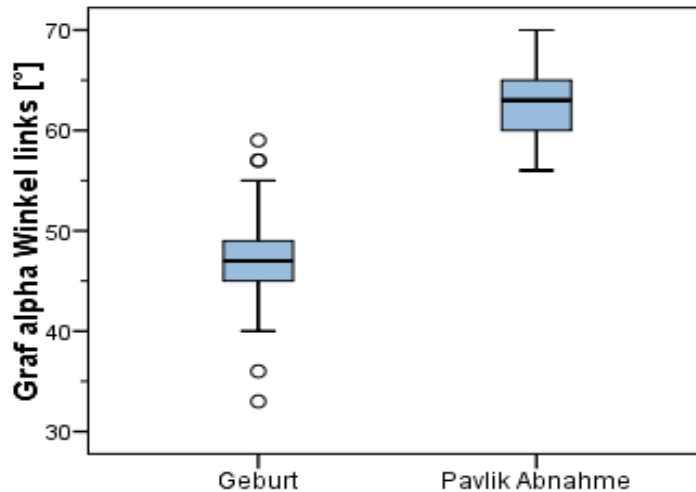


Diagramm 18: Unterschied zwischen den Alpha-Winkeln bei Geburt und nach Pavlik Abnahme, linke Hüftseite

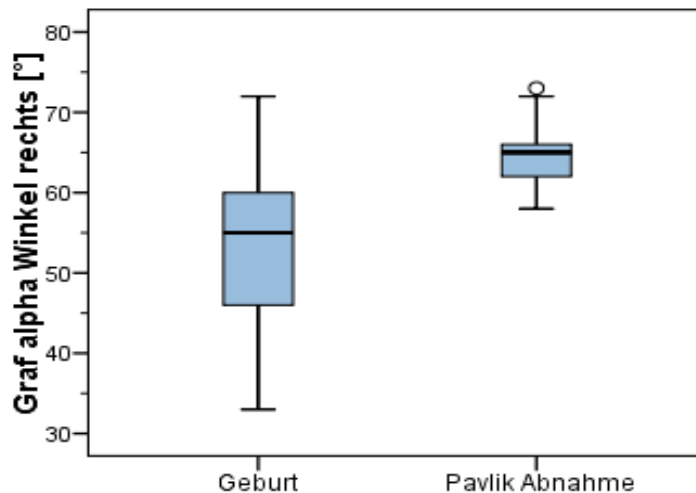


Diagramm 19: Unterschied zwischen den Alpha-Winkeln bei Geburt und nach Pavlik Abnahme, rechte Hüftseite

### 3.8.2. Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwert) und Hüftseitenvergleich

Bei Geburt betrug der Mittelwert der Beta-Winkel  $72,2^\circ$  (Standardabweichung  $12,5^\circ$ ) auf der linken und  $67^\circ$  (Standardabweichung  $15,6^\circ$ ) auf der rechten Hüftseite. Bei Therapiebeginn waren die Winkel links bei  $70,5^\circ$  (Standardabweichung  $12,6^\circ$ ) und rechts bei  $64,8^\circ$  (Standardabweichung  $15,2^\circ$ ). Im Verlauf der Behandlung verbesserten sich die Winkel zunehmend auf niedrigere Werte und somit auch ihr Durchschnittswert (siehe Diagramm 20). Nach Pavlik-Bandagen-Abnahme zeigte sich links ein Mittelwert von  $52,2^\circ$  (Standardabweichung  $7^\circ$ ) und rechts von  $52,9^\circ$  (Standardabweichung  $8,8^\circ$ ). Nach

Spreizhosenbehandlung und Abschluss der Therapie zeigten sich bei den linken Hüften Beta-Winkel von  $57,1^\circ$  (Standardabweichung  $7,2^\circ$ ) und bei den rechten Hüften Beta-Winkel von  $56,1^\circ$  (Standardabweichung  $7,7^\circ$ ). Die Abbildung zeigt die Verbesserung des dysplastischen Beta-Winkels beider Hüftseiten unter der Pavlik-Bandage.

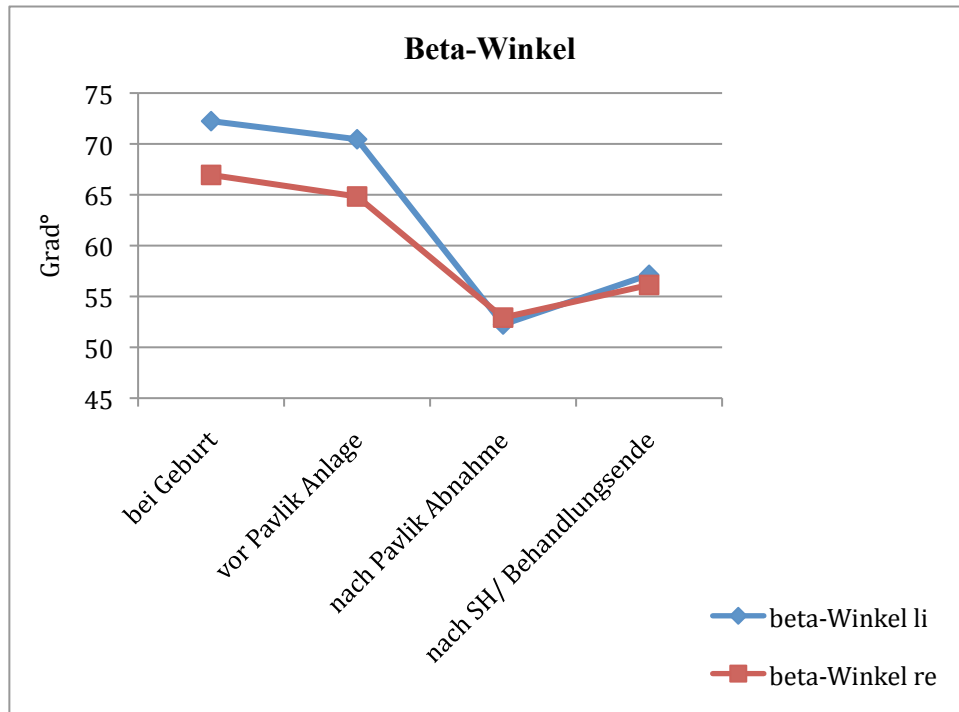


Diagramm 20: Verlauf der Beta-Winkel im Seitenvergleich

Die Pavlik-Bandagen-Behandlung verbesserte die Beta-Winkel der linken Seite von durchschnittlich  $70,5^\circ$  vor Pavlik-Anlage nach durchschnittlich 6 Wochen Therapie (min. 2 Wochen – max. 10 Wochen) auf einen Wert von  $52,2^\circ$ . Auf der rechten Seite konnten sich die Beta-Winkel durchschnittlich zu den genannten Zeitpunkten von  $64,8^\circ$  auf  $52,9^\circ$  verbessern. Das entspricht links einer Winkeldifferenz bzw. –verbesserung von  $18,3^\circ$  und rechts von  $11,6^\circ$ . Diagramm 21 und Diagramm 22 zeigen die Veränderung des Beta-Winkels vom Zeitpunkt der Geburt bis zur Pavlik-Bandagen-Abnahme auf der jeweiligen Hüftseite.

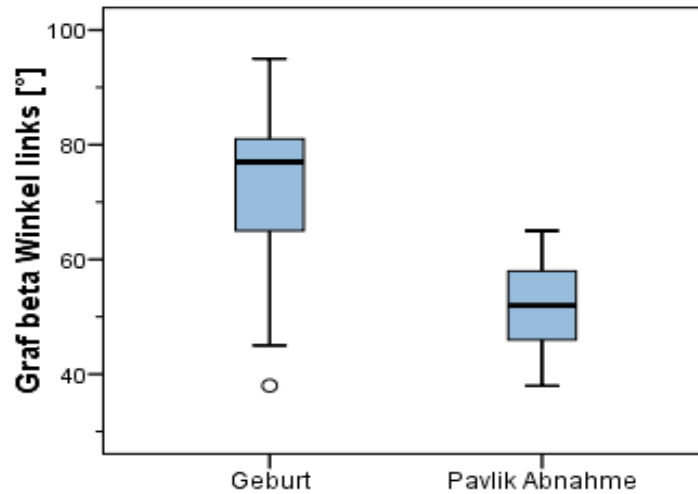


Diagramm 21: Unterschied zwischen den Beta-Winkeln bei Geburt und nach Pavlik Abnahme, linke Hüftseite

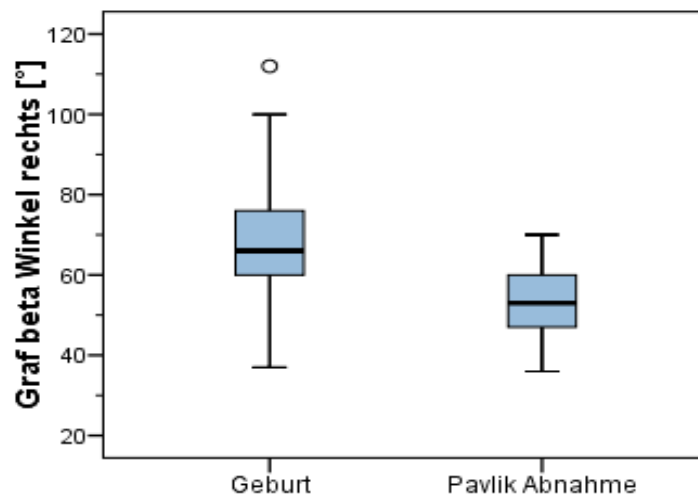


Diagramm 22: Unterschied zwischen den Beta-Winkeln bei Geburt und nach Pavlik Abnahme, rechte Hüftseite

### 3.8.3. Seitenvergleich

Unterschiede bezüglich der Seiten sind nicht erkannt worden. Es bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Winkeln links und rechts hinsichtlich Alpha-Winkel bei Geburt (t-Test für verbundene Stichproben,  $p = 0,001$ ), Alpha-Winkel vor Pavlik-Bandagen-Anlage ( $p = 0,002$ ) und Alpha-Winkel nach Pavlik-Bandagen-Abnahme ( $p = 0,045$ ). Daraus folgt, dass die linke Seite stärker betroffen war als die rechte. Ein zeitlicher Algorithmus bezüglich der sich unterschiedlich schnell entwickelnden linken und rechten Hüften ließ sich aber nicht ableiten.

### 3.8.4. Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert) der linken Hüfttypen

Die linke Hüftseite betrachtend war der Hüfttyp IIc insgesamt elfmal vertreten. Der Verlauf zeigte Alpha-Mittelwerte von 47,4° bei Geburt, 49,5° vor Pavlik-Bandagen-Anlage, 62,3° nach Abnahme und 62,7° am Therapieende. Insgesamt wies die linke Seite 14 Hüften des Types IId mit einem Durchschnittswinkel von 47,7° bei Geburt, 48,9° vor Pavlik-Bandagen-Anlage, 63,6° nach Pavlik-Bandagen-Abnahme und 63,4° nach der Spreizhosenbehandlung bzw. am Therapieende auf. Bei den sechs linken Hüften des Types IIIa zeigte sich ein Durchschnittswinkel Alpha von 40,1° bei Geburt, 40,6° vor Pavlik-Bandagen-Anlage, 61,5° nach Pavlik-Bandagen-Abnahme und 65,8° nach Spreizhosenbehandlung.

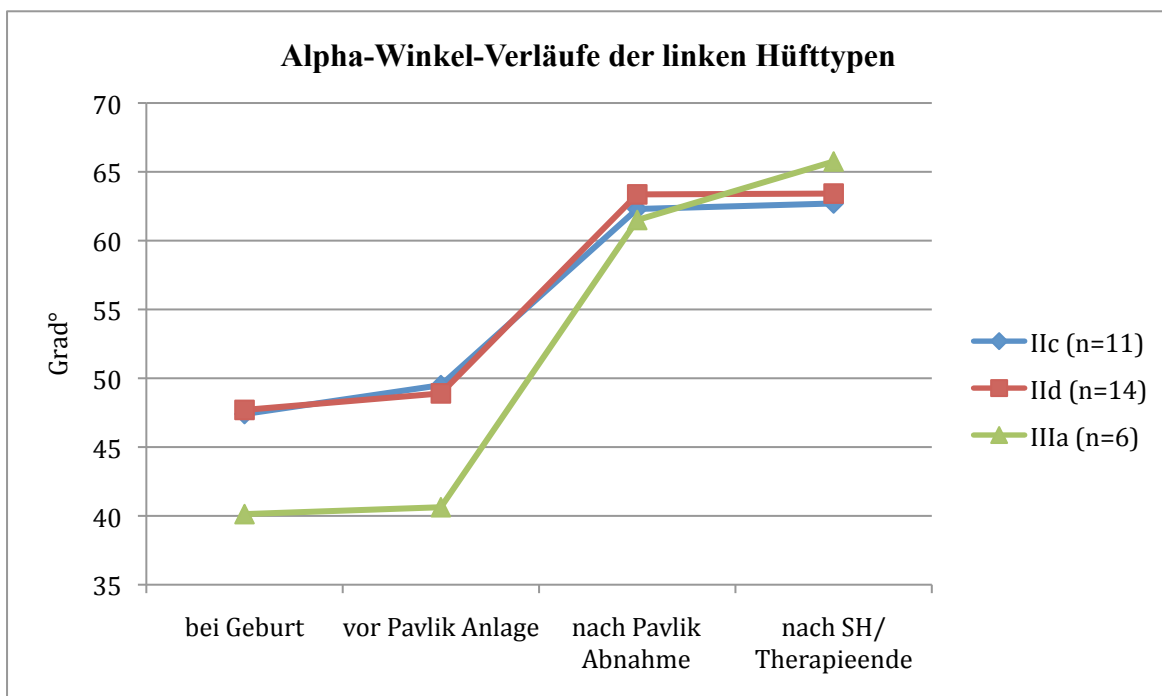


Diagramm 23: Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwerte) der linken Hüfttypen

Diagramm 23 zeigt die Alpha-Winkel-Verläufe ausgehend von den Hüfttypen der Erstuntersuchung. Je schlechter der Alpha-Winkel der Erstuntersuchung war, desto größer war die Verbesserung unter der Behandlung mit der Pavlik-Bandage. Die Alpha-Winkel der schwer dysplastischen IIIa-Hüften verbesserten sich beispielsweise unter der Behandlung mit der Pavlik-Bandage von durchschnittlich 40,6° auf 61,5° (Winkeldifferenz von 20,9°) und die leichteren dysplastischen IId-Hüften von durchschnittlich 48,9° auf 63,6° (Differenz von 14,7°) bzw. die IIc-Hüften von 49,5° auf 62,3° (Differenz von 12,8°). Im Allgemeinen zeigte sich eine

Verbesserung der Alpha-Winkel auf der linken Seite bei allen aufgeführten Hüfttypen.

### 3.8.5. Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert) der rechten Hüfttypen

Auf der rechten Seite war der Hüfttyp IIc sechsmal vertreten. Die Alpha-Mittelwerte betragen 47,5° bei Geburt, 48,5° vor Therapiebeginn, 61,5° nach Abnahme der Pavlik-Orthese und 64,5° zum endgültigen Behandlungsende. Ebenfalls sechsmal war der Hüfttyp IIc zu sehen, mit Durchschnittswinkeln von 47,8° bei Geburt, 48,5° vor Pavlik-Bandagen-Anlage, 62,7° nach Pavlik-Bandagen-Abnahme und 66,3° nach Therapieende. Bei den drei Hüfttypen IIIa betragen die Mittelwerte 41,7° bei Geburt, 43,3° vor Pavlik-Bandagen-Anlage, 63,3° nach Pavlik-Bandagen-Abnahme und 70° nach der Spreizhosenbehandlung bzw. nach Therapieende. Die rechte Hüftseite wies eine Hüfte des Luxations-Typen IV mit Durchschnittswinkeln von 33° bei Geburt, 32° vor Pavlik-Bandagen-Anlage, 61° nach Pavlik-Bandagen-Abnahme und 67° nach der Spreizhosenbehandlung auf. Die beschriebenen Verläufe sind in Diagramm 24 zu sehen. Auch auf der rechten Hüftseite ist die gewünschte Winkelverbesserung deutlich. Jeder dysplastische Winkertyp konnte im Therapieverlauf durch die Pavlik-Bandage in eine Typ-Ia-Hüfte überführt werden.

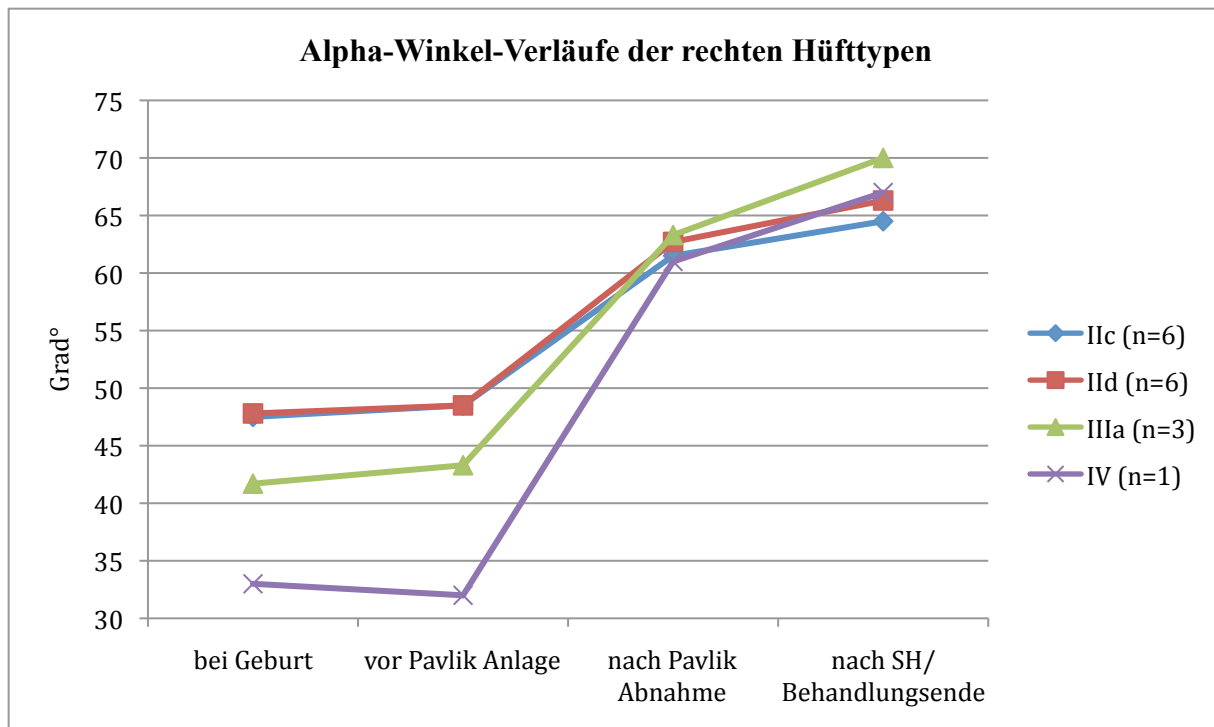


Diagramm 24: Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwerte) der rechten Hüfttypen

### 3.8.6. Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwert) der linken Hüfttypen

Auf der linken Seite beliefen sich die Beta-Winkel der elf initialen IIC-Hüften auf durchschnittliche Werte von  $59,4^\circ$  bei Geburt,  $60^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $53,7^\circ$  nach Abnahme und  $57^\circ$  am Therapieende. Die IID-Hüften zeigten einen Verlauf mit  $81,1^\circ$  bei Geburt,  $76,1^\circ$  vor Therapiebeginn,  $51,7^\circ$  nach Abnahme der Pavlik-Bandage und  $58^\circ$  nach der Behandlung mit der Spreizhose. Ähnlich waren die IIIa-Hüften mit  $78^\circ$  bei Geburt,  $77,8^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $51,6^\circ$  nach Abnahme und  $53^\circ$  am Behandlungsende.

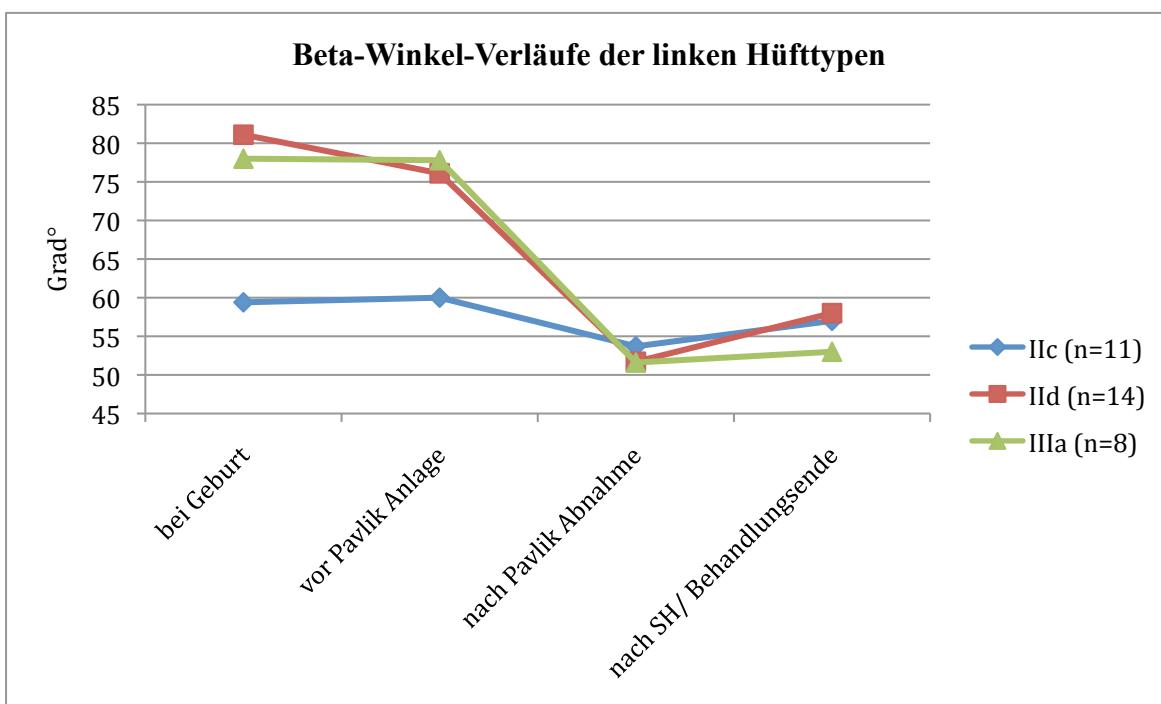


Diagramm 25: Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwerte) der linken Hüfttypen

### 3.8.7. Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwert) der rechten Hüfttypen

Auf der rechten Hüftseite präsentierten sich die initialen IIC-Hüften mit einem durchschnittlichen Beta-Verlauf von  $65,9^\circ$  bei Geburt,  $64^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $54,5^\circ$  nach Abnahme und  $56,7^\circ$  nach Spreizhosenbehandlung. Die Beta-Winkel der IID-Hüften zeigten einen durchschnittlichen Werteverlauf von  $73,2^\circ$  bei Geburt,  $64,8^\circ$  vor Anlage der Pavlik-Bandage,  $54^\circ$  nach ihrer Abnahme und  $57^\circ$  bei Therapieende. Die IIIa-Hüften hatten Mittelwerte von  $91^\circ$  bei Geburt,  $94,3^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $55,3^\circ$  nach Pavlik-Abnahme und  $56^\circ$  am Behandlungsende. Die einzige IV-er

Hüfte hatte Beta-Winkel von 112° bei Geburt sowie vor Anlage der Pavlik-Bandage, nach Pavlik 58° und am Behandlungsende 46°.

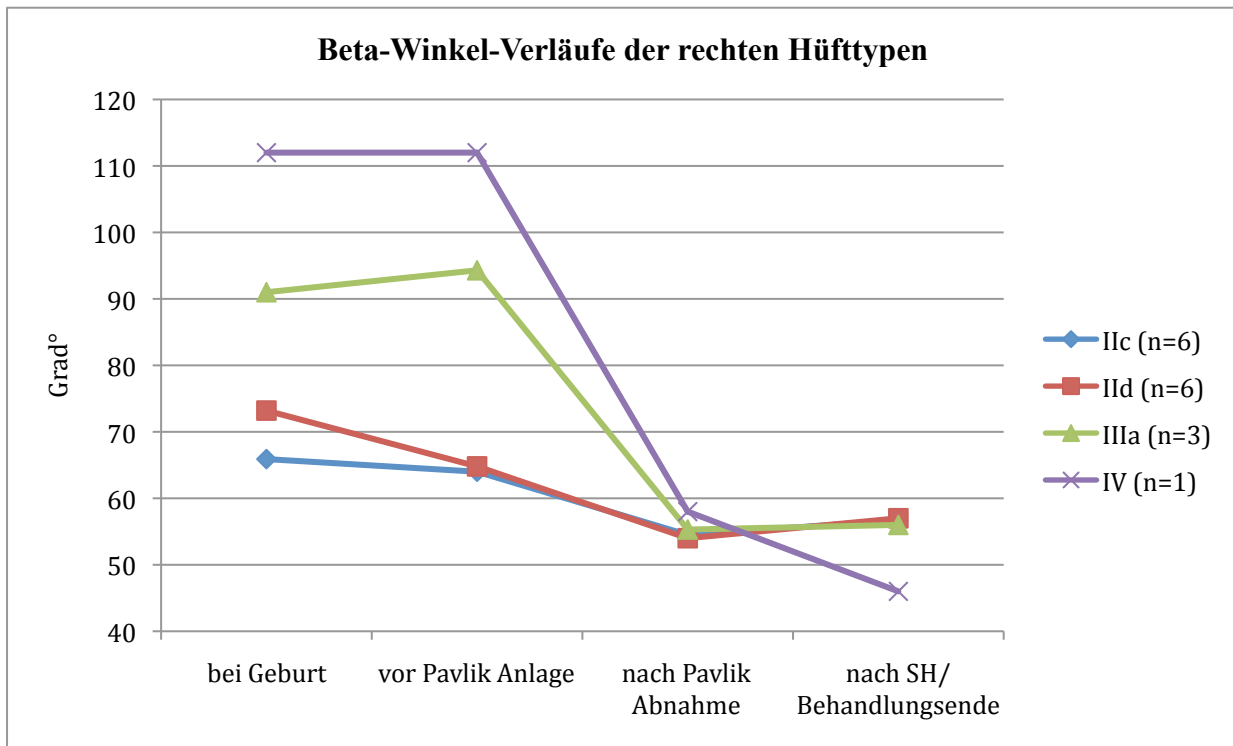


Diagramm 26: Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwerte) der rechten Hüfttypen

### 3.9. Aufteilung in Gruppen

#### 3.9.1. Behandlungsart und linke Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert)

Die durchschnittlichen Alpha-Werte der verschiedenen Untergruppen der Gruppe „Behandlungsart“ auf der linken Hüftseite sind in Diagramm 27 zu sehen. Die Patienten, die eine reine Pavlik-Bandagen-Behandlung mit anschließender Spreizhose nach Therapieschema erhielten, hatten einen durchschnittlichen Alpha-Winkelwert von 47,5° bei Geburt, 46,6° vor Pavlik-Anlage, 62,4° nach Pavlik-Abnahme und 63,9° nach Spreizhosenbehandlung bei Therapieende. Die Kinder, die vorbehandelt wurden, hatten durchschnittliche Alpha-Werte der linken Hüfte von 51,2° bei Geburt, 49° vor Pavlik-Bandage, 63,8° nach Pavlik-Bandage und 62,4° nach Beenden der Behandlung. Der Patient, bei dem die Therapie nach Pavlik versagte, zeigte Durchschnittswerte von 36° sowohl bei Geburt als auch vor Anlegen der Pavlik-Bandage

und 63° nach Abnahme. Dennoch wurde anschließend operiert und mit einem Fettweis-Gips austherapiert aufgrund anhaltender Instabilität der Hüftverhältnisse.

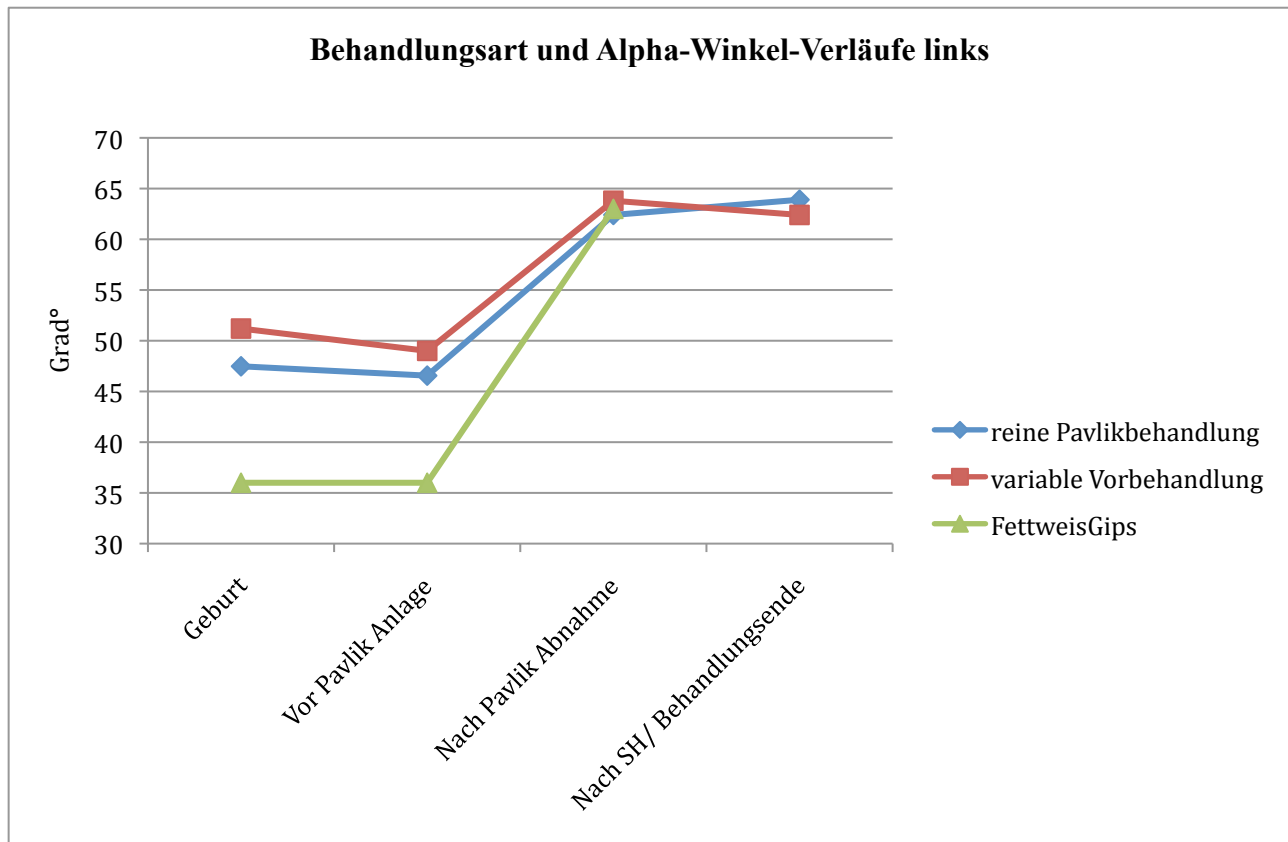


Diagramm 27: Mittelwertverläufe der Alpha-Winkel der Gruppe Behandlungsart, linke Hüftseite

### 3.9.2. Behandlungsart und rechte Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert)

Die durchschnittlichen Alpha-Werte in der Gruppe „Behandlungsart“ der rechten Hüftseite sind in Diagramm 28 dargestellt. Die Patienten, die eine reine Pavlik-Bandagen-Behandlung mit anschließender Spreizhose nach Therapieschema erhielten, hatten einen durchschnittlichen Alpha-Winkelwert von 48,3° bei Geburt, 48,9° vor Pavlik-Anlage, 63,1° nach Pavlik-Abnahme und 66,1° nach Spreizhosenbehandlung bei Therapieende. Die Kinder, die vorbehandelt waren, hatten durchschnittliche Alpha-Werte der rechten Seite von 48,3° bei Geburt, 50° vor Pavlik-Bandage, 63,8° nach Pavlik-Bandage und 65° nach Beenden der Behandlung. Der Patient, bei dem die Therapie nach Pavlik versagte, zeigte Durchschnittswerte von 55° sowohl bei Geburt als auch vor Anlegen der Pavlik-Bandage und 72° nach Abnahme. Der Klinik entsprechend wurde

dennoch eine offene Reposition angeschlossen und ein Fettweis-Gips angelegt. Zur besseren Beurteilung der Wirkung der Pavlik-Bandage wurden die initialen Ier-Hüften, die auf der rechten Seite vermehrt vorkamen, nicht in diese Berechnungen eingeschlossen.

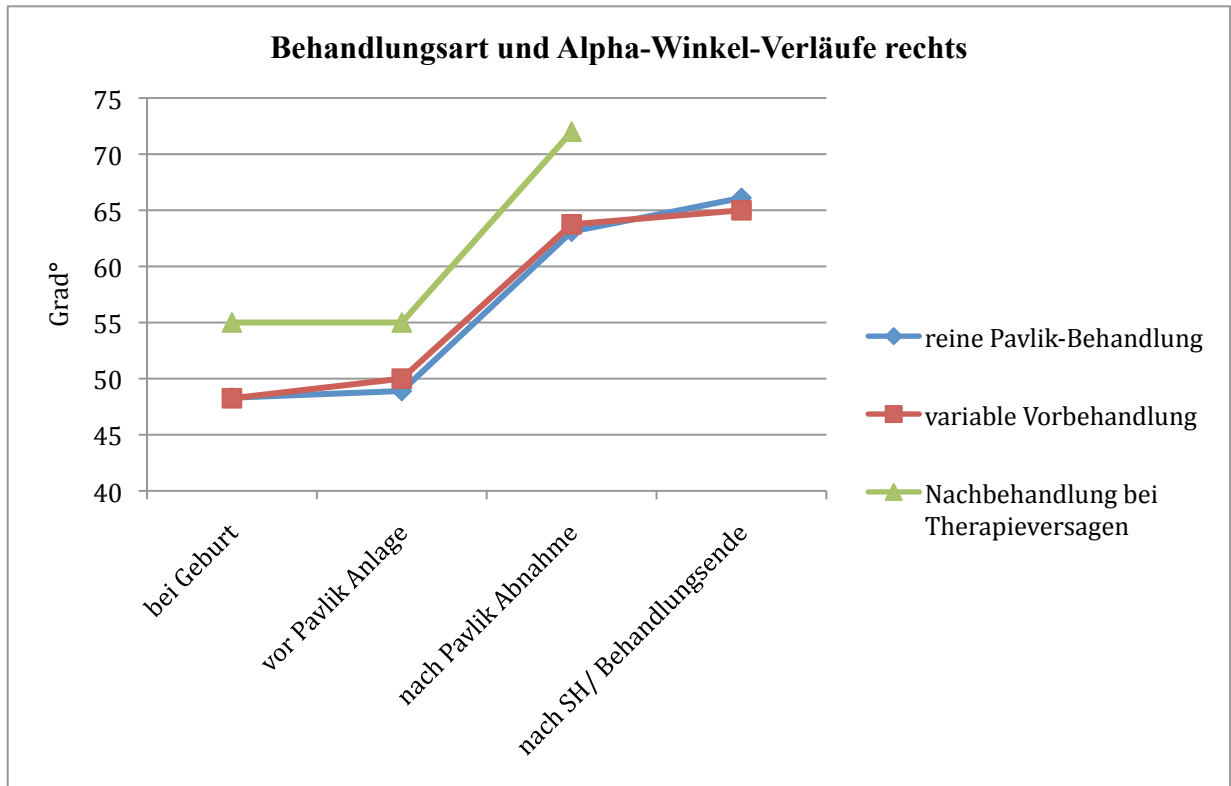


Diagramm 28: Mittelwertverläufe der Alpha-Winkel der Gruppe Behandlungsart, rechte Hüftseite

In diesem Diagramm ist deutlich zu sehen, dass es für die Verbesserung der Alpha-Winkel der rechten Hüften keinen Unterschied macht, ob eine reine Pavlik-Bandagen-Therapie erfolgte oder vor Pavlik-Anlage die kindlichen Hüften bereits vorbehandelt waren. Die Ausgangswinkel der vorbehandelten Patienten waren minimal verschieden ( $50^\circ$  vor Pavlik-Anlage zu  $48,9^\circ$  vor Pavlik-Anlage). Fast identische Verläufe mit etwas höheren Alpha-Werten am Ende zeigten diese beiden Behandlungsarten ( $63,1^\circ$  nach Pavlik-Abnahme und  $66,1^\circ$  nach Spreizhosenbehandlung bei Therapieende zu  $63,8^\circ$  nach Pavlik-Bandage und  $65^\circ$  nach Beenden der Behandlung). Es lässt sich für diese Arbeit daraus schließen, dass zuerst trotz Vorbehandlung die Winkel sich gar nicht oder nur leicht erhöhen ließen. Daher musste auf eine andere Therapieform, in unseren Fällen auf die Pavlik-Bandage umgestellt werden, die letztlich den Erfolg brachte. Auf der linken Seite hatten die vorbehandelten Patienten deutlich bessere Ausgangswinkel. Zu dem einzigen Kind, bei dem die Pavlik-Bandage vor Behandlungsende unzureichend die Hüftverhältnisse korrigierte,

und trotz guter Alpha-Werte einen Fettweis-Gips erhielt, kann man sagen, dass die Ausgangswinkel besser waren, als bei den anderen Kindern und der Alpha-Winkel links deutlich unter der Pavlik-Bandage gestiegen ist.

### **3.9.3. Behandlungsbeginn und linke Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert)**

Die durchschnittlichen Alpha-Werte der verschiedenen Untergruppen der Gruppe „Behandlungsbeginn“ auf der linken Hüftseite sind in Diagramm 29 zu sehen. Die Patienten, bei denen in der 1. Lebenswoche eine Therapie begonnen wurde, hatten einen durchschnittlichen Alpha-Winkelwert von  $46,3^\circ$  bei Geburt,  $46,8^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $62,7^\circ$  nach Pavlik-Abnahme und  $65,3^\circ$  nach Spreizhosenbehandlung bei Therapieende. Die Kinder, bei denen in der 2. bis 4. Lebenswoche mit der Therapie angefangen wurde, zeigten Mittelwerte von  $49,6^\circ$  bei Geburt,  $49,6^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $63,5^\circ$  nach Abnahme und nach der Behandlung  $62,7^\circ$ . Bei den Patienten mit dem Therapiebeginn in der 5. bis 6. Lebenswoche zeigten die durchschnittlichen Alpha-Winkel Werte von  $46,2^\circ$  bei der Geburt,  $47,1^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $62,6^\circ$  nach Pavlik-Abnahme und  $61,4^\circ$  am Behandlungsende.  $46,3^\circ$  bei Geburt,  $49,1^\circ$  vor Pavlik,  $63,1^\circ$  nach Pavlik und  $64,7^\circ$  nach Therapie waren die Mittelwerte der Kinder, die erst in der 7. bis 12. Woche mit einer Pavlik-Bandage therapiert wurden.

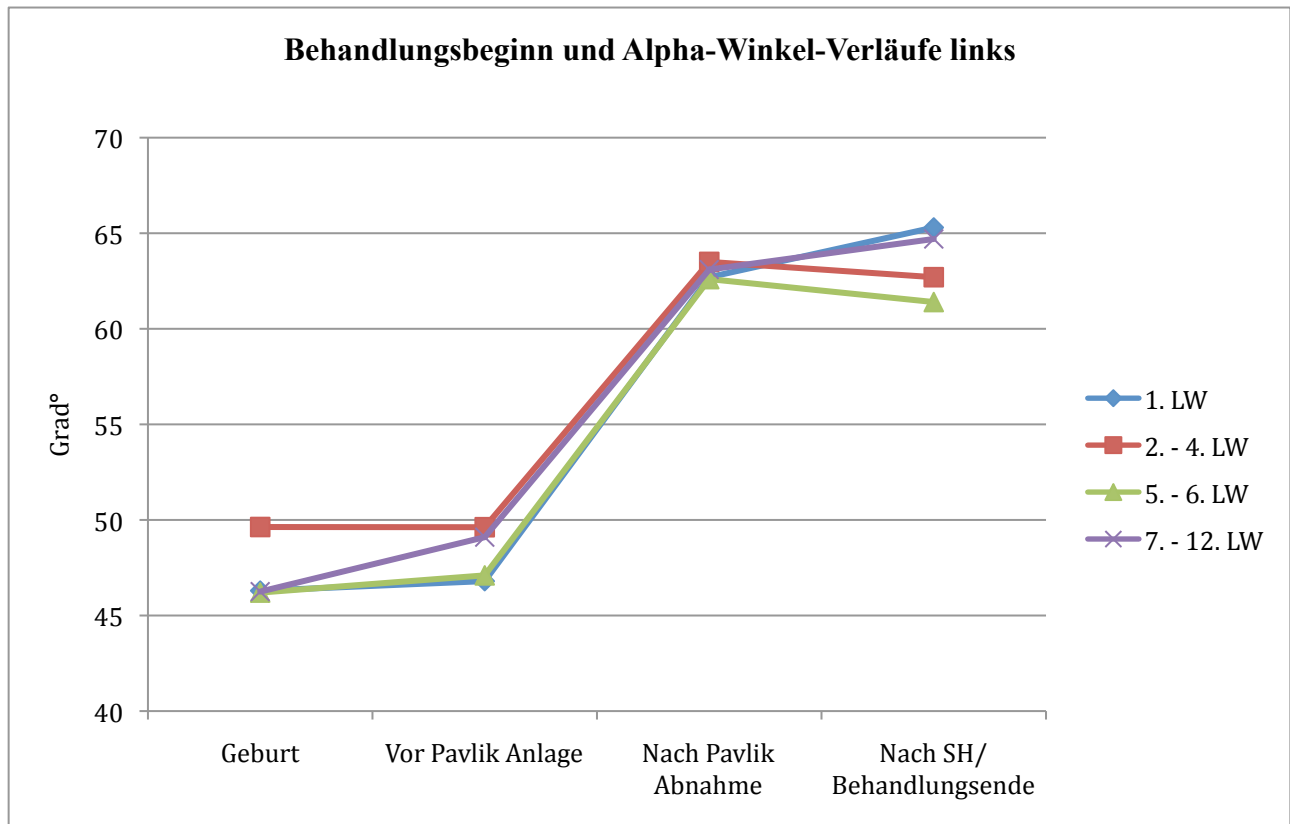


Diagramm 29: Mittelwertverläufe der Alpha-Winkel der Gruppe Behandlungsbeginn, linke Hüftseite

### 3.9.4. Behandlungsbeginn und rechte Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert)

Die durchschnittlichen Alpha-Werte der verschiedenen Untergruppen der Gruppe „Behandlungsbeginn“ auf der rechten Hüftseite sind in Diagramm 30 zu sehen. Die Patienten, bei denen in der 1. Lebenswoche eine Therapie begonnen wurde, hatten einen durchschnittlichen Alpha-Winkelwert von 49,9° bei Geburt, 50,4° vor Pavlik-Anlage, 63,5° nach Pavlik-Abnahme und 67,7° nach Spreizhosenbehandlung bei Therapieende. Die Kinder, bei denen in der 2. bis 4. Lebenswoche mit der Therapie angefangen wurde, zeigten Mittelwerte von 44,8° bei Geburt, 46° vor Pavlik-Anlage, 65,2° nach Abnahme und nach der Behandlung 65,4°. Bei den Patienten mit dem Therapiebeginn in der 5. bis 6. Lebenswoche zeigten die durchschnittlichen Alpha-Winkel Werte von 50,1° bei der Geburt, 50,8° vor Pavlik-Anlage, 63,5° nach Pavlik-Abnahme und 65,3° am Behandlungsende. 49° bei Geburt, 50° vor Pavlik, 60° nach Pavlik und 64° nach Therapie waren die Mittelwerte der Kinder, die erst in der 7. bis 12. Woche mit einer Pavlik-Bandage therapiert wurden. Zur besseren Beurteilung der Wirkung der Pavlik-Bandagen wurden die Ier-

Hüften, die auf der rechten Seite vermehrt vorkamen, nicht in diese Berechnungen eingeschlossen.

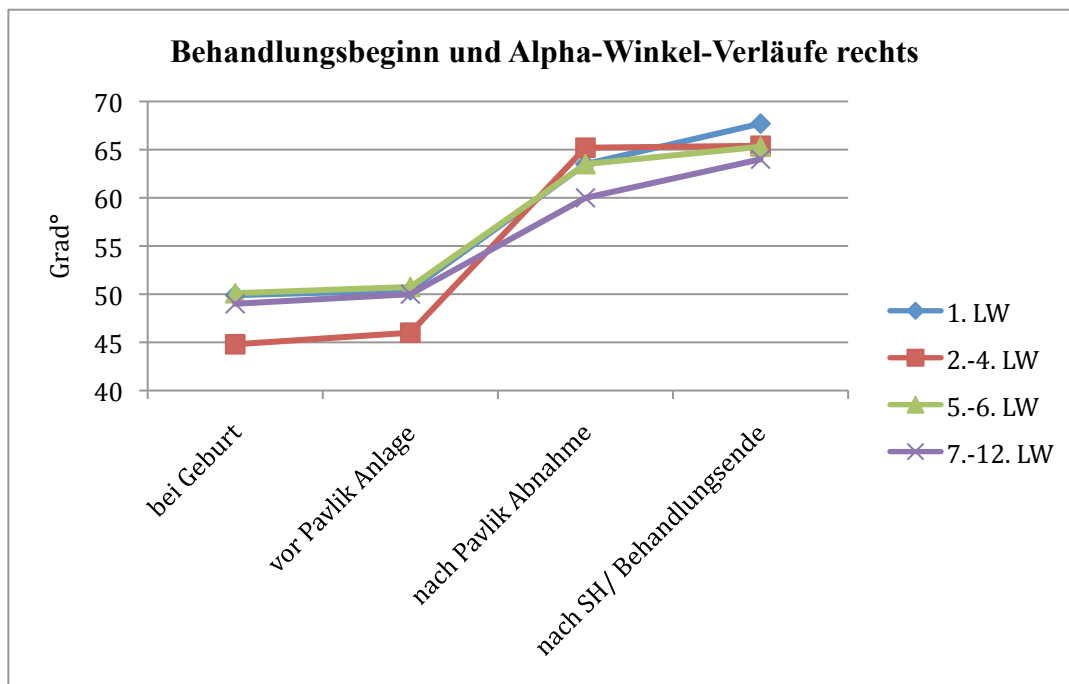


Diagramm 30: Mittelwertverläufe der Alpha-Winkel der Gruppe Behandlungsbeginn, rechte Hüftseite

### 3.9.5. Familienanamnese und linke Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert)

Die durchschnittlichen Alpha-Winkel-Werte der verschiedenen Untergruppen der Gruppe „Familienanamnese“ auf der linken Hüftseite sind in Diagramm 31 zu sehen. Die Patienten mit negativer Familienanamnese hatten einen durchschnittlichen Alpha-Winkelwert von  $46^\circ$  bei Geburt,  $47,3^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $63,2^\circ$  nach Pavlik-Abnahme und  $63,7^\circ$  nach Spreizhosenbehandlung bei Therapieende. Die Kinder, bei denen ein Elternteil betroffen war, zeigten Mittelwerte von  $47,5^\circ$  bei Geburt,  $47,7^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $60,5^\circ$  nach Abnahme und nach der Behandlung  $63,3^\circ$ . Bei den Patienten, bei denen beide Elternteile ebenfalls eine Hüftdysplasie bei Geburt hatten, zeigten die durchschnittlichen Alpha-Winkel Werte von  $59^\circ$  bei der Geburt,  $59^\circ$  vor Pavlik-Anlage,  $66^\circ$  nach Pavlik-Abnahme und  $69^\circ$  am Behandlungsende.  $50,7^\circ$  bei Geburt,  $53,3^\circ$  vor Pavlik,  $65^\circ$  nach Pavlik und  $60,3^\circ$  nach Therapie waren die Mittelwerte der Kinder, deren Geschwister betroffen waren,  $50,7^\circ$  bei Geburt,  $53,3^\circ$  vor Pavlik,  $65^\circ$  nach Pavlik und  $60,3^\circ$  am Therapieende. Die Patienten, bei denen weitere, fernere

Familienmitglieder betroffen waren, hatten Durchschnittswerte von 46,5° bei Geburt, 47° vor Anlage der Pavlik-Bandage, 60° nach Abnahme und 62° nach der Behandlung.

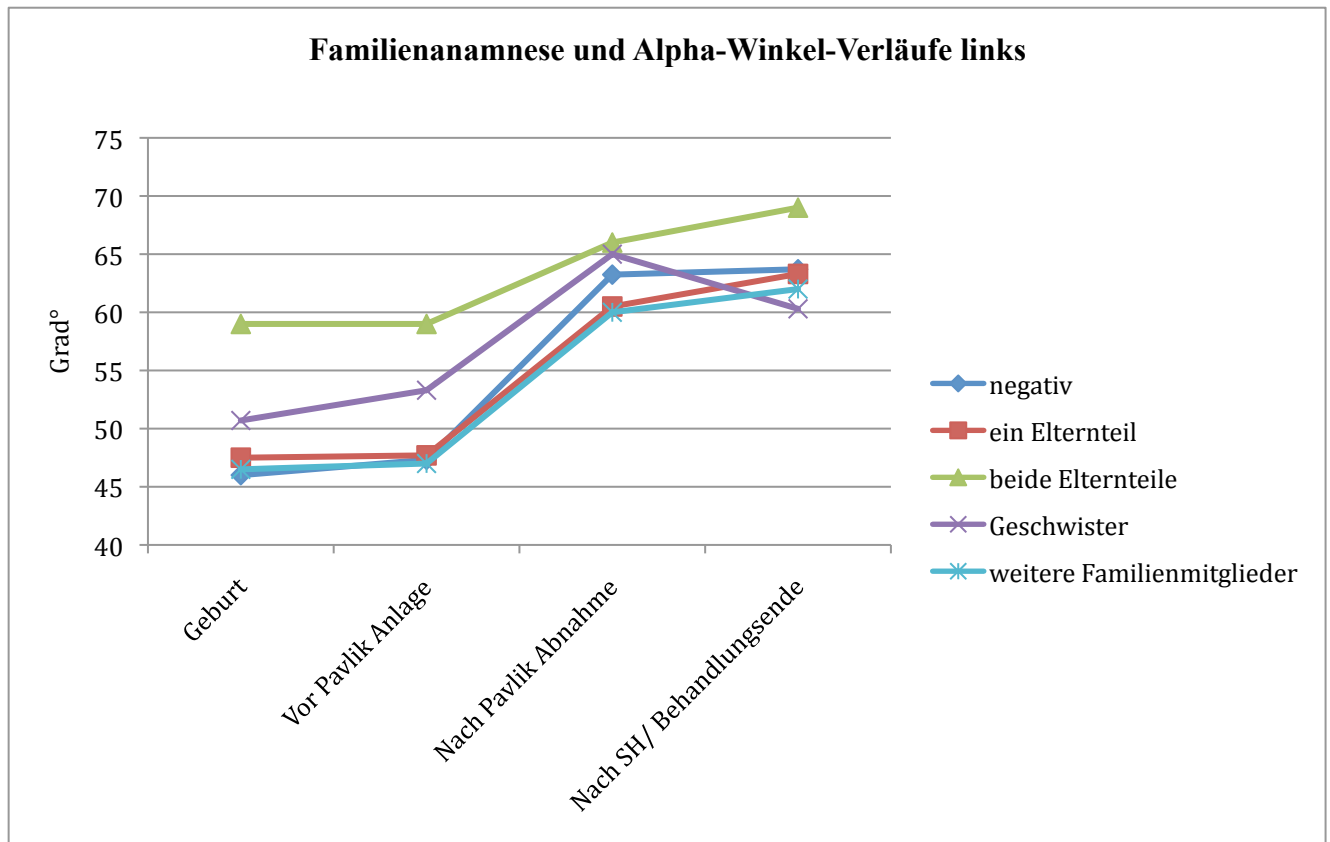


Diagramm 31: Mittelwertverläufe der Alpha-Winkel der Gruppe Familienanamnese, linke Hüftseite

### 3.9.6. Familienanamnese und rechte Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert)

Die durchschnittlichen Alpha-Werte der verschiedenen Untergruppen der Gruppe „Familienanamnese“ auf der rechten Hüftseite sind in Diagramm 32 zu sehen. Die Patienten mit negativer Familienanamnese hatten einen durchschnittlichen Alpha-Winkelwert von 49,5° bei Geburt, 50,1° vor Pavlik-Anlage, 64,2° nach Pavlik-Abnahme und 66,1° nach Spreizhosenbehandlung bei Therapieende. Die Kinder, bei denen ein Elternteil betroffen war, zeigten Mittelwerte von 50,5° bei Geburt, 50,8° vor Pavlik-Anlage, 66° nach Abnahme und nach der Behandlung 66,7°. Bei den Patienten, bei den beide Elternteile ebenfalls eine Hüftdysplasie bei Geburt hatten, zeigten die durchschnittlichen Alpha-Winkel Werte von 33° bei der Geburt, 32° vor Pavlik-Anlage, 61° nach Pavlik-Abnahme und 67° am Behandlungsende. 49° bei Geburt,

52° vor Pavlik, 59,5° nach Pavlik und 64° nach Therapie waren die Mittelwerte der Kinder, deren Geschwister betroffen waren, 49° bei Geburt, 52° vor Pavlik, 59,5° nach Pavlik und 64° am Therapieende. Die Patienten, bei denen weitere, fernere Familienmitglieder betroffen waren, hatten Durchschnittswerte von 42° bei Geburt, 45° vor Anlage der Pavlik-Bandage, 60° nach Abnahme und 64° nach der Behandlung. Zur besseren Beurteilung der Wirkung der Pavlik-Bandagen wurden die Ier-Hüften, die auf der rechten Seite vermehrt vorkamen, nicht in diese Berechnungen eingeschlossen.

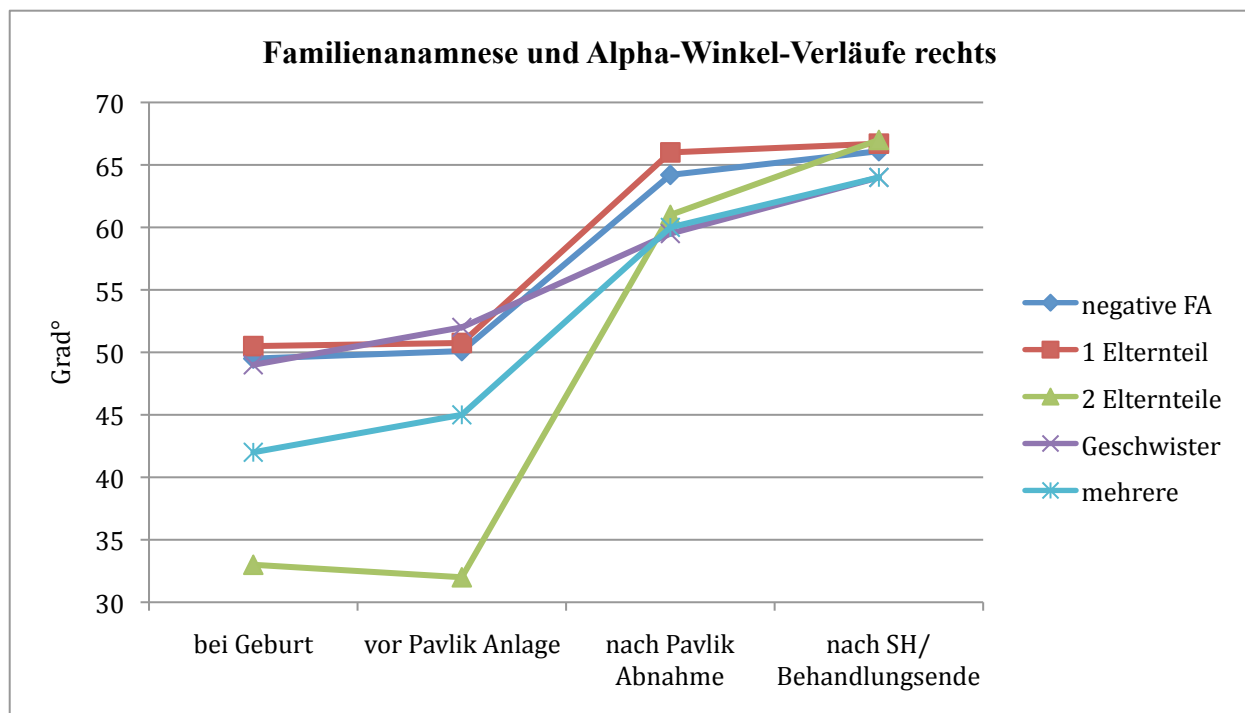


Diagramm 32: Mittelwertverläufe der Alpha-Winkel der Gruppe Familienanamnese, rechte Hüftseite

### 3.9.7. Schwangerschaftsanamnese und linke Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert)

Die durchschnittlichen Alpha-Winkel-Werte der verschiedenen Untergruppen der Gruppe „Schwangerschaftsanamnese“ auf der linken Hüftseite sind in Diagramm 33 sichtbar. Die Patienten mit negativer Schwangerschaftsanamnese hatten einen durchschnittlichen Alpha-Winkelwert von 47,4° bei Geburt, 48,4° vor Pavlik-Anlage, 63,1° nach Pavlik-Abnahme und 63,2° nach Spreizhosenbehandlung bei Therapieende. Die Kinder, die nach normaler Schwangerschaft und nach Steißlage via Sektio auf die Welt kamen, zeigten Mittelwerte von 44,2° bei Geburt, 47° vor Pavlik-Anlage, 62,6° nach Abnahme und nach der Behandlung 65°. Bei

den Patienten, die nach normaler Schwangerschaft und nach Steißlage via naturalis geboren wurden, zeigten die durchschnittlichen Alpha-Winkel Werte von 48,3° bei der Geburt, 48,7° vor Pavlik-Anlage, 66,7° nach Pavlik-Abnahme und 65,7° am Behandlungsende. 45° bei Geburt, 45° vor Pavlik, 62° nach Pavlik und 60° nach Therapie waren die Mittelwerte des Kindes, bei dem unklare Probleme bei Geburt dokumentiert waren.

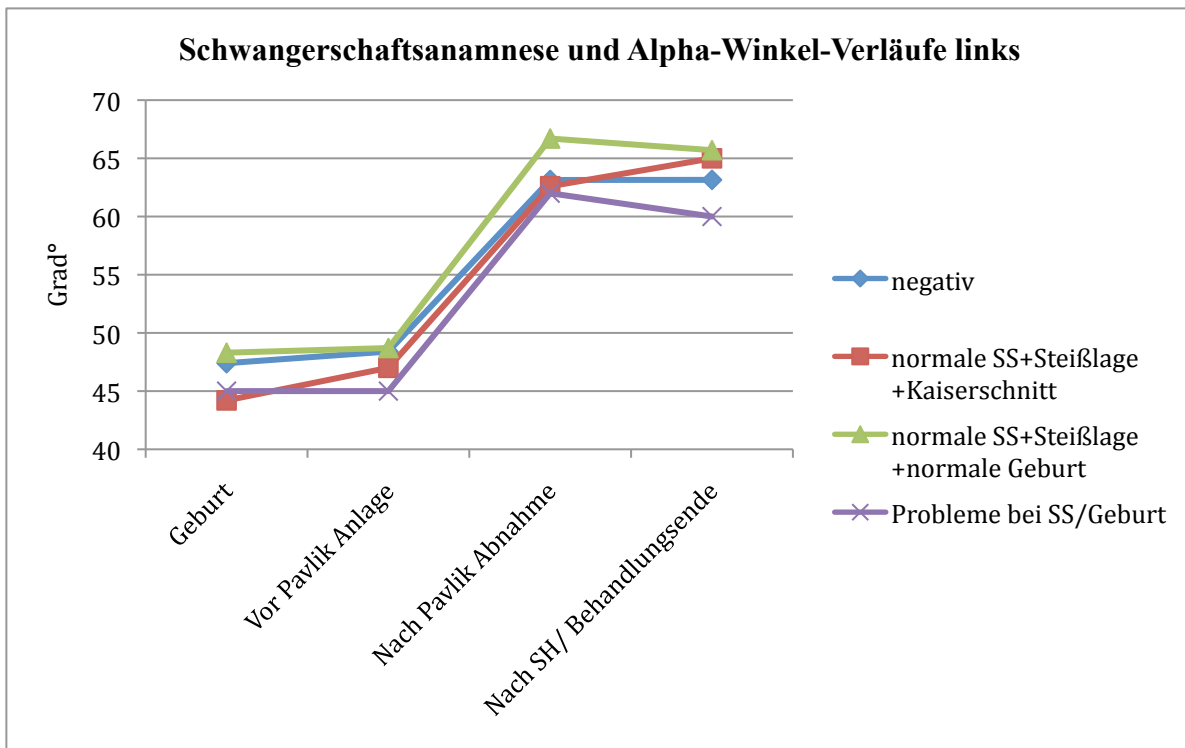


Diagramm 33: Mittelwertverläufe der Alpha-Winkel der Gruppe Schwangerschaftsanamnese, linke Hüftseite; \*SS=Schwangerschaft

### 3.9.8. Schwangerschaftsanamnese und rechte Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwert)

Die durchschnittlichen Alpha-Winkel-Werte der verschiedenen Untergruppen der Gruppe „Schwangerschaftsanamnese“ auf der rechten Hüftseite sind in Abbildung 34 zu sehen. Die Patienten mit negativer Schwangerschaftsanamnese hatten einen durchschnittlichen Alpha-Winkelwert von 46,9° bei Geburt, 47,7° vor Pavlik-Anlage, 62,6° nach Pavlik-Abnahme und 65,7° nach Spreizhosenbehandlung bei Therapieende. Die Kinder, die nach normaler Schwangerschaft und nach Steißlage via Sektio auf die Welt kamen, zeigten Mittelwerte von 51° bei Geburt, 51° vor Pavlik-Anlage, 64,3° nach Abnahme und nach der Behandlung 64,5°. Bei den Patienten, die nach normaler Schwangerschaft und nach Steißlage via naturalis geboren wurden,

zeigten die durchschnittlichen Alpha-Winkel Werte von 58° bei der Geburt, 60° vor Pavlik-Anlage, 72° nach Pavlik-Abnahme und 71° am Behandlungsende. 59° bei Geburt, 60° vor Pavlik, 68° nach Pavlik und 68° nach Therapie waren die Mittelwerte des Kindes, bei dem unklare Probleme bei Geburt dokumentiert waren. Zur besseren Beurteilung der Wirkung der Pavlik-Bandagen wurden die Ier-Hüften, die auf der rechten Seite vermehrt vorkamen, nicht in diese Berechnungen eingeschlossen.

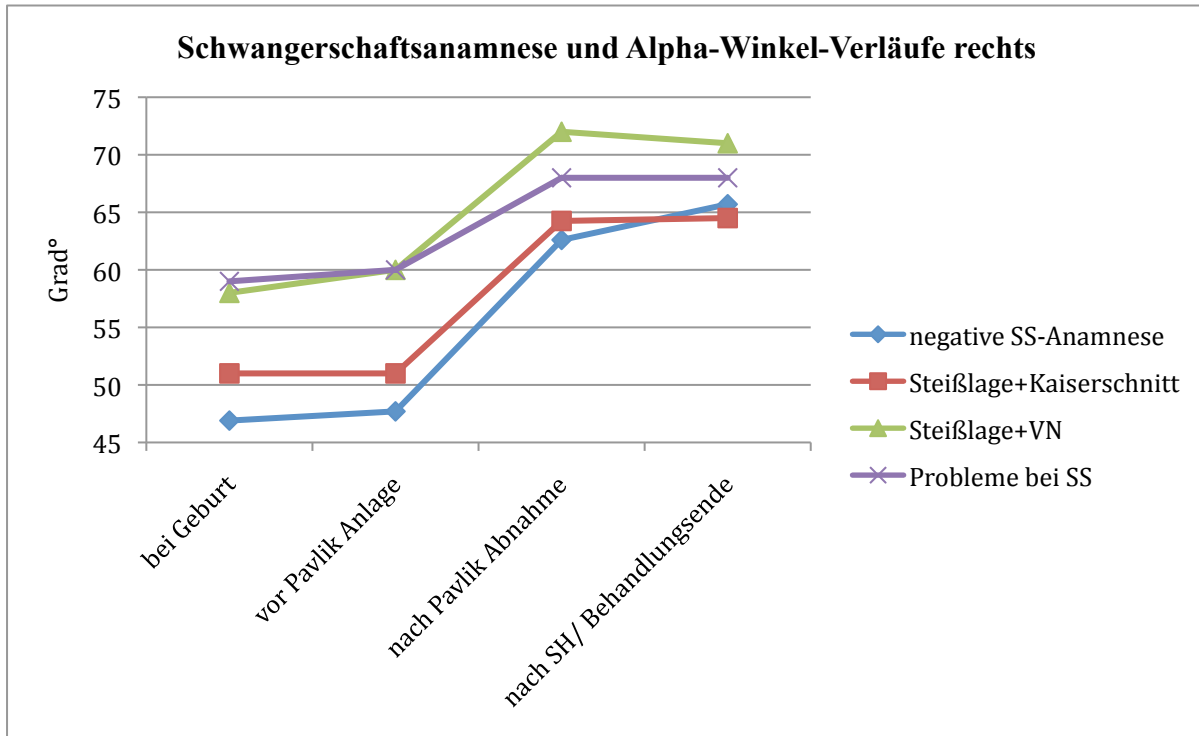


Diagramm 34: Mittelwertverläufe der Alpha-Winkel der Gruppe Schwangerschaftsanamnese, rechte Hüftseite

### 3.10. Behandlungsdauer

Die Behandlungsdauer mit der Pavlik-Bandage betrug im Durchschnitt sechs Wochen nach unserem Therapieschema. Die zwei Ausreißer werden im Folgenden beschreibend dargestellt. Es gab ein Kind mit nur zwei Wochen (Minimum) Pavlik-Behandlung und ein Kind mit zehn Wochen (Maximum) Therapie mit der Pavlik-Bandage. Der Patient mit der kürzesten Therapiedauer unter Pavlik-Bandage mit zwei Wochen war vorbehandelt und hatte bereits eine vorausgegangene Abduktionsbehandlung mit Spreizhose erhalten. Es folgte die Behandlung mit Pavlik-Bandage und anschließender Spreizhose nach unserem Schema. Behandlungsbeginn war

in der 6. bis 12. Lebenswoche. Die Geschwisteranamnese war positiv. Initial war die linke Hüfte ein Typ IIc und rechts ein Typ Ib. Aufgrund anhaltend unbefriedigender Werte in der Hüftsonographie bei bekannter Hüftreifungsstörung wurde die Pavlik-Bandage versucht. Nach zwei Wochen zeigte sich beidseits ein Typ Ib, sodass mit der Nachreifung begonnen wurde. Auch die abschließenden Röntgenbilder zeigten ausgeheilte Winkelverhältnisse und keine Restdysplasien.

Der Patient mit der längsten Therapiedauer mit der Pavlik-Bandage von zehn Wochen zeigte hingegen bei den wöchentlichen sonographischen Kontrollen stets weiterhin einen dezentrierten linken Hüftkopf. Es erfolgte ebenfalls eine variable Vorbehandlung, dann eine Pavlik-Bandage in der 2. bis 4. Lebenswoche mit anschließender Operation und Gips. Anamnestisch wurde der Patient bei Steißlage via Kaiserschnitt geboren. Die Familienanamnese war negativ. Initial war rechts der Hüfttyp IIIa und links eine IIa Hüfte. Trotz zunehmender Zentrierung der linken Hüfte und sonographischer Typ-I Werte blieb das Gelenk weiterhin instabil. Es wurde auf eine Tübinger-Schiene gewechselt. Weiterhin präsentierte sich eine Persistenz der Instabilität. Es folgte die Durchführung einer operativen Fixierung und eine Zentrierung der Hüfte links (offene Reposition der linken Hüfte mit Anlage Fettweis-Gips). In der abschließenden Röntgenaufnahme zeigte sich links ein AC-Winkel von  $26^\circ$  und rechts ein AC-Winkel von  $23^\circ$  nach 3 Jahren. Es blieb eine beidseitige leichte Restdysplasie zu besagtem Zeitpunkt bestehen.

### **3.11. Komplikationen**

In der Nachuntersuchung konnten 36 (97,3 %) von 37 Kindern mit der Pavlik-Bandage komplikationslos ohne Zeichen einer Hüftkopfaufbaustörung (Hüftkopfnekrose) austherapiert werden. Bei einem Kind half selbst eine längere Behandlungsdauer nicht, um das Hüftgelenk zu stabilisieren. Es folgte schließlich eine operative Reposition mit anschließendem Fettweis-Gips.

### **3.12. Röntgenologische Kontrolle**

Von den insgesamt 37 Patienten haben 36 Kinder sowohl nach sicherem Laufbeginn im Alter von durchschnittlich 18 Monaten und nach 3 Jahren eine abschließende röntgenologische Nachuntersuchung erhalten. Ein Patient war zu den radiologischen Abschlusskontrollen nicht

erschieden. Somit gibt es nur von 36 Kindern aussagekräftige Röntgenaufnahmen zur abschließenden Beurteilung (siehe Diagramm 35).

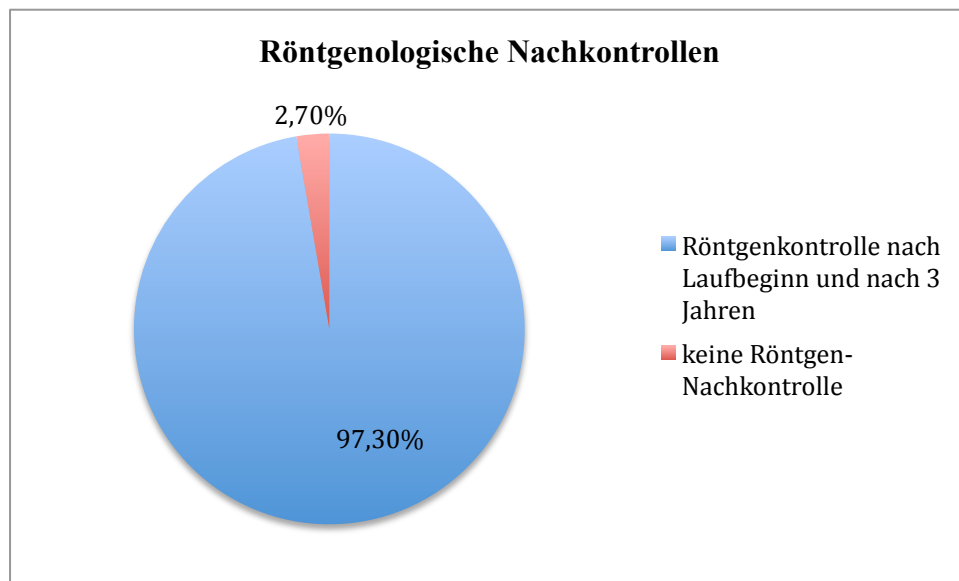


Diagramm 35: Teilnahme an den röntgenologischen Nachkontrollen bei 37 Patienten

### 3.12.1. Röntgen Beckenübersicht nach Laufbeginn mit AC-Winkel links

Diagramm 36 zeigt die Verteilung der AC-Winkel bei der röntgenologischen Nachuntersuchung im Alter von etwa 18 Monaten nach sicherem Laufbeginn der linken Hüften. Jeweils zwei Patienten zu 5,4 % zeigten Winkel von 16°, 19°, 24° sowie 26°. Mit 8,1 % waren zu gleichen Teilen jeweils drei Patienten den Winkeln 20°, 21° und 27° zugeteilt. Vier Kinder (10,8 %) hatten einen AC-Winkel von 22° und sieben (18,9 %) einen Winkel von 23°. Fünf Patienten (13,5 %) teilten sich den Winkelwert 25°. Bei je einem Kind (2,7 %) betrug der Winkel 28°, 30° und 36°. Von einem Kind gab es keine Röntgenbilder, es wurde zur Vollständigkeit mit 2,7 % Anteil einberechnet.

Der Normbereich des AC-Winkel zu diesem Zeitpunkt liegt  $< 25^\circ$ . Demnach sind Werte  $\geq 25^\circ$  bis  $30^\circ$ , die bei elf Patienten auf der linken Seite auftraten, leicht dysplastische Hüften und Werte  $\geq 30^\circ$ , die bei zwei Patienten den AC-Winkel bestimmten, schwer dysplastische Hüften.

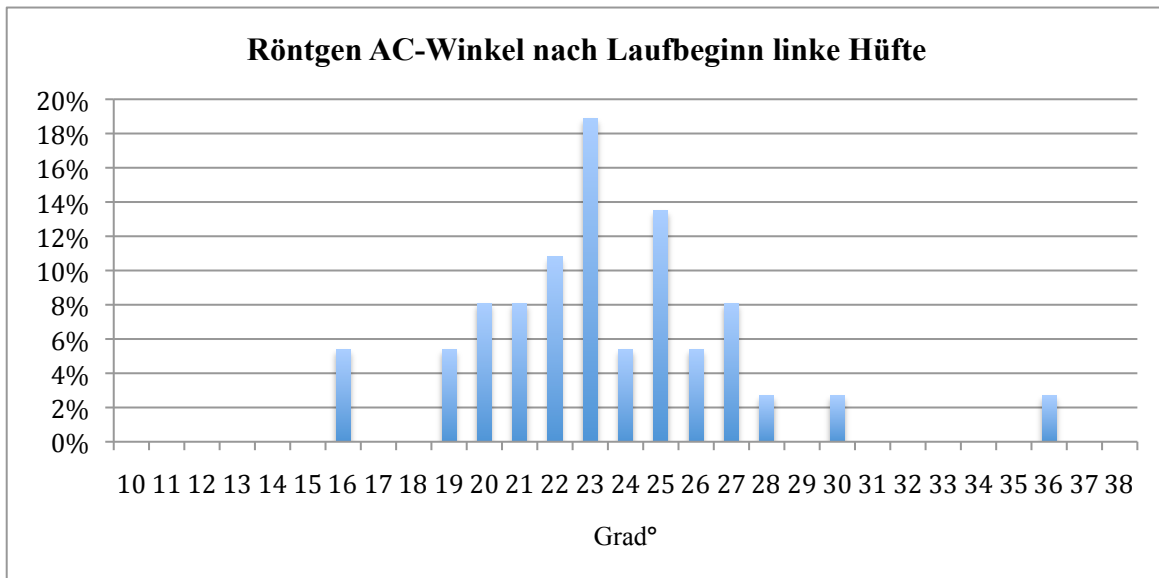


Diagramm 36: AC-Winkel der Beckenübersichtsaufnahmen nach Laufbeginn der linken Hüften

### 3.12.2. Röntgen Beckenübersicht nach Laufbeginn mit AC-Winkel rechts

Diagramm 37 zeigt die Verteilung der AC-Winkel bei der röntgenologischen Nachuntersuchung im Alter von etwa 18 Monaten nach sicherem Laufbeginn der rechten Hüften. Jeweils ein Patient zu 2,7 % hatte einen AC-Winkel von 14°, 23°, 25° sowie 28°. Bei zwei Patienten (5,4 %) betrug der Winkel 19°. Mit 8,1 % waren zu gleichen Teilen jeweils drei Patienten den Winkeln 18°, 21° und 30° zugeteilt. Bei je vier Kindern (10,8 %) war der AC-Winkel 20°, 24°, 26° und 27°. Fünf Patienten (13,5 %) teilten sich den Winkelwert 22°. Von einem Kind gab es keine Röntgenbilder, es wurde der Vollständigkeit wegen mit 2,7 % Anteil einberechnet.

Der altersentsprechende Normbereich für die AC-Winkel liegt  $< 25^\circ$ . Demnach gibt es entsprechend der Wertetabelle auf der rechten Seite zu dem Zeitpunkt 13 Patienten mit leichter und ein Kind mit schwer dysplastischer Hüfte.

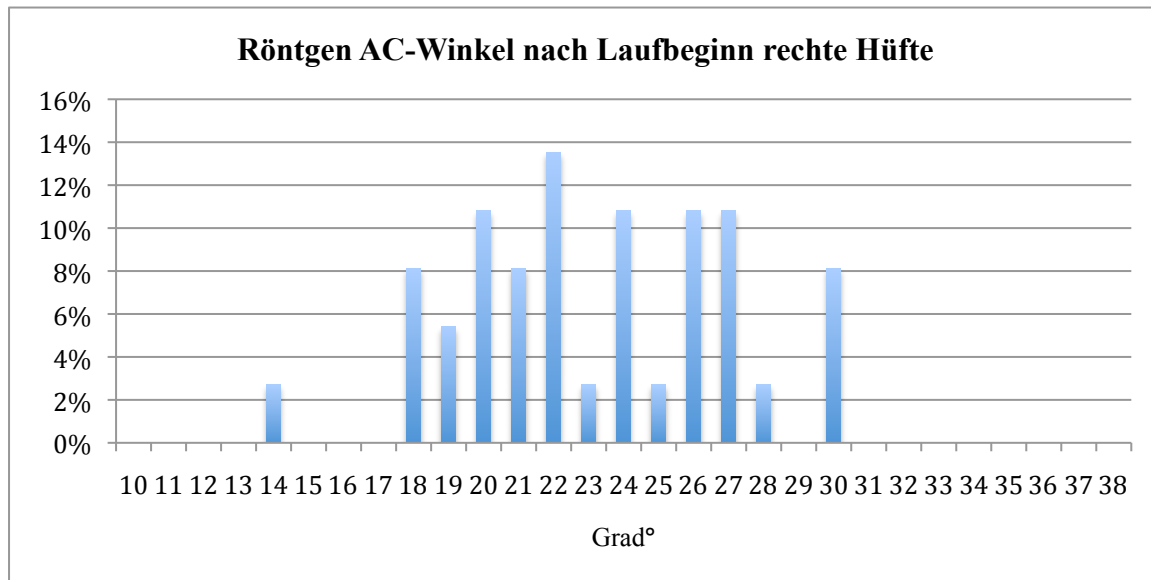


Diagramm 37: AC-Winkel der Beckenübersichtsaufnahmen nach Laufbeginn der rechten Hüften

### 3.12.3. Röntgen Beckenübersicht nach 3 Jahren mit AC-Winkel links

Diagramm 38 zeigt die Verteilung der AC-Winkel bei der röntgenologischen Nachuntersuchung nach 3 Jahren der linken Hüften. Jeweils zwei Patienten zu 5,4 % zeigten Winkel von 14° sowie 16°. Mit 8,1 % waren zu gleichen Teilen jeweils drei Patienten den Winkeln 21°, 22° und 24° zugeteilt. Sieben Kinder (18,9 %) besaßen einen Winkel von 19° und ebenfalls sieben Kinder (18,9 %) 20°. Fünf Patienten (13,5 %) teilten sich den Winkelwert 18°. Bei je einem Kind (2,7 %) betrug der Winkel 15°, 25°, 26° und 29°. Von einem Kind gab es keine Röntgenbilder, es wurde der Vollständigkeit wegen mit 2,7 % Anteil einberechnet.

Der altersentsprechende Normbereich liegt  $< 23^\circ$ . Sechs Patienten hatten zu diesem Zeitpunkt den normalen Winkelbereich noch nicht erreicht. Bei fünf Kindern deutete der Winkelwert auf eine leichte Restdysplasie hin, die Winkelwerte befanden sich  $\geq 23^\circ$  bis  $28^\circ$ . Eine Hüfte war leider mit  $29^\circ$  noch schwer dysplastisch ( $\geq 28^\circ$  bis  $< 33^\circ$ ). Der weitere Verlauf dieser Kinderhüften ist leider nicht bekannt. Allerdings ist bei der schwer dysplastischen Hüfte nach Geburt links eine IId-, rechts eine IIA-Hüfte und nach Behandlungsende links eine Ia-, rechts eine Ib-Hüfte bekannt.

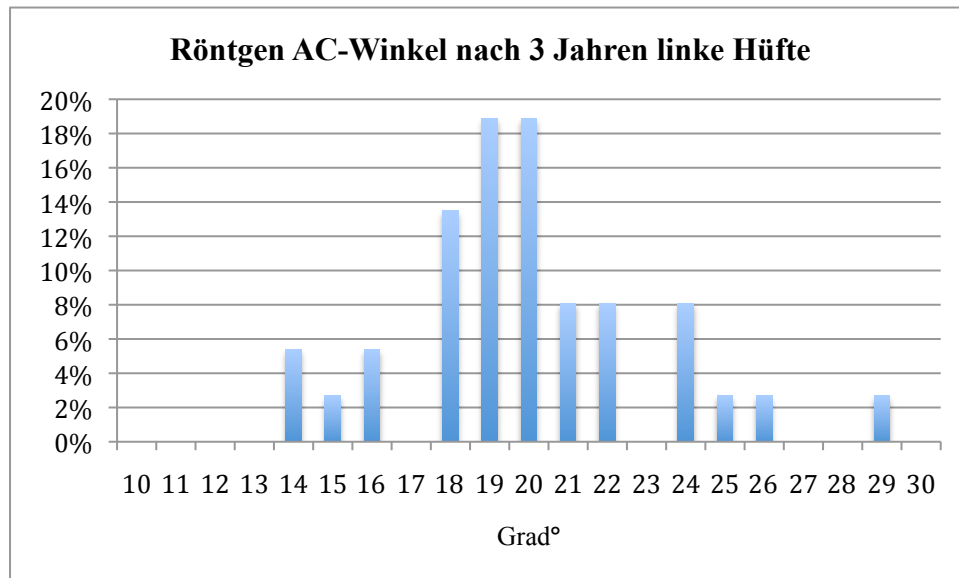


Diagramm 38: AC-Winkel der Beckenübersichtsaufnahmen nach 3 Jahren der linken Hüften

### 3.12.4. Röntgen Beckenübersicht nach 3 Jahren mit AC-Winkel rechts

Diagramm 39 zeigt die Verteilung der AC-Winkel bei der röntgenologischen Nachuntersuchung nach 3 Jahren der rechten Hüften. Jeweils ein Patient (2,7 %) zeigte Winkel von 12°, 17°, 26° sowie 27°. Mit 5,4 % waren zu gleichen Teilen jeweils zwei Patienten den Winkeln 15°, 16°, 18°, 21° und 24° zugeteilt. Drei Patienten (8,1 %) hatten einen AC-Winkel von 23° und je vier Kinder (10,8 %) hatten einen Winkel von 22° und 25°. Bei fünf Kindern (13,5 %) betrug der Winkel 20°. Sechs Patienten (16,2 %) teilten sich den Winkelwert 19°. Von einem Kind gab es keine Röntgenbilder, es wurde der Vollständigkeit wegen mit 2,7 % Anteil einberechnet.

Der altersentsprechende Normbereich liegt  $< 23^\circ$ .  $\geq 23^\circ$  bis  $28^\circ$  deutet auf eine leichte Restdysplasie hin. Hierzu zählen elf Hüften der rechten Seite. Der weitere Verlauf dieser Kinderhüften ist leider nicht bekannt.

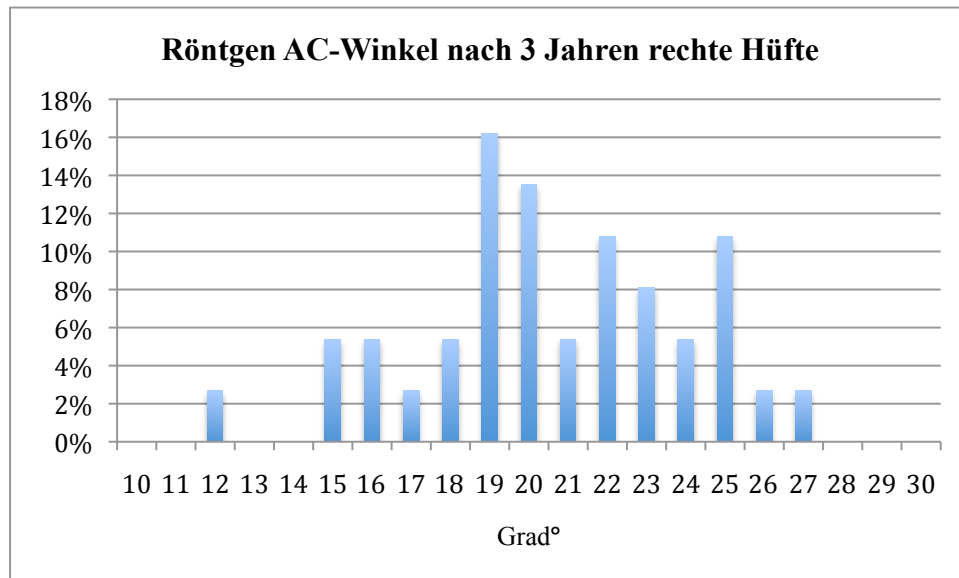


Diagramm 39: AC-Winkel der Beckenübersichtsaufnahmen nach 3 Jahren der rechten Hüften

### 3.12.5. Entwicklung des AC-Winkels im Seitenvergleich

Bei den linken Hüften lag der Durchschnittswinkelwert nach etwa 18 Monaten nach sicherem Laufbeginn links bei  $23,4^\circ$  (Standardabweichung  $3,8^\circ$ ), rechts bei  $23,1^\circ$  (Standardabweichung  $3,9^\circ$ ). Nach 3 Jahren zeigte der Mittelwert links  $20^\circ$  (Standardabweichung  $3,2^\circ$ ) und rechts  $20,6^\circ$  (Standardabweichung  $3,5^\circ$ ). Eine Winkelverbesserung war deutlich. Die Durchschnittswerte lagen zu beiden Zeitpunkten jeweils altersentsprechend im Normbereich. Der AC-Winkel der linken Seite verbesserte sich von  $23,4^\circ$  links nach Laufbeginn auf  $20^\circ$  nach 3 Jahren um durchschnittlich  $3,4^\circ$ . Rechts betrug bei der Nachuntersuchung im Alter von 3 Jahren die durchschnittliche Winkeldifferenz  $2,5^\circ$ . Sowohl die AC-Winkel der linken als auch rechten Seite verbesserten sich signifikant bis zum Abschluss der Nachuntersuchung. Der AC-Winkel der rechten und der linken Seite waren nach 3 Jahren nicht aussagekräftig voneinander unterschiedlich, d.h. es war kein Seitenunterschied zu erkennen und der Durchschnittswert beider Seiten lag jeweils im Bereich der gesunden Hüftverhältnisse. Diagramm 40 zeigt die Verbesserung der AC-Winkel im Vergleich Laufbeginn und zu 3 Jahren und stellt die Entwicklung beider Seiten zu genannten Zeitpunkten dar.

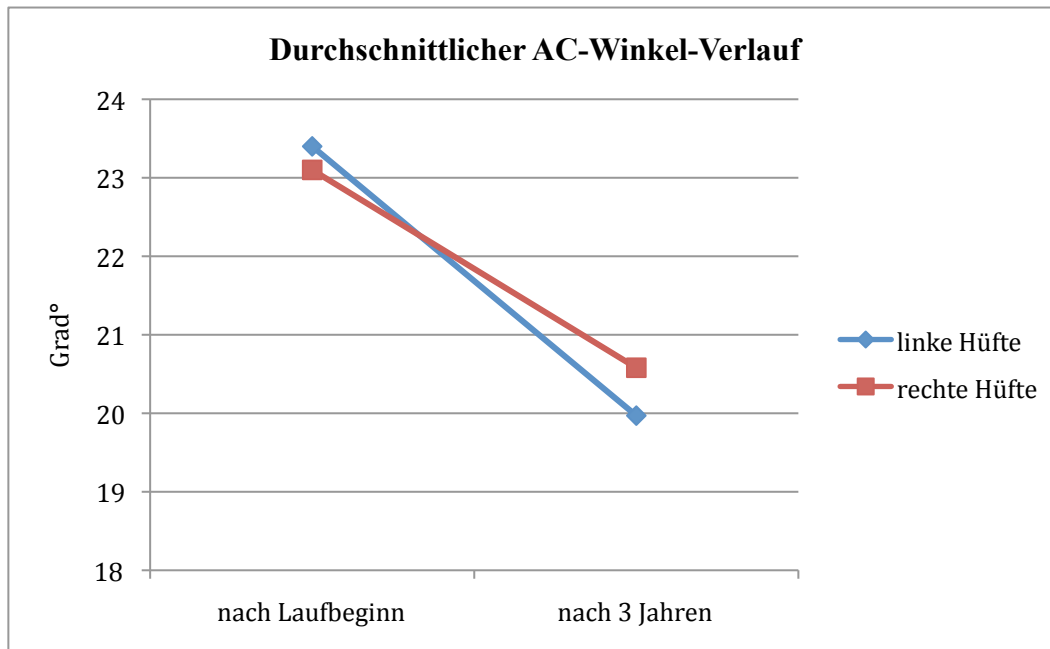


Diagramm 40: AC-Winkelverlauf (Median) der linken und rechten Hüfte

Nach 3 Jahren zeigten zwölf Kinder (32,4 %) von 37 Patienten Restdysplasien. Davon waren auf der linken Seite eine Hüfte (8,3 %), auf der rechten Seite sechs Hüften (50 %) und beidseits fünf Hüften (41,7 %) betroffen. Im Vergleich zum Zeitpunkt Laufbeginn hatten sich die linken Hüften (von denen fünf dysplastische Verhältnisse zeigten) zwar verbessert, allerdings waren insgesamt noch 18 Kinder dysplastisch. Nur bei einem Kind hat sich die Hüfte in der Zeit normalisiert. Unter den betroffenen Patienten und Hüften ließen sich keine gemeinsamen Tendenzen ermitteln. Von den Restdysplasien waren 29,7 % leicht und 2,7 % schwer. Der weitere Verlauf mit Beschwerden oder eben Beschwerdefreiheit und dem weiteren Procedere ist leider nichts bekannt. Die Restdysplasien ließen sich wie folgt einteilen:

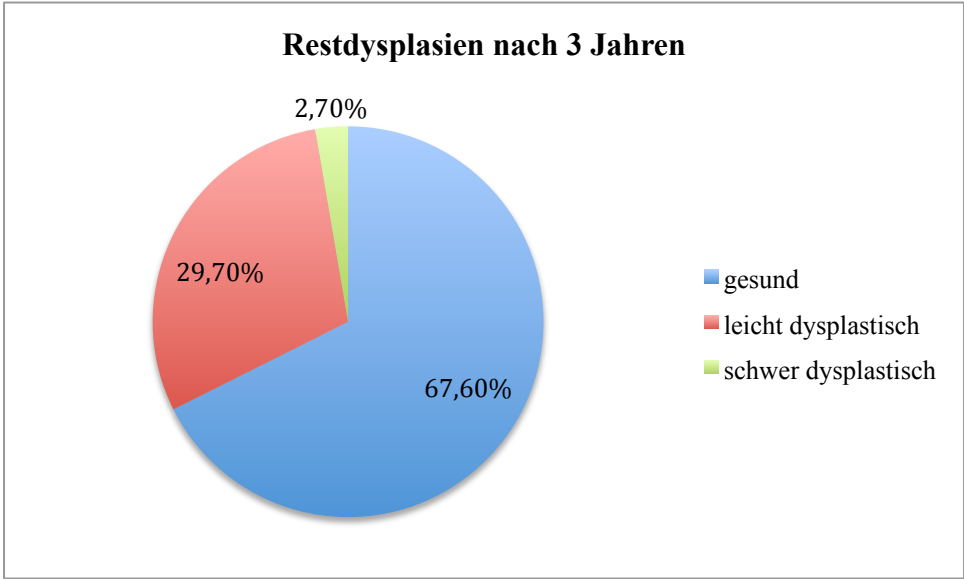


Diagramm 41: Anteil an Hüftdysplasien nach 3 Jahren

## **4. Diskussion**

Als erfolgreich gilt die Therapie der kongenitalen Hüftdysplasie, wenn das Hüftgelenk aus dem pathologischen in den altersgemäßen anatomischen und normalen Zustand zurückgeführt und dieser Zustand aufrecht erhalten werden kann. Hierfür sollte das frühkindliche Alter der Patienten und das Verknöcherungspotential des Hüftgelenkes schonend ausgenutzt werden. Die Methode nach Pavlik dient zur Reposition mit folgender Retention. Eine anschließende Spreizhosenbehandlung wird zur Nachreifung dysplastischer und luxierter Hüftgelenke bei Neugeborenen eingesetzt.

### **4.1. Beurteilung von Patienten und Methode**

#### **4.1.1. Patienten**

Insgesamt wurden 37 Kinder mit behandelter Hüftdysplasie ab Grad IIc in die Studie aufgenommen. Es handelt sich um ein überwiegend homogen verteiltes Patientenkollektiv, welches systematisch nachuntersucht wurde. Generell ist eine Fallzahl von 37 Patienten als gering einzuschätzen. Aufgrund der insgesamt niedrigen Patientenzahlen in pädiatrischen Patientenkollektiven ist es aber notwendig, auch mit kleinen Fallzahlen zu arbeiten. Kritisch ist zudem anzumerken, dass kein gesundes bzw. anders behandeltes Kontrollkollektiv gegenübergestellt werden konnte. Gründe hierfür sind, dass die Behandlungsmethode nach Pavlik seit langer Zeit in der orthopädischen Klinik erfolgreich durchgeführt wird und es eines der Hauptziele der Studie war, die Sicherheit und Wirksamkeit der genannten Methode zu dokumentieren. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Bei der Untersuchung der Erkrankung kamen sowohl unilaterale, als auch bilaterale Hüftdysplasien unterschiedlicher Ausprägung vor. Bei der Untersuchung der Familien- und Schwangerschaftsanamnese und deren Häufigkeitsverteilung nach der Seite sind manche Kinder aus diesem Grund in beiden Verteilungsstatistiken enthalten, wodurch die Aussagen teilweise einer besonderen Interpretation bedurften.

### 4.1.2. Compliance

Trotz optimalen Vorgehens ist die Mitarbeit der Eltern oft nicht in gewünschtem Maße gegeben. Therapievorschläge werden nicht akzeptiert oder notwendige Kontrollen nicht eingehalten. Oft wird die Pavlik-Bandage gar nicht getragen oder eigenmächtig in falscher Position angelegt und verstellt<sup>14</sup>. McHale und Corbett konnten 1989 in einer Studie, die sich mit der Compliance der Eltern zur richtigen Anwendung der Pavlik-Bandage beschäftigte, nachweisen, dass nur knapp 13 % der Eltern den ärztlichen Anordnungen folgten<sup>28</sup>. Über vergleichbare Erfahrungen berichtet Lotem 1991: Eltern hatten ihren Kindern die Pavlik-Bandage zwar ordnungsgemäß zu Kontrolluntersuchungen angelegt, bei genauerem Nachfragen ergab sich aber, dass die Bandage zuhause nicht getragen wurde<sup>29</sup>. Eltern sollten stets motiviert und gebeten werden, trotz Schwierigkeiten beim Windelnwechseln, Baden oder Anziehen des Kindes die Bandage nicht abzunehmen<sup>30</sup>.

Fehlende Compliance bleibt bei dieser konservativen Behandlungsmethode meist nicht ohne Konsequenzen. Die Ernsthaftigkeit der Situation muss den Eltern bewusst gemacht werden. Wichtig sind somit engmaschige Kontrollen zu Beginn und während der Therapie, auch um die Einstellung der Bandage zu überprüfen, da eine korrekte Lage der Orthese und ihre stetige Anpassung an das Wachstum des Kindes schwierig, notwendig und erfolgsversprechend sind<sup>1</sup>. Nach unserer Erfahrung bietet sich ein Kontrolltermin einmal wöchentlich an. Andernfalls kann es zu oben dargestellten Komplikationen bis hin zum völligen Versagen der Therapie kommen.

Die Eltern unserer Patienten gaben ohne Ausnahme bis auf kleine Hautirritationen (Windeldermatitis) bei ihren Kindern keine Schwierigkeiten mit der Pavlik-Bandage an. Sie wurden dezidiert aufgeklärt, sodass ihre Compliance vor allem in Hinsicht auf die guten Resultate dieser Studie nicht in Frage gestellt werden konnte. Hassan konnte 2009 ebenfalls berichten, dass, wenn Eltern gut instruiert und durch die Therapie hindurch betreut werden, ein statistisch signifikanter Rückgang ( $p=0,000$ ) folgender Schwierigkeiten im Umgang mit der Pavlik-Bandage von Beginn an bis zum Ende der Therapie zu verzeichnen ist: Dermatitis in Leisten- und Kniekehle, Probleme bei Tragen dicker Winterkleidung, Abrutschen sowohl der Füßchen als auch der Schultern aus der Bandagenhalterung, Schwierigkeiten beim Tragen des Kindes in der Pavlik-Bandage und beim Windelwechseln, psychische Belastung der schwierigen Hygieneverhältnisse<sup>30</sup>.

### **4.1.3. Hüftsonographie als bildgebendes Verfahren unserer Studie**

#### **4.1.3.1. Methodische Fehlerquellen**

Selbst nach aufwendigem Untersuchertraining (Graf-Kurse/ Stolzalpe) bleibt eine gewisse Subjektivität bei der sonographischen Bilderstellung, Bilderkennung und der Interpretation. Die Untersuchungsmethodik ist demnach vom Untersucher abhängig. Bei der Sonographie der Säuglingshüfte ist auf die korrekte Durchführung der von Graf angeführten Technik zu achten. Sowohl eine verdrehte als auch verkippte Positionierung des Kindes oder des Schallkopfes führt zu beträchtlichen Messfehlern und Fehlinterpretationen. Eine fehlerhafte Hüftsonographie und somit fehlerhafte Erhebung des pathoanatomischen Ausgangsbefundes ist verheerend. Außerdem sollte von ärztlicher als auch elterlicher Seite die beste Reifungszeit des Hüftgelenks nicht verpasst werden. Bei verspäteter Therapie oder mehrmaliger Therapieumstellung kann der Hauptreifungsschub des Gelenkes nicht ausgenutzt werden<sup>14</sup>. Die Führung durch die Therapie wurde an unserer Klinik von drei ausgebildeten und erfahrenen Kinderorthopäden durchgeführt. Die interobserver reliability wurde geprüft: Abweichungen unter 3 %.

#### **4.1.3.2. Screeningdiskussion**

Der Sinn eines allgemeinen Neugeborenen Screenings via Ultraschall wird weltweit immer noch kontrovers diskutiert<sup>31, 32</sup>. Verwunderlich, denn die leichteren Formen einer Hüftdysplasie sind durch eine klinische Untersuchung meist nicht erkennbar, da diese erst zu einem späteren Zeitpunkt manifest werden<sup>33</sup>. Würde sich das sonographische Neugeborenen Screening auf klinische Auffälligkeiten und solche mit erhöhtem Risiko (beispielsweise Beckenendlage oder familiäre Dysplasieanamnese) beschränken, so würde etwa nur die Hälfte der sonographisch auffälligen Hüftgelenke entdeckt werden<sup>22</sup>. Auch in unserer Studie konnte dies bestätigt werden (siehe Diskussion eigener Ergebnisse 4.2.2. bis 4.2.4.).

Durch die Einführung des Neugeborenen-Screenings ist mit der frühzeitigen Diagnostik auch eine frühzeitige Therapie möglich. Hierdurch kann das altersabhängige Ossifikationspotenzial der Hüfte zur Normalisierung genutzt werden. Dadurch konnten operative Maßnahmen in Deutschland auf 1/5 reduziert werden<sup>33</sup>. Das mittlerweile in mehreren Ländern generell eingeführte Hüftscreening, aber auch die punktuell durchgeführten Screeningergebnisse

haben die Zuverlässigkeit der klinischen Untersuchung relativiert, trotzdem sollte eine klinische Untersuchung additiv zu jeder Ultraschallkontrolle sorgfältig durchgeführt werden.

Durch den damit verbundenen Einsatz von frühfunktionellen, konservativen Behandlungsmethoden können dysplastisch ausgebildete Säuglings Hüften nun in der Regel gut zur Ausheilung gebracht werden <sup>34</sup>. Die Sonographie bleibt von großer Bedeutung in der Diagnose und Behandlung von Kindern mit Hüftdysplasie <sup>35, 36, 37</sup> und je früher die Säuglingsdysplasie der Hüfte diagnostiziert wird, desto einfacher und effektiver ist ihre Behandlung <sup>38,39</sup>.

#### **4.1.4. Abschließende Röntgenaufnahmen**

Der AC-Winkel hat einen Nachteil, er ändert sich hoch sensibel mit jeder kleinsten Drehung und den verschiedenen Graden der Aufrichtung oder Kippung des Beckens <sup>2</sup>. Es besteht also erneut wie bereits bei der Sonographie die Problematik der Abhängigkeit vom Untersucher.

Jede behandelte Hüfte muss zudem bis zum Erwachsenenalter radiologisch kontrolliert werden. Röntgenbilder sollten laut Baumgart et al mindestens, d.h. wenn keine Besonderheiten vorliegen, nach Gehbeginn, im Alter von acht bis zehn Jahren sowie bei Wachstumsabschluss angefertigt werden <sup>33</sup>. Hierdurch besteht die Möglichkeit einer Verbesserung sowie besseren Verlaufsdokumentation der Restdysplasien mit Wachstum und Alter. Allerdings ist auch die Strahlenbelastung zunehmend. In unserer Studie erfolgten lediglich Kontrollen nach Laufbeginn und nach 3 Jahren.

## **4.2. Diskussion eigener Ergebnisse**

### **4.2.1. Geschlechterverteilung**

Bei den in unsere Studie eingeschlossenen 37 Kindern war lediglich ein Patient männlich. Dadurch war ein Geschlechterverhältnis weiblich zu männlich von 36:1 zu finden. Allgemein ist die durch mehrere Quellen bestätigte wissenschaftliche Verteilung von fünf- bis achtmal häufigerem Auftreten bei Mädchen <sup>1</sup> bekannt. In unserer Studie sind Berechnungen aufgrund der geringen Fallzahl nicht fundiert. Eine Geschlechtsabhängigkeit war unter den gegebenen

Umständen statistisch gesehen wenig ratsam zu testen, allerdings bestätigt die Verteilung doch eindeutig den oben genannten Trend.

#### **4.2.2. Familienanamnese**

Bei deutlich mehr als der Hälfte der erkrankten Kinder (67,7 %) ging keine familiäre Belastung voraus. Wären in der orthopädischen Ambulanz nur Kinder mit positiver Familienanamnese untersucht worden, wären etwas mehr als 2/3 der erkrankten Kinder in unserer Studie nicht erkannt und untherapiert mit Entwicklungsverzögerung am Hüftgelenk geblieben.

Auf der linken Hüftseite hatten die Kinder mit negativer Familienanamnese sogar die schlechtesten Ausgangswerte. Auf der rechten Seite konnten bessere Alpha-Ausgangswinkel beobachtet werden, da diese Seite generell nicht so stark betroffen war. Der Unterschied zwischen beiden Seiten wäre noch gravierender, wenn die Ier Hüften, die primär auf der rechten Seite bestanden, noch mit einberechnet gewesen wären. Allerdings hatten die Kinder, deren Eltern eine Hüftdysplasie aufwiesen, die schlechtesten Ausgangsbefunde (niedrige Alpha-Winkel-Werte). Die Behandlung war aber für alle beteiligten Hüfttypen und Seiten gleich erfolgreich. Kinder, bei denen bereits in der Familie diese Erkrankung bekannt war (32,4 %), hatten zumindest auf der linken Hüftseite keine schwereren Ausgangsbefunde und auch keine schwereren Verläufe als angenommen.

#### **4.2.3. Schwangerschaftsanamnese**

Bei deutlicher Mehrheit (75,7 %) gab es keine vorausgehenden Schwangerschafts- oder Geburtsprobleme. Wären in der orthopädischen Ambulanz nur Kinder mit problematischer Schwangerschaft oder Steisslage untersucht worden, wäre mehr als die Hälfte der erkrankten Kinder in unserer Studie nicht erkannt und untherapiert mit Entwicklungsverzögerung geblieben. Bei acht Patienten (21,6 %) stellte die Steißlage einen Risikofaktor dar. Die Kinder, bei denen bereits dieser Risikofaktor bekannt war oder eine schwere Geburt aufgrund einer Steisslage vorlag (24,3 %), hatten keine dysplastischen Ausgangsbefunde und keine schwereren Verläufe.

Auf der linken Hüftseite sind, wie in der Literatur angenommen, die Hüftwinkel der Kinder nach unauffälliger Schwangerschaft, aber nach Steißlage und Kaiserschnitt am schlechtesten. Rechts ist allerdings genau das Gegenteil der Fall. Durchschnittlich sind die

initialen Alpha-Winkel rechts wesentlich höher als links und damit besser. Bei Risikofaktoren zeigt sich demnach keine schlechtere Ausgangssituation – zumindest auf der rechten Hüftseite. Die Kinder mit negativer Schwangerschaftsanamnese hatten zwar den gleichen Therapieerfolg, aber niedrigere Ausgangswerte.

#### **4.2.4. Allgemein zu Risikofaktoren**

Das Auftreten einer Hüftdysplasie korreliert in unserer Studie nicht mit dem Vorhandensein von ein bzw. mehreren Risikofaktoren. Es gibt keine Abhängigkeit zwischen den Seiten und dem Vorhandensein von Faktoren, die das Risiko an einer Hüftdysplasie zu erkranken erhöhen. Allerdings gab es auch keine Kontrollgruppe. In die Studie wurden nur Kinder mit kongenitaler Hüftdysplasie eingeschlossen. Mehr als 2/3 der erkrankten Kinder waren unauffällig in Faktoren, die ein Auftreten der Erkrankung begünstigen könnten. Unser Ergebnis unterstreicht die Aussage von Patel 2001, die besagt, dass mehr als 60 % der Kinder mit kongenitaler Hüftdysplasie keine identifizierbaren Risikofaktoren haben<sup>5</sup>.

Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von Ömeroglu et al: Die von ihm untersuchten Kinder, die mindestens einen Risikofaktor für Säuglingsdysplasie zeigten, hatten ein dreifach höheres Risiko für eine Säuglingsdysplasie als solche, die keine Risikofaktoren hatten<sup>40</sup>. Steißlage und eine positive Familienanamnese waren dabei die zwei häufigsten Risikofaktoren, die mit einer kongenitalen Hüftdysplasie assoziiert waren. Fast 2/3 von den Kindern mit mindestens einer klinischen Auffälligkeit und mindestens einem Risikofaktor hatten entweder eine unilaterale oder bilaterale Hüftdysplasie. Hieraus wurde geschlossen, dass für das Auftreten einer DDH eine achtsame klinische Untersuchung signifikant wichtiger sei als coexistierende Risikofaktoren<sup>40</sup>.

#### **4.2.5. Seitenbeteiligung dysplastischer Hüften**

In unserem Patientengut war bei Einseitigkeit die linke Hüfte häufiger betroffen und diese Seite bei Beidseitigkeit auch stärker involviert. Das beschrieb auch Atalar 2007 und stellte gleichzeitig fest, dass Patienten mit bilateraler Hüftdysplasie einen geringeren Therapieerfolg verzeichneten als Patienten mit unilateraler Erkrankung<sup>34</sup>.

#### **4.2.6. Behandlungsart**

Bei unseren Patienten konnten alle Hüften mit dem von uns propagierten Therapieschema unabhängig von einer Vorbehandlung in eine gesunde Situation geführt werden. Eine variable Vorbehandlung korreliert nicht mit einer langsameren Winkelnormalisierung. Die Durchschnittstherapiedauer mit der Pavlik-Bandage betrug sechs Wochen, ob mit oder ohne vorausgegangener Behandlung. Da die Vorbehandlung meist frustan verlief, änderte sie nichts an den Winkeln, d.h. die Ausgangssituation war die gleiche wie bei denen, die primär mit der Pavlik-Bandage therapiert wurden. Ein Unterschied bestand lediglich im Alter. Nur ein mit Tübinger Spreizschiene vorthesapiertes Kind bedurfte einer zehnwöchigen Therapie nach Pavlik. Es bleibt jedoch fraglich, ob es sich anders verhalten hätte, wenn die Pavlik-Bandage gleich getragen worden wäre, oder ob es sich einfach nur um eine schwer retinierbare Hüfte handelte.

#### **4.2.7. Behandlungsbeginn**

Die Therapie ist bei der Mehrheit nicht gleich in den ersten Lebenstagen erfolgt und nur bei 48,6 % im ersten Lebensmonat. Auch wenn 30 % variabel vorbehandelt wurden und daher erst nach Versagen dieser Therapie mit einer Pavlik-Bandage begonnen wurde, erfolgte dennoch bei der Mehrzahl mit 29,8 % eine Therapie sogar erst in der 5. – 6. Lebenswoche. Zusammen mit dem Prozentanteil der 7. bis 12. Lebenswochen sind dies 51,4 %. Wie bereits geschildert, 29,7 % testeten erst eine andere Therapie über Wochen, dennoch, bei den übrigen 21,7 % lassen sich die Gründe für die späte Einleitung einer Therapie nur erahnen: Trägheit bzw. Unbekümmertheit seitens der Eltern, mangelnde Aufklärung über wichtiges Screening und Therapie wären eine Erklärung hierfür.

Es wurde eine Abhängigkeit zwischen dem Behandlungsverlauf (Winkelverbesserungen) und dem Behandlungsbeginn untersucht. Eine späte Behandlung zeigte kein schlechteres Ergebnis, keine längere Behandlungszeit und keine zusätzlichen Probleme. Eine frühe Behandlung ist laut anderer Literatur und Verständnis bezüglich Nutzen des Wachstums und Ossifikationsprozesses allerdings am besten.

Atalar et al 2007 hat das Alter zum Zeitpunkt der Diagnose bzw. des Behandlungsbeginns untersucht – der Zeitpunkt variierte von zwei Tagen bis einem Jahr. Es wurde ein statistischer Unterschied zwischen erfolgreicher und nicht erfolgreicher Pavlik-Bandagen-Behandlung in

Hinsicht auf das Alter des Kindes zu Beginn der Behandlung gefunden. Patienten im Alter von sieben Wochen oder jünger hatten bessere Erfolgschancen als solche, die acht Wochen oder älter waren <sup>34</sup>.

Die Reversibilität der pathoanatomischen Veränderungen hängt vom Grad der Deformierung und von den Wachstumspotenzen des Hüftgelenkes und somit direkt vom Alter bei Diagnosezeitpunkt ab. Es gilt die Wachstumspotenzen, die offensichtlich zwischen der 6. und 12. Lebenswoche nach heutigen Erkenntnissen am größten sind, auszunützen. Es sollte daher, falls notwendig, die Therapie so früh wie möglich, spätestens aber bis zum Beginn der 6. Lebenswoche eingeleitet werden, um den Hauptwachstumsschub zur Rückführung der Deformitäten zu nutzen <sup>14</sup>.

#### **4.2.8. Behandlungsdauer**

Die Pavlik-Bandage ist zwar eine exzellente Behandlungsmethode für die kongenitale Hüftdysplasie, aber je länger die Behandlungsdauer, desto größer ist die psychische und physische Bürde für die kleinen Patienten und ihre Familien. Deshalb sollte die Behandlungsdauer mit der Pavlik-Bandage so kurz wie möglich sein <sup>41</sup>.

Nach unserem Schema wurde die Behandlungsdauer empirisch mit der Pavlik-Bandage auf sechs Wochen festgelegt und versucht einzuhalten. Die sechs Wochen haben sich als eine gute Durchschnittsbehandlungszeit etabliert. Es gab ein Kind mit nur zwei Wochen (Minimum) Pavlik-Behandlung und ein Kind mit zehn Wochen (Maximum) Therapie mit der Pavlik-Bandage, bei denen je nach Verlauf die Behandlungszeiten angepasst wurden. In Bezug auf diese Ausreißer (siehe Ergebnisteil 3.10.) gibt es auch durchaus kürzere bzw. längere Therapiezeiten. Es hat sich, wie im Therapieschema angedeutet, als sinnvoll herausgestellt, die Therapie an den Patienten individuell anzupassen und nicht umgekehrt den Patienten an ein Schema.

#### **4.2.9. Komplikationen**

Die häufigste und schwerste Komplikation, die bei der Behandlung einer angeborenen Hüftdysplasie auftreten kann, ist die Hüftkopfnekrose <sup>2, 42</sup>. Die Nekrose kann lateral, zentral oder medial in der Epiphysenfuge auftreten, am häufigsten jedoch lateral. Auch die Hüftgelenkspfanne kann betroffen sein. Man spricht in diesem Zusammenhang von „Luxations-Perthes“ <sup>10</sup>.

Erfreulicherweise trat bei keinem Patienten im Verlauf dieser Studie ein solcher Fall auf. Dieses Ergebnis wird auch durch andere Untersuchungen bestätigt, die sich speziell mit diesem Thema auseinandersetzten<sup>43</sup>. Vor allem im Vergleich zu anderen Behandlungsmethoden scheint die Methodik nach Pavlik die Komplikationsrate enorm zu senken, wenn nicht sogar zu eradizieren<sup>43</sup>. Die bisherige Annahme, dass die Methode nach Pavlik sicher und für alle dysplastischen und subluxierten Hüften angemessen ist, wird auch von Stevenson et al vertreten<sup>42</sup>. Es gibt Studien, die zwar die Pavlik-Methode unterstützen und sie als sicherste Methode für eine angeborene Hüftluxation halten, allerdings das Risiko der Hüftkopfnekrose nicht auf 0 % reduzieren konnten<sup>44</sup>. Das Auftreten einer Osteonekrose variiert weiterhin breit. In den meisten Fällen nach 1995 wurde das Auftreten zwischen 0 und 1 Prozent bei Verwenden der Pavlik-Bandage beschrieben<sup>45, 46</sup>. Ein später Behandlungsbeginn und eine lange Behandlung gelten als Faktoren, die das Risiko einer avaskulären Nekrose des Femurkopfes – selbst bei Therapie nach Pavlik – erhöhen<sup>2</sup>.

Als schwerwiegende Komplikation trat in unserem Patientengut bei einem Kind ein Therapieversagen mit Instabilität des Hüftgelenkes auf. Eine schon vorbestehende Instabilität ist zwar keine Komplikation im eigentlich Sinn, kann allerdings den Therapieverlauf stark beeinträchtigen.

Eine seltene, wenn auch klinisch relevante Komplikation der Behandlung mit der Pavlik-Bandage ist die Lähmung des N. femoralis<sup>47</sup>. Sie ist ein starker Prädiktor für Therapieversagen unter der Pavlik-Bandage und das Risiko ist am größten, wenn die Dysplasie besonders schwer ist. Murnaghan beschreibt 2011 näher, dass die Nervus femoralis Parese eher bei älteren, größeren Patienten mit schwerer Hüft dysplasie aufträte. Patienten, bei denen die Parese innerhalb drei Tage regredient war, hatten eine 70%ige Chance die Therapie mit der Pavlik-Bandage erfolgreich abzuschließen, wohingegen die Patienten, welche irreversibel geschädigt waren, eine 70%ige Wahrscheinlichkeit für ein Therapieversagen mit der Pavlik-Bandage aufwiesen<sup>47</sup>.

Relativ häufig sind dagegen Hautreizungen bis hin zur Dermatitis<sup>30</sup> und Verschmutzungen an den Stellen, denen die Bandage aufliegt. Dies ist vor allem für die Eltern psychisch oft nicht einfach zu tolerieren.

#### **4.2.10. Röntgen**

Die Untersuchung hat für den röntgenologischen Teil des Verlaufes eine linear zunehmende monatliche AC-Winkelverbesserung im Sinne einer Winkelverminderung ergeben. Erfolgreich

galt das Ergebnis sobald nebst klinisch einwandfreier Hüftverhältnisse normale röntgenologische Parameter nach Tönnis<sup>2</sup>, Tabelle 5, auf den Röntgenbildern präsent waren.

Es zeigte sich ein zufriedenstellender und erwartungsgemäßer Erfolg, jedoch wiesen nach 3 Jahren zwölf Kinder (32,4 %) von 37 Patienten Restdysplasien auf. Davon waren links eine Hüfte (8,3 %), rechts sechs Hüften (50 %) und beidseits fünf Hüften (41,7 %) betroffen. Im Vergleich zum Zeitpunkt Laufbeginn hatten sich die linken Hüften (unter diesen zeigten noch fünf Hüften dysplastische Verhältnisse) zwar verbessert, allerdings waren insgesamt noch 18 Kinder dysplastisch. Nur bei einem Kind hat sich die Hüfte in dieser Zeit normalisiert. Unter den betroffenen Patienten und Hüften ließen sich keine gemeinsamen Tendenzen ermitteln. Demnach bleibt nur anzunehmen, dass sich eventuell weitere Verbesserungen nach diesem Zeitpunkt ergeben könnten oder dass es wegen einer zugrunde liegenden endogenen Entwicklungsstörung jederzeit wieder zu einer Verschlechterung kommen kann. Denn jede dieser Hüften war nach Abschluss der Therapie mit einer Bandage oder Spreizhose in einen gesunden Hüftzustand überführt worden.

In unserem Patientengut waren 67,6 % langfristig (also nach 3 Jahren) weiterhin in einem stabilen gesunden Hüftzustand. Bei 32,4 % waren leichte Restdysplasien festzustellen. Es bleibt die Ungewissheit, ob diese Form Beschwerden macht bzw. jemals machen wird. Es konnte nicht festgestellt werden, ob Restdysplasien häufiger bei spätem Therapiebeginn, bei schlechterem Ausgangsbefund, bei höheren Luxationsgraden oder Vorbehandlung zu beobachten waren.

Hassan et al 2009 hat für den AC-Winkel eine Winkelgrenze von 30° gesetzt<sup>30</sup> und danach in erfolgreiche Resultate mit gesunden Hüftverhältnissen (< 30°) und nicht erfolgreiche Resultate mit Restdysplasien (> 30°) eingeteilt. Wenn wir dieser Vorgabe gefolgt wären, wären in unserer Studie keine Restdysplasien aufgetreten.

#### **4.2.11. Effektivität der Pavlik-Bandage**

Das Ziel dieser Arbeit besteht mitunter im Nachweis der Effektivität der Pavlik-Bandage als dynamische Orthese in der konservativen Behandlung kongenitaler Hüftdysplasie bei Neugeborenen. Hierfür wurden die sonographisch nach Graf bestimmten Hüftwinkel „Alpha“ und „Beta“ in regelmäßigen Abständen gemessen und der Verlauf dokumentiert.

Betrachtet man unsere Ergebnisse und Diagramme, so kann man den Verlauf der Alpha-Winkel beider Hüftseiten im Therapieverlauf verfolgen. Es verbesserten sich alle Alpha-Winkel

auf angestrebte Werte von über 60°. Obwohl die linke Seite generell stärker betroffen war, d.h. schlechtere Ausgangswinkel besaß, stiegen in derselben Zeit die Werte beider Hüften in dem gewünschten Rahmen. Sowohl der Alpha-Winkel der rechten als auch der linken Seite verbesserte sich signifikant unter der Therapie. Die Alpha-Winkel der dysplastischen Seiten überschritten nach den schematisierten sechs Wochen die Reifungskurve der gesunden Hüften nach Tschauener et al 1994 <sup>11</sup>.

Im Pendant zum Alpha-Winkel haben sich entsprechend die Beta-Winkel geändert. Diagramm 20 zeigt beispielsweise die Verbesserung des Beta-Winkels unter der Behandlung. Mit der Anlage der Pavlik-Bandage ließen sich alle Werte bis zur Bandagen-Abnahme verringern – links, obwohl stärker betroffen, ebenfalls in der gleichen Zeit wie die nur leicht verzögert gereiften Hüften.

Die Häufigkeitsverteilung der Hüfttypen anlässlich der Screening-Untersuchungen geht aus Tabelle 7 hervor. Auf der linken Seite waren lediglich vier Hüften (Typ IIa) nicht therapiebedürftig. Typ Ia aber auch der Luxationstyp IV traten nicht auf. Am meisten war der Typ IIc und IId vertreten. Auf der linken Seite waren nach Geburt 89,2 % der Hüften therapiebedürftig gemäss ab Typ IIc.

Auf der rechten Hüftseite zeigten sich im Vergleich zur linken Hüftseite generell weniger behandlungsdürftige Hüften. Mehr als die Hälfte der rechten untersuchten 37 Hüften waren nicht therapiebedürftig (56,7 %). Sie wurden aber mittherapiert, da die linke Hüftseite betroffen war. Die dysplastischen Hüften hatten in 16,2 % der Fälle initial Hüfttypen von IIc bzw. IId nach Graf und in 8,1 % der Fälle Hüfttypen von IIIa. Typ-IV-Gelenke bei der Geburt diagnostiziert, gelten heute als Rarität <sup>1</sup>. In unserem eigenen Screening-Kollektiv fand sich unter den 37 Patienten eine echte Luxation auf der rechten Seite zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung. Nach Behandlungsende entsprachen die linken Hüften bei 19 Kindern einem Typ Ia (51,9 %) und bei 17 Kindern einem Typ Ib (45,9 %). Ein Kind hatte am Behandlungsende eine I Ib Hüfte (2,7 %). Auf der rechten Seite besaßen 25 Patienten nach Abschluss der Behandlung eine Ia-Hüfte (76,6 %) und 12 Patienten einen Typ Ib (32,4 %).

Alle Hüften, die erkrankt waren, heilten in eine Ier bzw. bei einem Kind in eine I Ib Hüfte aus. Die Pavlik-Bandage vermochte 100% der Dysplasien in unserer Untersuchungsreihe bis zum Therapieende auszuheilen, unabhängig von Therapiebeginn unter drei Monaten, Risikofaktoren oder Vorbehandlung. Je schwerer die Dysplasie (Hüfttyp) zu Beginn der Therapie mit der Pavlik-Bandage war, umso höher lag die wöchentliche (Alpha-)Winkelverbesserung. Bei Kitoh et al

wurden lediglich 81,9 % erfolgreich mit der Pavlik-Bandage therapiert<sup>48</sup>. Erfolgsraten zwischen 7-99 % bei Behandlung mit Pavlik-Bandage sind allgemein beschrieben<sup>49</sup>.

In Relation zu den Ausgangsbefunden (II c bis IV – Typen nach Graf) waren in unserer Studie keine Vorhersagen über das Endresultat möglich. Allerdings kann man sagen, dass alle Graf-Typen unter Pavlik-Bandage innerhalb der sechs Wochen Pavlik-Therapie und anschließender Spreizhosenbehandlung aus dem gefährdeten Bereich in adäquate Verhältnisse überführt werden konnten.

Lermans 2001 wichtigster Prädiktor für ein Versagen der Therapie mit einer Pavlik-Bandage ist eine Instabilität, die bereits bei den klinischen Untersuchungen aufgefallen war<sup>49</sup>. Dieser Äußerung können wir in unserer Studie beipflichten. Bei einem Patienten (2,7 %) von 37 Patienten versagte die Pavlik-Bandage aufgrund andauernder Instabilität des Hüftkopfes in der Gelenkpfanne. Bei 36 Kindern (97,3 %) war die Methode nach Pavlik allerdings sehr erfolgreich.

In anderen Studien wurde beobachtet, dass der Behandlungserfolg unmittelbar von Alter bei Therapiebeginn, Graf Typ und Bilateralität<sup>34, 48, 49, 50</sup> der Erkrankung abhängt. Ein Alter jünger als sieben Wochen war mit einem größeren Therapieerfolg assoziiert. Die Diagnose Hüftdysplasie mit einem Graf Typen IV bzw. schwere Dislokation oder bilaterale Beteiligung war mit geringem Therapieerfolg verbunden<sup>34</sup>. Unterstrichen werden diese Thesen unter anderem durch Lerman et al<sup>49</sup> und besonders durch Kitoh et al<sup>48</sup>, der eine starke Signifikanz zu Bilateralität und erhöhtem Risiko von Therapieversagen aufzeigte. Er erklärte ein sechsmal höheres Risiko damit, dass sobald beide Hüftgelenke erkrankt sind, die Heilung schlechter bzw. sogar gar nicht stattfindet. Harding<sup>51</sup> und Hangen<sup>52</sup> sahen hingegen kein höheres Therapieversagen bei beidseitiger Hüftdysplasie.

In weiteren Studien zeigte sich zudem, dass weder die erkrankte Seite noch das Geschlecht das Resultat der Behandlung mit der Pavlik-Bandage beeinflussen<sup>34, 49, 51, 53</sup>. Dass das Geschlecht nicht mit dem Versagen der Reduktion in der Pavlik-Bandagen-Behandlung korreliert, fanden auch Kitoh et al<sup>48</sup>. Im Widerspruch dazu zeigten Borges 1995 und Lermann 2001, dass das männliche Geschlecht eine schlechtere Prognose hatte<sup>49, 54</sup>. Wir erlaubten uns keine Aussage bezüglich einer Korrelation zwischen Geschlecht und Therapieerfolg bei zu kleiner Fallzahl zu treffen.

Das Alter von vier Monaten oder älter bei initialer Applikation stand bei dem Großteil der hinzugezogenen Literatur in Korrelation zu einem schlechten Endresultat<sup>34, 50, 51, 52</sup>. Besonders

betroffen waren initial klinisch dislozierte bzw. nicht reponierbare Hüften und ein niedriger initialer Alpha-Winkel im Ultraschall <sup>49, 50</sup> mit entsprechendem Graf-Typ <sup>34</sup>. Das Behandlungsergebnis ist somit von verschiedenen Faktoren abhängig wie Alter bei Behandlungsbeginn, Ausgangsbefund: Dysplasie, Subluxation, Luxation, Behandlungszeit und Beobachtungszeit, Nachreifung, tiefe Reposition und normale Funktion.

Unterschiede bezüglich der Seiten sind nicht erkannt worden. Es wurde allerdings statistisch bestätigt, dass die linke Seite stärker betroffen war als die rechte. Ein zeitlicher Algorithmus bezüglich sich unterschiedlich schnell entwickelnder linken und rechten Hüften ließ sich nicht ableiten. Hierzu ist auch in der Fremdliteratur nichts beschrieben worden.

#### **4.2.12. Therapieschema**

Unser Therapieschema mit Reposition und Retention durch die Pavlik-Bandage und der Idealspreizhose zur Nachreifung hat sich bewährt, sodass eine Empfehlung dieses Schemas ausgesprochen werden kann. Röntgenkontrollen sind ebenfalls empfehlenswert und sollten in gebotenen Abständen erfolgen.

#### **4.3. Langzeitprognose nach Behandlung**

Eine Doktorarbeit aus dem Jahre 2003 aus der Kinderklinik und Poliklinik der Universität Würzburg <sup>55</sup> untersuchte den klinischen Langzeitverlauf von Kindern mit in früher Säuglingszeit sonographisch diagnostizierter und standardisiert behandelter Hüft dysplasie Typ IIc und schlechter, nach mehr als 7 Jahren. Diese Kinder ohne erkennbare teratologische und neuromuskuläre Ursachen entwickelten sich im Vergleich zu ihren gesunden Altersgenossen in Bewegung und Koordination völlig unauffällig und normal. Eine Behandlung mit der Pavlik-Bandage bedeutet langfristig gesehen einen Erhalt der Lebensqualität der Kinder mit angeborener Hüft dysplasie (ohne Bewegungsstörungen oder latente neuromuskuläre Erkrankungen).

## 5. Zusammenfassung

Im Zeitraum zwischen 2008 und 2013 wurden in der Klinik und Poliklinik für Orthopädie der Universitätsklinik Regensburg, Bad Abbach, 37 Patienten wegen einer kongenitalen Hüftdysplasie mit einer Bandage nach Pavlik behandelt und nachuntersucht. Die Therapie mit dieser dynamischen Hüftorthese begann im Alter von durchschnittlich sechs Wochen (min. 4. Lebenstag – max. 26. Lebenswoche). Nach einer Therapiedauer von ebenfalls durchschnittlich sechs Wochen waren 97,3 % der bei Therapiebeginn dysplastischen Hüften gesund. Der Alpha-Winkel verbesserte sich unter der Therapie von durchschnittlich 48,2° auf 62,8° linksseitig und von 54,5° auf 64,5° rechtsseitig. Der AC-Winkel verbesserte sich von durchschnittlich 23,4° auf 20° links und von 23,1° auf 20,6° rechts. Die Winkelverbesserung unter der Pavlik-Bandage war bei gleicher Therapiedauer und mit schlechterem Dysplasiegrad signifikant erhöht. Bei einer Hüfte schloss sich eine operative Pfannenkorrektur an. Bei keinen Hüften trat eine Nekrose auf. Der Anteil der Restdysplasien bei der letzten röntgenologischen Nachuntersuchung im durchschnittlichen Lebensalter von 3 Jahren belief sich auf 32,4 %. Die Restdysplasien standen aber in keinem Zusammenhang mit der initialen Beurteilung der Hüften. Alle Dysplasien vom Typ IIc und schlechter wurden von Beginn an mit der Pavlik Bandage suffizient behandelt und innerhalb weniger Wochen in den Typ I nach Graf überführt (Ausnahme eine Hüfte Typ IIb).

Die Pavlik-Bandage ist die am meisten gebräuchliche Abduktionshüftorthese. Die Therapie mit dieser Bandage verlangt zwar von allen Beteiligten einen hohen Aufwand, ist jedoch ein effektives und zugleich relativ schonendes Verfahren. Die vorliegende Arbeit liefert Daten, die in Zukunft bei der Überlegung der Erstversorgung von kleinen Patienten mit einer dysplastischen Hüfte hilfreich sein können. Die Ergebnisse dieser Studie belegen den großen therapeutischen Nutzen der dynamischen Orthese nach Pavlik bei der Behandlung der kongenitalen Hüftdysplasie im Säuglingsalter und helfen symptomatische (Rest-)Dysplasien bei Jugendlichen und Erwachsenen in Zukunft zu verringern.



## 6. Literaturverzeichnis

- (1) Grifka J., Ludwig J.: Kindliche Hüftdysplasie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1998; S. 99-131
- (2) Tönnis D.: Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo 1984; S.60-183
- (3) Bernbeck R., Dahmen G.: Kinderorthopädie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1983; S.132-133
- (4) Waanders N.A., Philips W., Torchia M.M.: Epidemiology and pathogenesis of developmental dysplasia of the hip. UpToDate 2011
- (5) Patel H.: Preventive health care, 2001 update: screening and management of developmental dysplasia of the hip in newborns. CMAJ 2001; 164(12):1669-77
- (6) Valesco R.: Hüftdysplasie und Hüftluxation. Pädiatrie, die Fortbildungszeitschrift für Pädiater und Allgemeinärzte, 2/2012; S.31-36
- (7) Wynne-Davies R.: Acetabular dysplasia and familial joint laxity: two etiological factors in congenital dislocation of the hip. A review of 589 patients and their families. J Bone Joint Surg Br. 1970 Nov; 52(4):704–716
- (8) Lordkipanidse E. F.: Genetische Untersuchung der angeborenen Hüftluxation (Zwillingsanalyse). Beitr. Orthop. Traumatol. 1977; 24:13
- (9) Idelberger K.: Die Erbpathologie der sog. angeborenen Hüftverrenkung. Bruns Beitr. Klin. Chir., 1951 (Sonderband)
- (10) Hefti F.: Kinderorthopädie in der Praxis. Springer-Verlag Heidelberg 2006; S.177-201

- (11) Graf R.: Sonographie der Säuglingshüfte und therapeutische Konsequenzen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2010; S.7
- (12) Niethard F.U., Günther K.-P., von Kries R., Allhoff P., Althofen L.: Klinisches und sonographisches Screening der Säuglingshüfte. Dt Ärztebl 2000; 97(23): A-1593–1599
- (13) Leitlinie der DGKJ, Betreuung von gesunden reifen Neugeborenen in der Geburtsklinik, AWMF online 2012; 024/005
- (14) Graf R.: Kursus der Hüftsonographie beim Säugling. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena New York, 1995
- (15) von Rosen S.: Early diagnosis and treatment of congenital dislocation of the hip joint. Acta orthop. Scand. 1956; 26:695-700
- (16) Waanders N.A., Phillips W., Garcia-Prats J.A.: Treatment and outcome of developmental dysplasia of the hip. UpToDate 2011
- (17) Bialik V.: Pavlik's method in developmental dysplasia of the hip, Acta Orthopaedica et Traumatologica Turc 2007; 41 Suppl 1:19-24
- (18) Bialik V.: Arnold Pavlik (1902-62): an autobiography. Journal of Medical Biography 2006;14:3-7
- (19) Pavlik A.: Die funktionelle Behandlungsmethode mittels Riemenbügel als Prinzip der konservativen Therapie bei angeborener Hüftgelenksverrenkungen der Säuglinge. Z. Orthop. 1957; 89:341-352
- (20) Mubarak S.J., Bialik V.: Pavlik: The Man and His Method. Journal of Pediatric Orthopaedics 2003; 23:342-346 2003
- (21) Lenart G., Vizkelety T.: Ergebnisse der Behandlung mit der Pavlikbandage. Orthop. Praxis

6/1991; 349-350

(22) Graf R.: Hüftsonographie. Grundsätze und aktuelle Aspekte. Orthopäde 1997; 26:14-24

(23) Graf R., Farkas P.: State of the Art: Sonographische Diagnostik der Säuglingshüfte: Sonogramm – Diagnose – Therapie. Marseille, München 1998

(24) Harland U., Sattler H.: Ultraschallfibel. Orthopädie, Traumatologie und Rheumatologie. Springer Verlag 1997; S. 20-139

(25) Niethard F.U.: Kinderorthopädie. Thieme Verlag, Stuttgart 1997; 6:81-105

(26) McCarthy J.J.: Developmental Dysplasia of the Hip, [emedicine.medscape.com](http://emedicine.medscape.com) 2008

(27) medistat, Medizinische Statistik. medistat GmbH, Kiel

(28) McHale KA, Corbett D.: Parental noncompliance with Pavlik harness treatment of infantile hip problems. J Pediatr Orthop. 1989 Nov-Dec; 9(6):649-52

(29) Lotem M.: Use of the Pavlik harness in congenital dislocation of the hip. J Bone Joint Surg Am. 1991; 73(3):472

(30) Hassan F.A.: Compliance of parents with regard to Pavlik harness treatment in developmental dysplasia of the hip. Journal of Pediatric Orthopaedics B 2009; 18:111-115

(31) Falliner A., Hahne H.J., Hassenpflug J.: Sonographic hip screening and early management of developmental dysplasia of the hip. J Pediatr Orthop B. Apr 1999; 8(2):112-7

(32) Paton R.W., Srinivasan M.S., Shah B., Hollis S.: Ultrasound screening for hips at risk in developmental dysplasia. Is it worth it? J Bone Joint Surg Br. Mar 1999;81(2):255-8

(33) Baumgart K., Mellerowicz H.: Hüftdysplasie. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date 2006;

1(6):579-598

(34) Atalar H., Sayli U., Yavuz O.Y., Uras I., Dogruel H.: Indicators of successful use of the Pavlik harness in infants with developmental dysplasia of the hip. *International Orthopaedics (SICOT)* 2007; 31: 145-150

(35) Dogruel H., Atalar H., Yavuz O., Sayli U.: Clinical examination versus ultrasonography in detecting developmental dysplasia of the hip. *Int Orthop.* Jun 2008; 32(3):415-9

(36) Henle P., Tannast M., Siebenrock K.A.: Imaging in developmental dysplasia of the hip. In *German. Orthopäde.* 2008; 37:525–531

(37) Gunay C., Atalar H., Dogruel H., Yavuz O.Y., Uras I., Sayli U.: Correlation of femoral head coverage and Graf alpha angle in infants being screened for developmental dysplasia of the hip. *Int Orthop.* 2009 Jun;33(3):761-4

(38) Weinstein S.L., Mubarak S.J., Wenger D.R.: Developmental hip dysplasia and dislocation: Part II. *Instr Course Lect* 2004; 53:531

(39) *Journal of the American Academy of Pediatrics: Clinical Practice Guideline: Early Detection of Developmental Dysplasia of the Hip.* *PEDIATRICS* Vol. 105 No. 4 April 1, 2000; S.896-905

(40) Ömeroglu H., Koparal S.: The role of clinical examination and risk factors in the diagnosis of developmental dysplasia of the hip: a prospective study in 188 referred young infants. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001; 121:7-11

(41) Morino T., Miyake Y., Matsushita T., Itadera E.: Pavlik harness applications for congenital dislocation of the hip. How short can they be made? *Arch Orthop Trauma Surg* 1998; 117:89-91

(42) Stevenson A.J., Shewalle S.B., Clarke N.: Pseudoparalysis in the Pavlik Harness: beware of septic arthritis. *J Child Orthop.* 2007; 1(5):287-289

- (43) Milan Jr., Makai F., Olos M., Bialik V.: Pavlik's method: a retrospective study. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. Vol. 126, No. 2 2006; S.73-76
- (44) Inoue T., Naito M., Nomiya H.: Treatment of developmental dysplasia of the hip with the Pavlik harness: factors for predicting unsuccessful reduction. J Pediatr Orthop B. 2001; 10(3):186-91
- (45) Cashman J.P., Round J., Taylor G., Clarke N.M.: The natural history of developmental dysplasia of the hip after early supervised treatment in the Pavlik harness. A prospective, longitudinal follow-up. J Bone Joint Surg Br 2002; 84:418-825
- (46) Suzuki S., Kashiwagi N., Kasahara Y. et al.: Avascular necrosis and the Pavlik harness. The incidence of avascular necrosis in three types of congenital dislocation of the hip as classified by ultrasound. J Bone Joint Surg Br 1996; 78:631
- (47) Murnaghan M.: Femoral Nerve Palsy in Pavlik Harness Treatment for Developmental Dysplasia of the Hip. J Bone Joint Surg Am. 2011; 93:493-499.
- (48) Kitoh H., Kawasumi M., Ishiguro N.: Predictive Factors for Unsuccessful Treatment of Developmental Dysplasia of the Hip by the Pavlik Harness. J Pediatr Orthop 2009; 29:552-557
- (49) Lerman J., Emans J., Millis M., Share J., Zurakowski D., Kasser J.: Early Failure of Pavlik Harness Treatment for Developmental Hip Dysplasia: Clinical and Ultrasound Predictors. Journal of Pediatric Orthopaedics 2001; 21:348-353
- (50) Viere R., Birch J., Herring J., Roach J., Johnston C.: Use of the Pavlik harness in congenital dislocation of the hip. An analysis of failures of treatment. J Bone Joint Surg Am 1990; 72:238-244
- (51) Harding M., Harke H., Bowen J., Guille J., Glutting, J.: Management of dislocated hips with Pavlik Harness treatment and ultrasound monitoring. J Pediatr Orthop 1997; 17:189-198.

(52) Hangen DH, Kasser JR, Emans JB, Millis MB.: The Pavlik harness and developmental dysplasia of the hip: has ultrasound changed treatment patterns? J Pediatr Orthop. 1995; 15(6):729-35

(53) Harris I., Dickens R., Menelaus M.: Use of the Pavlik harness for hip displacements. When to abandon treatment. Clin Orthop 1992; 281:29-33

(54) Borges J., Kumar S., Guille J.: Congenital dislocation of the hip in boys. J Bone Joint Surg Am. 1995; 77:975-984.

(55) Aus der Kinderklinik und Poliklinik der Universität Würzburg Direktor: Prof. Dr. med. Ch. Speer: Die Langzeitprognose von Kindern mit konnataler Hüftgelenkdsdysplasie unter besonderer Berücksichtigung der Muskelsonographie. Inaugural – Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg vorgelegt von Peter Oktabec, Würzburg, Oktober 2003

(56) Grill F., Bensahel H., Canadell J., Dungal P., Matasovic T., Viskelety T.: The Pavlik harness in the treatment of congenital dislocating hip: report on a Multicentre Study of the European Paediatric Orthopaedic Society. J Pediatr Orthop 1988; 8:1-8

(57) Wilkinson G., Sherlock D., Murray G.: The efficacy of the Pavlik harness, the Craig splint and the von Rosen splint in the management of neonatal dysplasia of the hip. J Bone Joint Surg Br 2002; 84:716-719

(58) Graf R.: Guide to Sonography of the Infant Hip. Thieme Verlag 1987; S.43-69

## 7. Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: original Pavlik-Bandage <sup>2</sup>
- Abbildung 2: moderne Pavlik-Bandage am Patienten
- Abbildung 3: Patientenultraschallbild, Einstellung der Standardebene mit den drei wichtigen Punkten
- Abbildung 4: Patientenultraschallbild, sonographische Darstellung der relevanten Parameter
- Abbildung 5: Reifungskurve nach Tschauner et al 1994 <sup>11</sup>
- Abbildung 6: Schematische Darstellung eines Hüftgelenkes Typ I <sup>58</sup>
- Abbildung 7: Patientenultraschallbild, Beispiel Hüftgelenk Typ I
- Abbildung 8: Schematische Darstellung Typ II <sup>11</sup>
- Abbildung 9: Schematische Darstellung Typ III <sup>58</sup>
- Abbildung 10: Schematische Darstellung Typ IV <sup>58</sup>
- Abbildung 11: Patientenultraschallbild, Beispiel Hüftgelenk Typ IV
- Abbildung 12: Behandlungsschema der Säuglingshüftdysplasie mittels Pavlik-Bandage an der Orthopädischen Universitätsklinik Regensburg
- Abbildung 13: „Verbindungsline beider Y-Fugen“ <sup>2</sup>
- Abbildung 14: Konstruktion des AC-Winkels <sup>2</sup>
- Abbildung 15: Ultraschallbild linke Hüfte vor Pavlik-Bandage, Typ IId
- Abbildung 16: Ultraschallbild linke Hüfte nach Pavlik-Bandage, Typ IIb
- Abbildung 17: Ultraschallbild linke Hüfte nach Therapieende, Typ Ia

## 8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung anamnestischer Risikofaktoren <sup>1, 2, 10</sup>

Tabelle 2: Instabilitätsgrade der Tastbefunde bei Hüftdysplasien und Hüftluxationen nach Tönnis <sup>2</sup>

Tabelle 3: Einteilung in Gruppen und Subgruppen nach entsprechenden Kriterien

Tabelle 4: Übersicht über die sonographische Typeneinteilung nach Graf <sup>1, 58</sup>

Tabelle 5: Normal- bzw. Mittelwerte des AC-Winkels, modifiziert nach Tönnis 1966 <sup>2</sup>

Tabelle 6: Grenzwerte normaler Pfannendachwinkel nach Tönnis und Brunken <sup>2</sup>

Tabelle 7: Überblick Hüfttypenverteilung nach Geburt

Tabelle 8: Überblick Hüfteinteilung bei Behandlungsende

## 9. Diagramme

Diagramm 1: Geschlechterverteilung der in die Studie eingeschlossenen 37 Patienten mit Pavlik-Bandage

Diagramm 2: Behandlungsbedürftige Hüftdysplasie im unmittelbaren Umfeld der Studienpatienten

Diagramm 3: Aufteilung der 37 Patienten in positive und negative Familienanamnese

Diagramm 4: Korrelation zwischen Risikofaktoren Familienanamnese und DDH, linke Hüftseite

Diagramm 5: Korrelation zwischen Risikofaktoren Familienanamnese und DDH, rechte Hüftseite

Diagramm 6: Schwangerschaftsanamnese; \*SS = Schwangerschaft

Diagramm 7: Auftreten von Risikofaktoren bei SS bzw. Geburtsanamnese bei n=37

Diagramm 8: Korrelation zwischen Risikofaktoren Schwangerschaftsanamnese und DDH, linke Hüftseite

Diagramm 9: Korrelation zwischen Risikofaktoren Schwangerschaftsanamnese und DDH, rechte Hüftseite

Diagramm 10: Behandlungsart

Diagramm 11: Altersverteilung zum Zeitpunkt Therapiebeginn mit Pavlik-Bandage

Diagramm 12: Seitenbeteiligung dysplastischer Hüften bei 37 Patienten

Diagramm 13: Verteilung der Hüfttypen, linke Hüften nach Geburt

Diagramm 14: Klassifikationverteilung nach Graf, rechte Hüften

Diagramm 15: Verteilung der Hüfttypen nach Graf nach Behandlungsende auf der linken Seite

Diagramm 16: Verteilung der Hüfttypen nach Graf nach Behandlungsende auf der rechten Seite

Diagramm 17: Verlauf der Alpha-Winkel im Seitenvergleich

Diagramm 18: Unterschied zwischen den Alpha-Winkeln bei Geburt und nach Pavlik Abnahme, linke Hüftseite

Diagramm 19: Unterschied zwischen den Alpha-Winkeln bei Geburt und nach Pavlik Abnahme, rechte Hüftseite

Diagramm 20: Verlauf der Beta-Winkel im Seitenvergleich

Diagramm 21: Unterschied zwischen den Beta-Winkeln bei Geburt und nach Pavlik Abnahme, linke Hüftseite

Diagramm 22: Unterschied zwischen den Beta-Winkeln bei Geburt und nach Pavlik Abnahme, rechte Hüftseite

Diagramm 23: Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwerte) der linken Hüfttypen  
Diagramm 24: Alpha-Winkel-Verläufe (Mittelwerte) der rechten Hüfttypen  
Diagramm 25: Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwerte) der linken Hüfttypen  
Diagramm 26: Beta-Winkel-Verläufe (Mittelwerte) der rechten Hüfttypen  
Diagramm 27: Verlauf der Alpha-Winkel-Mittelwerte der Gruppe Behandlungsart, linke Hüftseite  
Diagramm 28: Verlauf der Alpha-Winkel-Mittelwerte der Gruppe Behandlungsart, rechte Hüftseite  
Diagramm 29: Verlauf der Alpha-Winkel-Mittelwerte der Gruppe Behandlungsbeginn, linke Hüftseite  
Diagramm 30: Alpha-Winkel-Mittelwerte der Gruppe Behandlungsbeginn, rechte Hüftseite  
Diagramm 31: Behandlungsbeginn nach Geburt und die jeweiligen Graf-Alpha-Winkel  
Diagramm 32: Verlauf der Alpha-Winkel-Mittelwerte der Gruppe Familienanamnese, linke Hüftseite  
Diagramm 33: Verlauf der Alpha-Winkel-Mittelwerte der Gruppe Familienanamnese, rechte Hüftseite  
Diagramm 34: Verlauf der Alpha-Winkel-Mittelwerte der Gruppe Schwangerschaftsanamnese, linke Hüftseite  
Diagramm 35: Verlauf der Alpha-Winkel-Mittelwerte der Gruppe Schwangerschaftsanamnese, rechte Hüftseite  
Diagramm 36: Teilnahme an den röntgenologischen Nachkontrollen bei 37 Patienten  
Diagramm 37: AC-Winkel der Beckenübersichtsaufnahmen nach Laufbeginn der linken Hüften  
Diagramm 38: AC-Winkel der Beckenübersichtsaufnahmen nach Laufbeginn der rechten Hüften  
Diagramm 39: AC-Winkel der Beckenübersichtsaufnahmen nach 3 Jahren der linken Hüften  
Diagramm 40: AC-Winkel der Beckenübersichtsaufnahmen nach 3 Jahren der rechten Hüften  
Diagramm 41: AC-Winkelverlauf (Median) der linken und rechten Hüfte  
Diagramm 42: Anteil an Hüftdysplasien nach 3 Jahren

## **10. Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen herzlich bedanken, die durch ihre Unterstützung und ihr Interesse zur Vollendung dieser Arbeit beigetragen haben.

Meinem Doktorvater, Prof. Dr. Dr. J. Grifka, danke ich für die Überlassung des Themas und die Möglichkeit diese Arbeit an seiner Klinik durchführen zu dürfen.

Ein herzlicher Dank gilt Herrn Doktor Jan Matussek für die kompetente Anleitung sowie die ständige Bereitschaft zu Gesprächen und Anregungen, die für das Gelingen der Arbeit maßgebend waren. Durch seine freundliche Betreuung war es mir möglich, Einblicke in das wissenschaftliche Arbeiten zu erhalten.

Vielen Dank an Frau Ulrike Schulz und medistat GmbH für die statistische Beratung und sympathische Hilfe.

Weiterhin gilt großer Dank an Thomas für die vielen technisch-praktischen Hilfestellungen zu jeder Zeit.

Für die Durchsicht und Unterstützung bei der Formatierung danke ich meinem Bruder Max und Dorothee.

Danke an Daniel, der stets an meiner Seite war.

Abschließend möchte ich mich von Herzen bei meinen Eltern bedanken, die mich auf meinem Lebensweg stets in jeder Hinsicht liebevoll unterstützt und begleitet haben.

