

## Zusammenfassung

Die Röntgenaufnahme der Beckenübersicht hat auch heute bei Diagnose und Behandlung der Hüftdysplasie im Kleinkindesalter neben der Sonographie noch ihre Indikation. Die Beine des Kleinkindes sind in Mittelstellung zu halten. Seitdrehungen und verstärkte Inklination des Beckens sind zu vermeiden.

Der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner ist der bevorzugte Meßwert zur Abgrenzung der Dysplasie. Längerfristige Nachuntersuchungen von Extremwerten und Grenzziehungen durch Standardabweichungen geben Entscheidungshilfen. Die Übergänge vom Normalen zum Krankhaften sind aber fließend. Spontane Besserungen kommen in bestimmten Prozentsätzen vor, aber auch Verschlechterungen. Grenzwertige Gelenke sollten länger beobachtet werden.

Auf die Vorteile der orthograden Seitenaufnahme des Schenkelhalses und Hüftkopfes bei 90° Beugung nach Fürmeyer und Imhäuser für die bessere Früherkennung der Catterall-Gruppen bei M. Perthes im Vergleich zur Lauenstein-Aufnahme wird hingewiesen.

Die Arthrographie sollte auch heute bei nicht tief einstellbaren Hüftluxationen herangezogen werden. Der Druck eines verengten knorpeligen Pfanneneingangs verursacht Hüftkopfnekrosen. In solchen Fällen sind Extensionsmaßnahmen zunächst angezeigt.

## Schlüsselwörter

Röntgenuntersuchung – Hüftgelenke im Kleinkindesalter – Normalwerte des Pfannendachwinkels – Spontanentwicklung – Arthrographie

# Röntgenuntersuchung und Arthrographie des Hüftgelenks im Kleinkindesalter

D. Tönnis

Orthopädische Klinik, Städtische Kliniken Dortmund

Die Ultraschalluntersuchung der Neugeborenen und der Kinder im 1. Lebensjahr hat in den deutschsprachigen Ländern aufgrund der Arbeiten und der Schulung Grafs [15–17] eine so weitgehende Sicherheit erreicht, daß Röntgenuntersuchungen zu dieser Zeit nur in besonderen Fällen noch durchgeführt werden. Erst gegen Ende des 1. Lebensjahres und bei schwereren Luxationsgraden werden sie zum Vergleich herangezogen. So können heute bei einer Besprechung der Röntgendiagnostik der Hüftluxation im Kleinkindesalter Meßmethoden weggelassen, die sich mit der Stellung des Femurendes bei noch nicht aufgetretenem Hüftkopfkern befassen. Da schwere und ältere Hüftluxationen seltener geworden sind, wird auch die Arthrographie nicht mehr so häufig erforderlich. Sie hat aber doch bei Schwierigkeiten der Einstellung zur Nekrosevermeidung weiter ihre Indikation, ebenso auch bei Fehlbildungen wie beispielsweise der angeborenen Femurdysplasie (proximal femoral focal deficiency), deren Diagnostik für eine stabilisierende Behandlung im Gipsverband heute ebenfalls nach Geburt erfolgen sollte [42].

Der Beckenübersichtsaufnahme im Kleinkindesalter und der Diagnostik des Pfannendachwinkels nach Hilgenreiner [19] werden oft vorgeworfen, daß sie unzuverlässig und

mit zu viel Fehlern behaftet seien [31]. Wie ein Sonographiebild nur ausgewertet werden darf, wenn alle 3 Merkmale der Standardebene vorhanden sind, so muß auch an das Röntgenbild die Forderung einer korrekten Lagerung des Beckens und der Beine gestellt werden, um Fehlprojektionen und Meßfehler zu vermeiden.

## Technik der Lagerung und der Bildzentrierung

Da sich die Pfannendachwinkel mit Seitdrehung des Beckens und unterschiedlicher Beckenkipfung projektionsbedingt ändern, muß ein Kleinkind zumindest von einer Person gehalten werden. Die Beine sollen entsprechend Abb. 1 so liegen, daß die Kniegelenke genau nach vorn gerichtet sind. Damit erscheint der Schenkelhals in der richtigen Drehstellung und die Projektion einer Coxa valga durch Außenrotation wird vermieden. Wegen der leichten Beugekontraktur der Kleinkinder sollen die Hüftgelenke auch 10–15° gebeugt werden, sonst bringen wir das Becken in zuviel Inklination. Unter Inklination oder Beckenkipfung verstehen wir eine bestimmte Neigung des Beckens nach vorn, unter Beckenaufrichtung eine Verringerung dieser Neigung. Beim Erwachsenen beträgt sie gemessen an der Verbindungslinie vom Promontorium des Kreuzbeins zum Oberrand der Symphyse 60°.

Orthopäde (1997) 26: 49–58  
© Springer-Verlag 1997

## Radiography and arthrography in the infant hip

D. Tönnis

### Summary

Radiographic examination of infants' hips is still indicated sometimes in addition to the sonographic examination. The legs have to be kept in a neutral position. The pelvis should not be turned to the side or tilted.

Hilgenreiner's acetabular index is preferred in the diagnosis of hip dysplasia. Long-term follow-ups of critical values show spontaneous improvement in some cases, but also joints with increasing dysplasia. Critical values between one and two standard deviations of our material and somewhat above have to be followed.

The axial orthograde view of the hip as a lateral view of the femoral head is recommended in Perthes' disease to determine the Catterall groups more exactly than in the Lauenstein position.

Arthrography is still indicated in dislocated hips that cannot be reduced into the socket because of a narrow cartilaginous inlet. Here the risk of avascular necrosis is high and traction is indicated.

### Key words

Radiography in infants – Acetabular index – Normal values – Spontaneous development – Arthrography

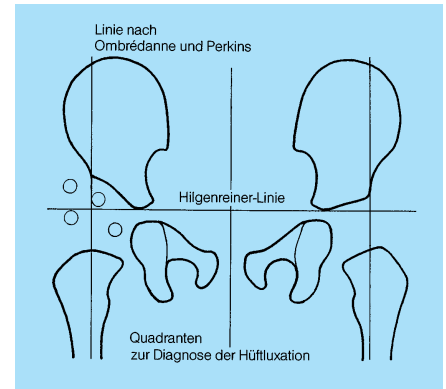


**Abb.1.** Lagerung und Halten eines Kleinkindes für die Röntgenaufnahme der Beckenübersicht. Hüftgelenke gering gebeugt, Kniegelenke genau a.-p. gehalten. Die Röntgenkassette wurde bei der Fotografie irrtümlich zu groß gewählt. Für das Foto wurden auch keine Bleihandschuhe getragen. (Aus [46])

Imhäuser [22] schlägt vor, bei Kindern wegen der erhöhten Antetorsion die Beine bei der Röntgenaufnahme innenrotiert zu lagern, um Fehldiagnosen bei einer Lateralisierung des Hüftkopfes zu vermeiden. Im 1. Lebensjahr, und geringer auch noch im 2., herrschen aber Außenrotationskontrakturen vor [34]. Unseres Erachtens reicht auch später die Neutralstellung aus.

Bei älteren Kindern und Erwachsenen wird empfohlen, die Beckenübersichtsaufnahme bei über die Tischkante herabhängenden Unterschenkeln zu röntgen [29]. Damit bringen wir das Becken aber in stärkere Inklinatation (Kippung) und die Pfannen projizieren sich anders. Deshalb ist davon abzusehen. Es genügt, einen Sandsack in neutraler Rotationsstellung der Kniegelenke über die Unterschenkel zu legen [46, 47].

Die Zentrierung der Aufnahme erfolgt auf einen genau auf der Mitte zwischen beiden Hüftköpfen liegenden Punkt, der etwas oberhalb der Symphyse liegt. Denkt man sich eine Verbindungslinie zwischen beiden



**Abb.2.** Linien nach Hilgenreiner sowie Ombrédanne und Perkins; eingezeichnet sind ferner Kopfkern in den verschiedenen Quadranten. (Aus [46])

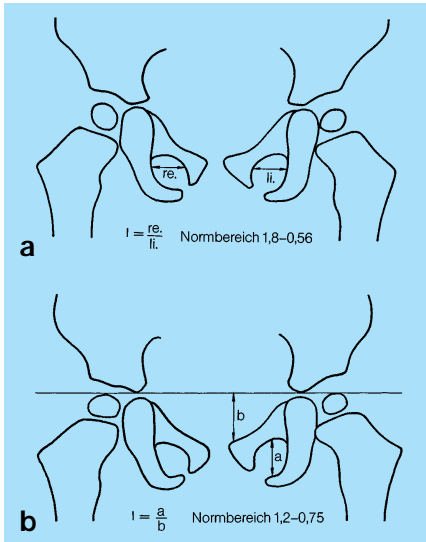
Beckenkammspitzen (Spinae iliacae ant. sup.) so liegt der Zentrierungspunkt auch auf der Hälfte einer senkrechten Verbindungslinie zur Symphyse.

Als Bleischutz bei Mädchen werden nach unten zugespitzte Auflagen verwandt, die die Pfannen freilassen und den übrigen Bauch und die Leber abdecken, oder rundliche, die nur die Beckenlichtung überdecken.

### Meßwerte der Lagerung des Beckens

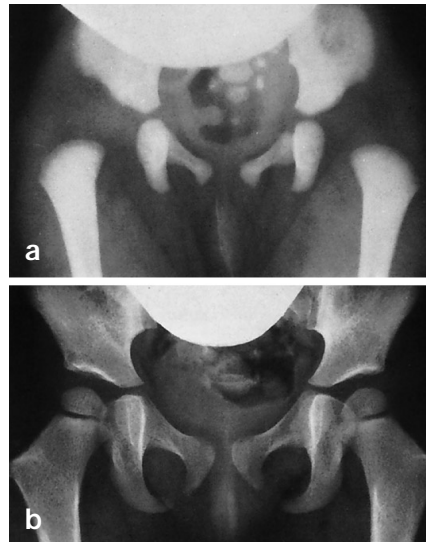
Meßwerte für die Prüfung der Lagerung des Beckens bei Seiddrehungen des Beckens um die Körperlängsachse lassen sich durch einen „Drehungsquotienten“ ermitteln, wenn man den Querdurchmesser des rechten Foramen obturatum durch den des linken teilt [46] (Abb.3a). Bei einem Quotienten zwischen 1,8 und 0,56 beträgt der zusätzliche Unterschied zwischen dem Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner rechts und links durchschnittlich nur etwa 2°. Der Winkel wird auf der Seite zu der gedreht wird niedriger, auf der Gegenseite höher. Bei stärkerer Drehung und gleichzeitig vermehrter Kippung des Beckens kann der Unterschied bis zu 8° betragen [40]. Es sollten möglichst nur Aufnahmen mit Quotienten zwischen 1,8 und 0,56 verwendet werden.

Für verstärkte Beckenaufrichtung oder -kippung wurde ebenfalls ein Quotient angegeben [1]. Hier wird



**Abb. 3a, b.** Meßtechniken für die Überprüfung der Röntgenaufnahme hinsichtlich korrekter Lagerung des Kindes. **a** Ermittlung des Querdurchmessers der Foramina obturatoria zur Errechnung des Drehungsquotienten (s. Text). **b** Index zur Bestimmung der Beckenaufrichtung und -kipfung nach Ball und Kommenda. (Aus [46])

der senkrechte Durchmesser des Foramen obturatum durch den Abstand zwischen Os pubis und Hilgenreiner-Linie geteilt (Abb. 3b). Bei regelrechter Lagerung beträgt der Quotient 0,75–1,2. Eine neuere Überprüfung wurde von Portinario et al. veröffentlicht [35].



**Abb. 4a, b.** Beckenübersichten mit korrekter Lagerung des Beckens und der Schenkelhalse. **a** 4 Tage altes Kind mit beidseitiger Hüftluxation; **b** 2 1/2-jähriges Kind mit nahezu normalen Hüftgelenkverhältnissen nach Abheilung einer Hüftluxation rechts. Tränenfigur auf dieser Seite noch breiter als links. An beiden Pfannenerkern noch leichte Strukturauflockerungen als Rest von Erkerdefekten. (Aus [46])

### Die Beurteilung der Beckenübersichtsaufnahme

Die Beckenübersichtsaufnahme ist das am häufigsten im Kleinkindesalter gewünschte Röntgenbild (Abb. 4). Die Technik der Aufnahme und die Beurteilung der Lagerung auf dem Röntgenbild wurden bereits

besprochen. Nach einem Überblick über Entwicklung und Größe der Beckenschaufeln sowie der Sitz- und Schambeine werden die Hüftgelenke in folgender Hinsicht beurteilt:

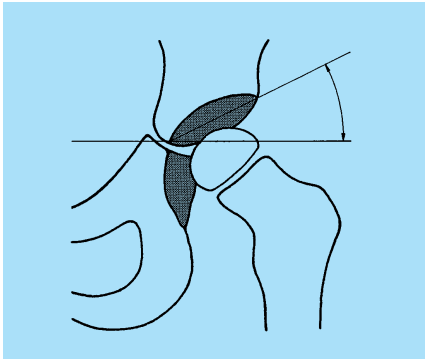
- Wie ist die Entwicklung des Hüftkopfkerns? Normal oder verzögert?
- Ist der Hüftkopf tief in die Pfanne eingestellt oder dezentriert? Wie erscheint die Tränenfigur (ab 4. bis 6. Monat)?
- Ist das Pfannendach von konkaver Form, anfangs leicht seitlich ansteigend, später fast horizontal mit breit angelegter Sklerosierungszone? Oder besteht eine Deformierung des Pfannendaches bei entwicklungsbedingter Hüftluxation?
- Ist der Erker eckig oder zeigt er einen sog. Erkerdefekt als kleine, ausgekehrte Eindellung?
- Steht der Schenkelhals in Mittelstellung, add- oder abduziert oder außenrotiert?

Im Röntgenbild läßt sich nicht entscheiden, ob eine erhöhte Antetorsion des Schenkelhalses vorliegt oder ob der Oberschenkel nur außenrotiert aufgenommen ist. Typisch ist das Näherrücken des Trochanters an den Hüftkopf in beiden Fällen und die steilere Stellung des Schen-

Tabelle 1

#### Grenzwerte normaler Pfannendachwinkel. (Aus [46])

Alter (Jahre/Monate)	Mädchen				Jungen			
	leicht dysplastisch (s)		schwer dysplastisch (2s)		leicht dysplastisch (s)		schwer dysplastisch (2s)	
	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
0/10-0/12	24,5	27	29	31,5	23,5	25	27	29
0/13-0/15	24,5	27	29	31,5	23	24	27,5	27,5
0/16-0/18	24,5	26	29	30,5	23	24	26,5	27,5
0/19-0/24	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



**Abb. 5.** Konstruktion des Pfannendachwinkels nach Hilgenreiner (AC-Winkel; Beschreibung s. Text; Aus [46])

kelhalses. Der Coxa valga messen wir heute keine besondere Bedeutung mehr bei solange die Epiphysenzone auf die Pfanne hin gerichtet ist oder zumindest nicht nach außen durch besondere Einflüsse. Entscheidend für die Entwicklung des Schenkelhalses ist neben muskulären Bedingungen ein normales Pfannendach.

### Hilfslinien zur Beurteilung der Femurstellung

Von den Hilfslinien, denen wir im folgenden noch begegnen werden, ist zuerst die Senkrechte gezogen durch den seitlichen Pfannenerker zu nennen, angegeben von Ombredanne so-

wie Perkins (Abb. 2), dann die Transversallinie durch die Y-Fugen nach Hilgenreiner, die an den tiefsten Punkt der Beckenschaufel am Übergang von der Y-Fuge zum Pfannendach angelegt wird (Abb. 5). Weniger Bedeutung hat heute die Hilfslinie von Shenton und Menard. Sie soll im Normalfall als runder Bogen vom Schenkelhals weiter an den Oberband des Foramen obturatum verlaufen [46, 47].

### Die Tränenfigur und der Abstand des Femurs

Die von Köhler beschriebene Tränenfigur [23] bildet auf ihrer lateralen Seite den Pfannenboden in der Fossa acetabuli und medial die innere Beckenwandkortikalis in Höhe des hinteren Pfannenrandes [32, 33, 50]. Sie wird durch funktionelle Reize zwischen dem 4. und 6. Lebensmonat gebildet. Bei ungenügender Tiefeneinstellung des Hüftkopfes wird sie breit und V-förmig anstatt schmal und rund an der Spitze [6, 32, 33]. Sie kann deshalb auf eine Hüftinstabilität hinweisen. Zu beachten ist aber, daß auch diese Figur sich bei Seiddrehungen des Beckens unterschiedlich darstellt.

Eyring et al. [11] maßen an 1070 Hüften den „Tränenfigurab-

stand“ zum medialen Rand der proximalen Femurapophyse im Alter zwischen 6 und 11 Jahren. Der Durchschnittswert betrug  $8,8 \pm 1,3$  mm. Für Kleinkinder hat Erlacher [10] einen Abstand zum Sitzbeinrand von 4–5 mm ermittelt. Pathologisch sind Werte von über 7,5 mm.

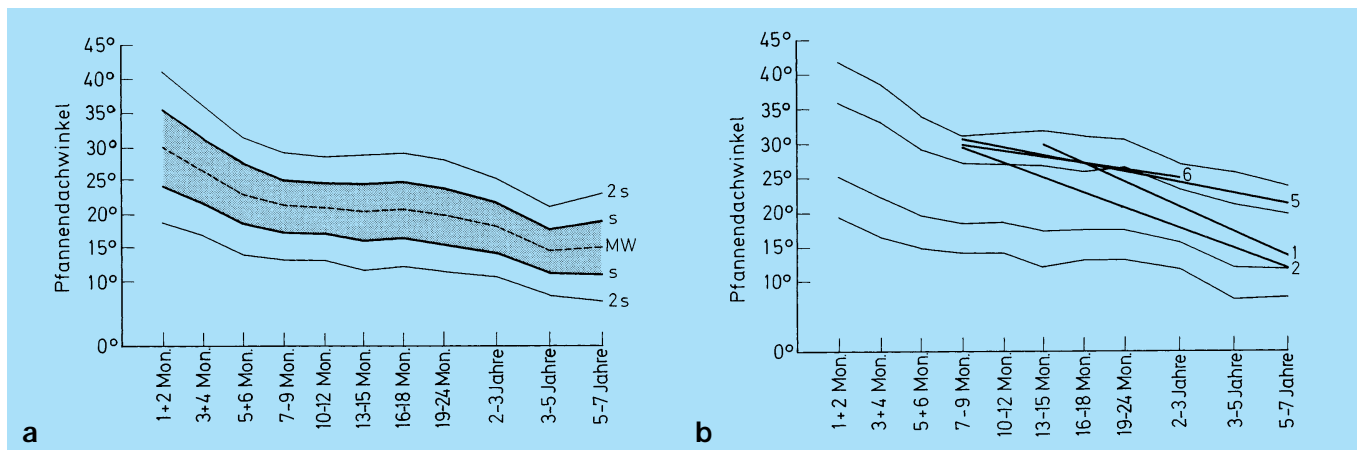
### Pfannendachwinkel

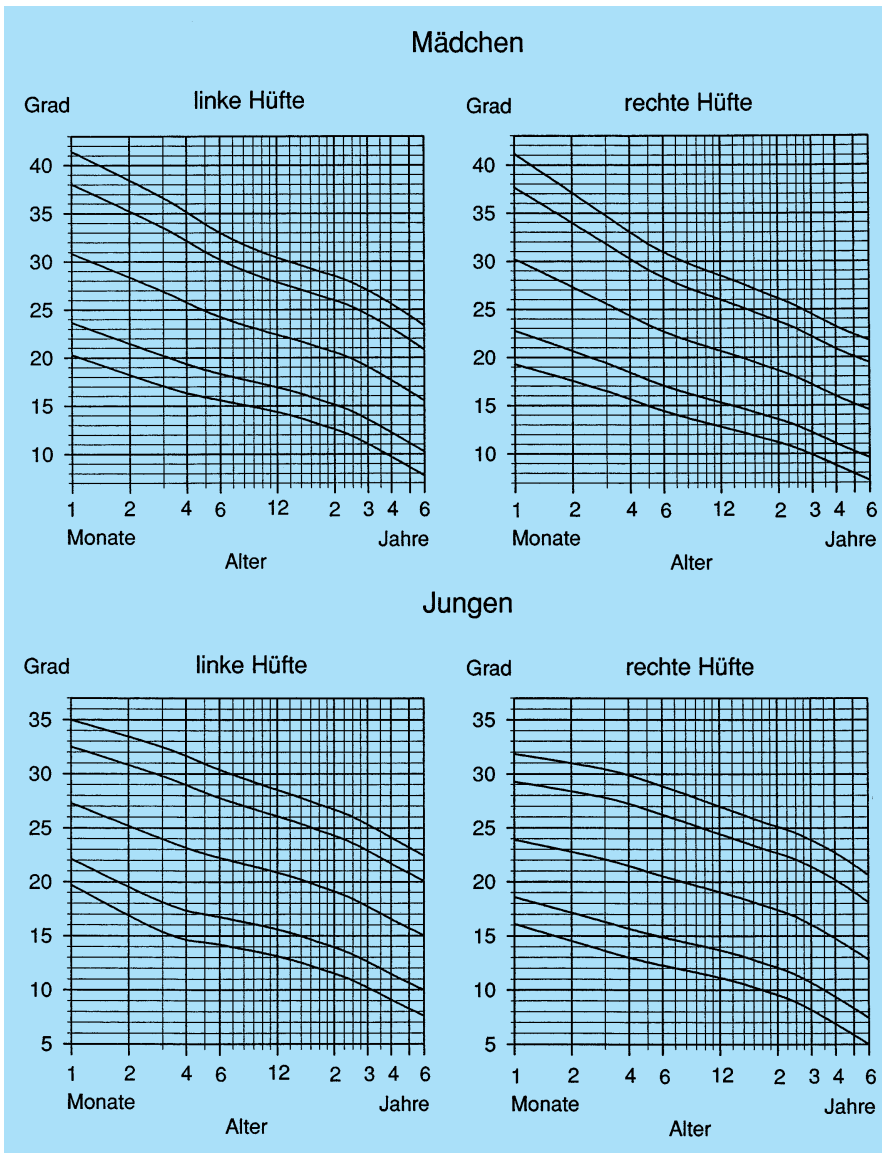
#### Meßtechnik

Der im Kindesalter fast ausschließlich gebrauchte Meßwert für die Beurteilung der Hüftdysplasie ist der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner [19], kurz auch AC-Winkel genannt oder im Englischen „acetabular index“. Idelbergers ACM-Winkel [20] beurteilt mehr die Pfannentiefe und weniger die Neigung des Pfannendaches. Der „Center-edge(CE)-Winkel“ nach Wiberg [51] läßt sich mit genügender Zuverlässigkeit erst ab etwa 5 Jahren messen, so daß wir erst ab diesem Alter auch den sog. Hüftwert ermitteln [2–4, 46, 47].

Zum Messen des Winkels benutzen wir einerseits die zu Anfang schon genannte Hilgenreiner-Linie, die durch beide Y-Fugen unten an den Iliumknochen angelegt wird, und als 2. Schenkel die Pfannendachtangente. Sie wird an der unteren äußeren Iliumecke angelegt und an das Ende der Sklerosierungslinie am Pfannenerker. Es wäre falsch, sie bei einem sehr gekippten oder aufgerichteten Becken an den nach unten vorspringenden Pfannenrand anzulegen (Abb. 5).

**Abb. 6. a** Statistische Verteilung von 2294 normalen und fraglich pathologischen rechtsseitigen Pfannendachwinkeln bei Mädchen in verschiedenen Altersstufen; angegeben wird der Mittelwert (MW) und die einfache (s) und doppelte (2s) Standardabweichung. **b** Einzelverläufe von Pfannendachwinkeln aus dem Bereich  $s-2s$ , dem Grenzbereich des Normalen. Wie ersichtlich, zeigen Nr. 1 und 2 Besserungen bis in den Normbereich, Nr. 5 und 6 bleiben Extremwerte. (Aus [46])





**Abb. 7.** Perzentil-Graphiken für die Dokumentation des Pfannendachwinkels. (Aus [30])

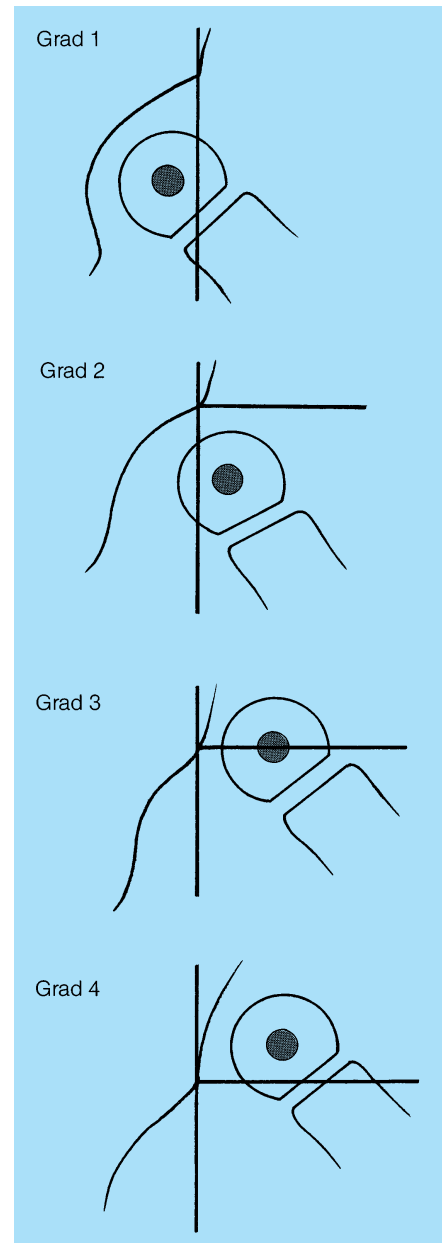
Auf die lagebedingten Änderungen dieses Winkels wurde bereits eingegangen. Berücksichtigt man sie entsprechend, dann ist dieser Winkel von großem Wert.

*Normalwerte und Abgrenzung der Dysplasie (Tabelle 1)*

Mittelwerte des Winkels bei Geburt und in verschiedenen Altersstufen wurden von vielen Autoren ermittelt und in unserer Monographie zusammengestellt [46, 47]. Mittelwerte genügen jedoch im Einzelfall nicht, wenn zu entscheiden ist, ob es sich um eine Dysplasie handelt oder nicht. Auch die Schwankungs-

breiten des Normalen über einen Zeitraum von mehreren Jahren wurden von mehreren Autoren zusammengestellt [2, 27, 28, 37, 38, 52, 53].

Das Problem ist aber, daß fast alle Autoren die Röntgenbilder mit dem klinischen Blick als normal oder pathologisch eingestuft haben. Aber erst nach einigen Jahren oder nach Wachstumsabschluß und mit letzter Sicherheit erst in höherem Alter läßt sich sagen, ob das Gelenk wirklich normal war und keine Arthrose entwickelte. In unserer gemeinsam mit Brunken durchgeführten Untersuchung an 2294 Hüftgelenken [44] wurden zunächst alle



**Abb. 8.** Einteilung der Luxationsgrade des Arbeitskreises für Hüft dysplasie. (Erläuterungen s. Text; Aus [46])

normalen und fraglich pathologischen Gelenke zusammengestellt und Grenzziehungen für die Weiterbeobachtung durch die einfache (s) und doppelte (2s) Standardabweichung ermittelt (Abb. 6 a). Es handelte sich also nicht um eine statistische Abgrenzung. Gelenke im Bereich von s-2s erschienen uns als grenzwertig und möglicherweise pathologisch. Deshalb führten wir an ihnen im Alter von 3–7 Jahren Nachuntersuchungen durch (Abb. 6 b).

Tabelle 2

**Normalwerte des AC-Winkels und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT). (Aus [46])**

Alter (Jahre/ Monate)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
0/3+0/4	25	< 30	≥ 30-< 35	≥ 35-< 40	≥ 40
0/5-2/0	20	< 25	≥ 25-< 30	≥ 30-< 35	≥ 35
2-3	18	< 23	≥ 23-< 28	≥ 28-< 33	≥ 33
3-7	15	< 20	≥ 20-< 25	≥ 25-< 30	≥ 30
7-14	10	< 15	≥ 15-< 20	≥ 20-< 25	≥ 25

Beurteilt man nur die Änderungen des Pfannendachwinkels, so war auszusagen:

- Verschlechterungen in den Bereich oberhalb 2s: 19,2%
- Verbleib im Bereich s-2s: 40,4%
- Verbesserung in den Bereich unter s: 40,4%

Beurteilt man die Entwicklung der Hüftgelenke mit dem „klinischen Blick“ so ergaben sich:

- Dysplasien 38,3%
- Fragliche Dysplasien 38,3%
- Normale Hüftgelenke 24,3%

Die Unterschiede in der Einstufung werden wahrscheinlich dadurch bedingt, daß Gelenke dicht unter der oberen s-Grenze noch als fragliche Dysplasien eingestuft wurden und Gelenke dicht unterhalb der 2s-Grenze schon als pathologisch. Unser „klinischer Blick“ war 1968 vielleicht auch noch nicht so geschärft wie heute.

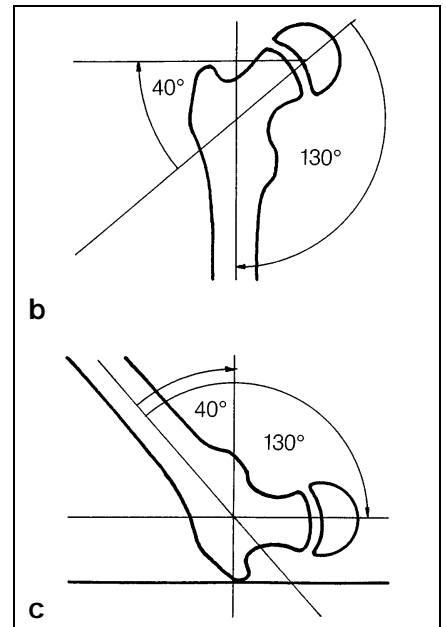
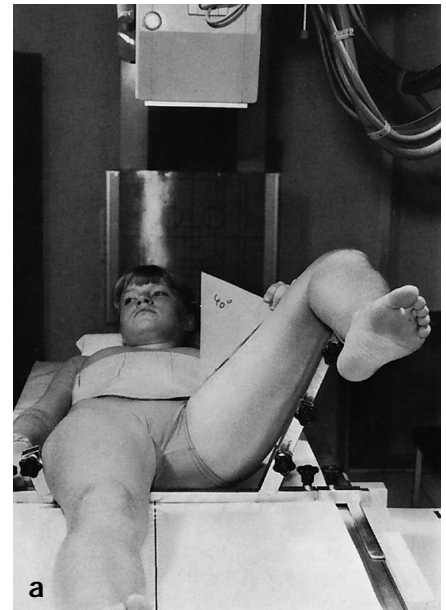
Aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse läßt sich nur sagen, daß die Grenze zwischen Normalbefund und Dysplasie im Wachstumsalter noch fließend ist, ähnlich wie wir das bei der sonographischen Untersuchung von den physiologisch unreifen 2a-Hüften nach Graf kennen. Unterhalb der einfachen Standardabweichung fanden wir regelmäßig Normalbefunde. Daher sehen wir die einfache Standardabweichung unseres Untersuchungsgutes in unseren Normalwerttabellen [44, 46, 47] als Grenze des sicheren Normalbereichs an und Winkel zwischen einfacher und doppelter Standardabweichung als Extremwerte, die sich in knapp 20% verschlechtern können, aber doch nach dem Kurvenverlauf bei 40% eine Besse-

rungs- und Normalisierungstendenz haben.

Kern et al. [12] haben inzwischen nachgeholt, was dieser Untersuchung 1968 noch fehlte, eine Verlaufskontrolle von Gelenken aus dem kritischen Bereich von s bis etwas über 2s hinaus nach Wachstumsabschluß (Altersmittelwert über 18 Jahre). Zur Beurteilung benutzten sie den Hüftwert, den CE-Winkel und den Ullmann-Sharp-Winkel. Nach dem Hüftwert waren 90% der Befunde normal, nach dem CE-Winkel 71%, nach dem Ullmann-Sharp-Winkel 81%, wenn man unsere Abweichungsgrade vom Normalen [42, 47, 48] heranzog. Demzufolge geht die spontane Normalisierung noch weiter, als nach unserer 5- bis 7-Jahres-Kontrolle zu erwarten, bleibt aber dann doch in einem gewissen Prozentsatz bei leichten Dysplasien und in einem kleinen bei stärkeren.

Bei Gelenken oberhalb der 2s-Grenze fanden Exner und Kern auch häufiger Besserungen. Vermutlich lagen diese Werte dichter an der Grenzlinie. Die Natur kennt eben keine scharfen Grenzziehungen und wir müssen sagen, daß sich mit stärkerem Überschreiten der 2s-Linie zunehmend als pathologisch einzustufende Gelenke finden.

Daß sich Restdysplasien auch nach Behandlung von Luxationen noch über Jahre bessern, wenn die Hüftgelenke stabil eingestellt und zentriert sind, ist mehrfach beschrieben [5, 25, 39, 49]. Es verblieb aber auch hier ein kleiner pathologischer Restanteil. Wir möchten deshalb festhalten, daß Gelenke aus dem Bereich s-2s und darüber langfristig



**Abb. 9.** Lagerung zur Röntgenaufnahme des Hüftgelenks axial und orthograd (a). Das Hüftgelenk wird 90° gebeugt und auf einer Hälfte des Lagerungsgestells von Rippstein gelagert. Die Abspreizung muß unter Berechnung der Größe des CCD-Winkels durchgeführt werden (b, c). (Aus [46])

noch weiter kontrolliert werden sollten und notfalls eine Azetabuloplastik [43, 45] vor dem Engerwerden der y-Fuge mit etwa 8 Jahren vorzunehmen ist. Die Entwicklung der Hüftgelenke hat nicht selten eine Eigendynamik wie Exner und Kern auch betonten, die zu Besserungen der Überdachung, aber auch uner-

Tabelle 3

Diagramm zur Ablesung errechneter reeller Werte des CCD-Winkels und des AT-Winkels. Die Ausgangsziffern wurden nach der Methode von Dunlap gewonnen. (Aus [46])

		Projizierter Antetorsionswinkel = Proj. AT $\sphericalangle$															
		5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
Projizierter Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel = Proj. CCD $\sphericalangle$	100°	4 101	9 100	15 100	20 100	25 100	30 99	35 99	40 98	45 97	50 96	55 95	60 94	65 94	70 93	75 92	80 91
	105°	5 105	9 105	15 104	20 104	25 103	31 103	35 102	41 100	46 100	51 99	56 98	60 97	65 96	70 95	75 94	80 92
	110°	5 110	10 110	16 109	21 108	27 108	32 106	36 106	42 105	47 104	52 103	56 101	61 99	66 98	71 97	76 95	80 93
	115°	5 115	10 115	16 114	21 112	27 112	32 111	37 110	43 109	48 107	52 105	57 104	62 102	67 101	71 99	76 96	81 94
	120°	6 120	11 119	16 118	22 117	28 116	33 115	38 114	44 112	49 110	53 108	58 106	63 104	68 103	72 101	77 98	81 95
	125°	6 125	11 124	17 123	23 121	28 120	34 119	39 118	44 116	50 114	54 112	58 109	63 107	68 105	72 103	77 100	81 95
	130°	6 130	12 129	18 127	24 126	29 125	35 124	40 122	46 120	51 117	55 116	60 112	64 109	69 107	73 104	78 101	82 96
	135°	7 135	13 133	19 132	25 131	31 130	36 129	42 126	47 124	52 120	56 118	61 114	65 112	70 109	74 105	78 102	82 96
	140°	7 139	13 138	20 137	27 135	32 134	38 132	44 130	49 127	53 124	58 120	63 117	67 114	71 111	75 107	79 103	83 97
	145°	8 144	14 142	21 141	28 139	34 138	40 136	45 134	50 131	55 128	59 124	64 120	68 117	72 114	75 110	79 104	83 98
	150°	8 149	15 147	22 146	29 144	35 143	42 141	47 138	52 136	56 134	61 129	65 124	69 120	73 116	76 112	80 105	84 100
	155°	9 154	17 152	24 151	32 149	38 148	44 145	50 142	54 139	58 137	63 132	67 128	71 124	74 119	77 115	81 108	84 103
	160°	10 159	18 158	27 157	34 155	44 153	46 151	52 147	57 144	61 141	65 134	69 132	73 128	76 122	79 116	82 111	86 105
	165°	13 164	23 162 <sup>a</sup>	33 160 <sup>a</sup>	40 159	47 158	53 156	57 153	62 148	67 144	69 140	73 135	76 130	78 122	81 119	83 113	86 106
	170°	15 169	27 167	37 166	46 164	53 163	58 159	63 157	67 154	70 150	73 145	76 142	78 134	80 130	83 122	84 118	87 113

Reeller AT  $\sphericalangle$  (obere Zahl) und reeller CCD  $\sphericalangle$  (untere Zahl)

<sup>a</sup> Werte vom Verf. geschätzt

warteten Verschlechterungen führen kann. Häufig verbergen sich dahinter neurologische Störungen. Eine stärkere Coxa valga kann auch das Wachstum der Knochenkerne am Pfannenrand stören. Andere Ursachen kennen wir vielleicht noch nicht.

Für Kontrollen im klinischen Routinebetrieb werden heute Perzentilgraphiken benutzt, die eine kontinuierliche Zeitachse mit logarithmischem Maßstab benutzen sowie, wenn nötig, mit Glättung der Rohdaten. Die Abb.7 zeigt Perzentilgraphiken des Pfannendachwinkels getrennt für Mädchen und Jungen und beide Körperseiten [30]. Sie gestatten ein schnelles Ablesen

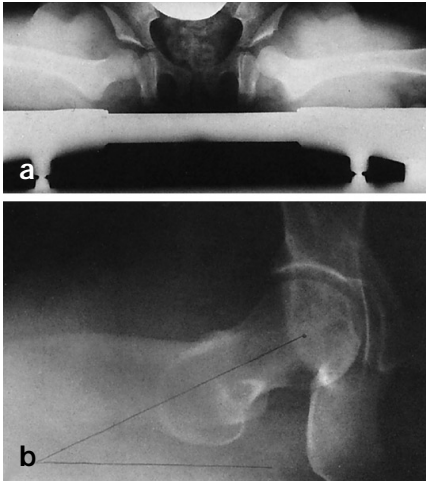
des Bereichs, in dem ein Winkel liegt.

Für wissenschaftliche Auswertungen und Klassifizierung der Hüftdysplasie vor und nach Behandlung führten wir im Arbeitskreis für Hüftdysplasie zu den Normalwerten noch Abweichgrade ein [41, 46, 47]. Mittelwerte genügen uns als Ergebnis nicht (Tabelle 2). Die Ausgangswerte und das Ergebnis lassen sich damit quantifizieren.

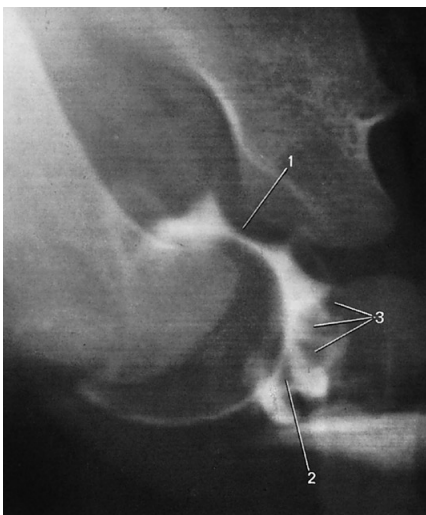
Zur Klassifizierung der Hüftluxationen im Röntgenbild wurden im Arbeitskreis für Hüftdysplasie 4 Luxationsgrade eingeführt (Abb. 8).

## Andere Röntgenaufnahmen im Kleinkindesalter

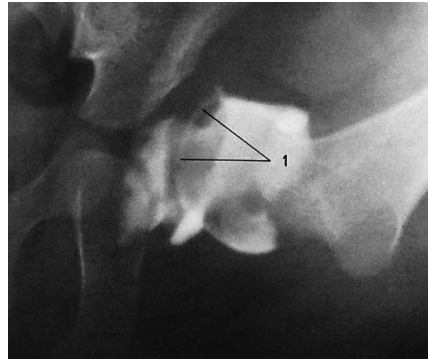
Andere Röntgenaufnahmen als die Beckenübersicht und andere Meßverfahren als der AC-Winkel sind im Kleinkindesalter selten erforderlich. Noch unzuverlässig ist das Messen des CE-Winkels und damit auch des Hüftwertes bei Kindern unter 5 Jahren. Die Faux profil Aufnahme nach Lequesne und deSeze [26] ist nur bei den seltenen vorderen Subluxationen angezeigt. Da die Perthes-Erkrankung heute auch Kinder unter 5 Jahren befällt, sind die Lauenstein-Aufnahme und die orthograde Seitenaufnahme nach Fürmaier [14] und Imhäuser [21] zu be-



**Abb. 10a, b.** Antetorsionsaufnahmen. **a** Bei einem Kind auf dem Lagerungsgestell nach Rippstein. Die Metallgrenze des Lagerungsgestells bildet die Horizontale, zu der der Winkel auch zu messen ist. Das Becken liegt hier exakt mit den Sitzbeinen an. Am linken Oberschenkel sind sowohl der Trochanter wie eine der Kniekondylen erkennbar. Beide sollen in gleichem Abstand vom Lagerungsgestell stehen. **b** Hier, bei einem Erwachsenen, ist wegen der Größenverhältnisse nur eine Seite geröntgt, alle anderen Regeln sind in gleicher Weise gültig. (Aus [46])



**Abb. 11.** Beispiel für Repositionsgrad 2 in stärkerer Ausprägung: der Hüftkopf steht zwar unter dem oberen Limbus (1), tritt jedoch nicht genügend tief in die Pfanne, da der obere Pfannenrand wulstig verformt und verdickt ist; das Lig.transversum (2) springt ebenfalls vor und verengt die Pfannenöffnung; auch im Pfannengrund sind Gewebsteile (3) als Kontrastmittelaussparung erkennbar. (Aus [46])



**Abb. 12.** Beispiel für Repositionsgrad 3: Hüftkopf ganz außerhalb der Pfanne; seine Kontur (1) überschneidet sich mit dem Pfannenrand, da er vermutlich hinter dem Gelenk steht. (Aus [46])

sprechen und für Torsionsanomalien noch die Antetorsionsaufnahme nach Rippstein [36] und Müller [29].

*Lauenstein-Aufnahme der orthograde Seitenaufnahme des Hüftkopfes und Schenkelhalses?*

Die axiale Aufnahme des Hüftgelenks im vertikalen Strahlengang nach Lauenstein [24] wird bei ca. 70° Beugung und ca. 50° Abspreizung vorgenommen. Das Bein fällt dann auch in Außenrotation, der Schenkelhals liegt der Platte dann nicht genau seitlich an. Es handelt sich eigentlich um eine Schrägaufnahme. Zur Abgrenzung der Stadien nach Catterall und Salter, die die Ausdehnung der Kopfnekrose von ventral nach dorsal angeben, sollte der Hüftkopf ebenso wie bei der Epiphysiolyse capitis femoris möglichst genau von der Seite erfaßt werden. Das ist durch die axiale orthograde Aufnahme nach Fürmaier und nach Imhäuser möglich. Die Abb. 9 zeigt, daß der Schenkelhals bei 90° Beugung parallel zur Röntgenkassette liegt, wenn man um den Winkel abspreizt, der sich durch Abzug von 90° vom Schenkelhalswinkel ergibt: hier ergeben sich 40°. Für Kleinkinder mit 140° CCD-Winkel spreizen wir 50° ab. Wenn ein früheres Röntgenbild schon vorliegt, läßt sich der Winkel auch dort messen. Bei stärkerer Antetorsion liegt der reelle CCD-Winkel allerdings tiefer als der projizierten.

zierte. Die Aufnahme erfolgt am besten auf einem Rippstein-Gestell. Nur muß die Abspreizung dann erhöht und individuell gelagert werden.

*Antetorsionsaufnahme nach Dunn, Rippstein und Müller*

Die Aufnahme erfolgt auf dem Lagerungsgerät von Rippstein, das im Handel erhältlich ist (Abb. 9, 10). Die Hüftgelenke sollen dabei in exakt 90° Beugung und 20° Abspreizung gelagert werden. Die Unterschenkel befinden sich in Schalen. Sie müssen parallel zur Körperlängsachse liegen. Die Sitzbeine sollten den Halterungsarmen des Gestells seitengleich gut anliegen. Die Aufnahme erfordert von der Röntgenassistentin Genauigkeit und etwas Erfahrung. Im Röntgenbild sollte das Becken dann ohne Seitneigung erscheinen. Die Oberschenkel liegen parallel zur Metallhalterung – von der Antekurvatur der Femora abgesehen.

Die Schenkel des Antetorsionswinkels werden von einer Linie gebildet, die durch den Hüftkopfmittelpunkt und die Mitte des Schenkelhalswinkels verläuft, und einer 2., die parallel zur Achse des Gestells einzuzeichnen ist. Dies ist jedoch nur ein projizierter, noch nicht ein reeller Winkel. Auf einer Beckenübersicht ist zusätzlich der Schenkelhalswinkel (CCD-Winkel nach M. E. Müller) zu bestimmen. Ein Diagramm nach einer Umrechnungsformel von Gautier läßt dann aus den gemessenen projizierten Winkeln die reellen ablesen (Tabelle 3).

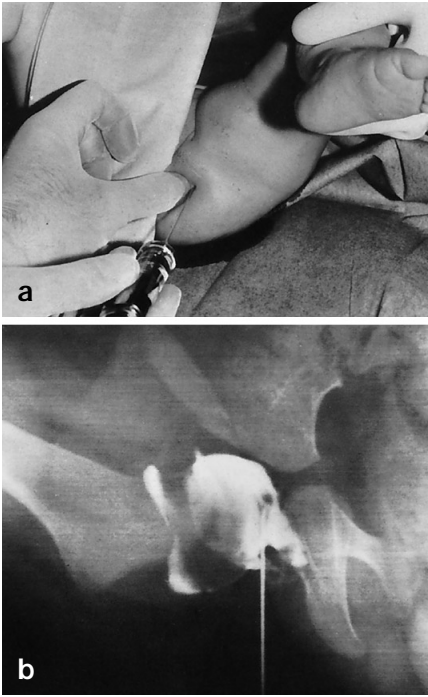
Für eine nur annähernde Antetorsionsbestimmung bietet sich heute auch eine Ultraschalluntersuchung der Antetorsion an. Für operative Maßnahmen wird man auf das Röntgenverfahren zurückgreifen und bei Jugendlichen und Erwachsenen auf die Computertomographie.

**Arthrographie des Hüftgelenks bei Kleinkindern**

*Indikation*

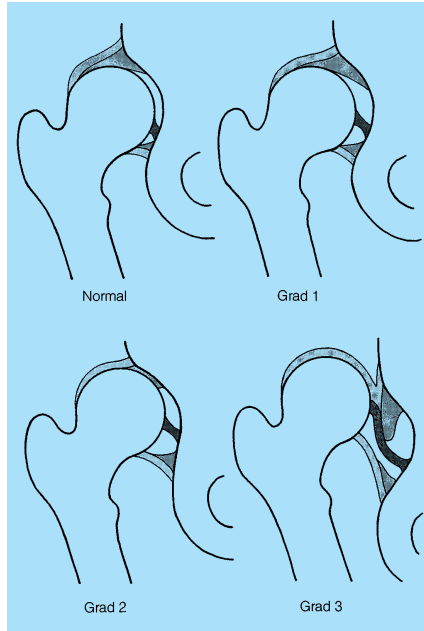
Die Arthrographie war vor Einführung der Sonographie und bei den oft spät erkannten Luxationen noch





**Abb. 13a, b.** Injektionstechnik der Arthrographie vom kaudalen Zugang. Wir verwenden heute jedoch eine Kanüle zur Spinalkanalpunktion mit Mandrin (Erläuterungen s. Text). (Aus [46])

häufiger angezeigt, denn es hatte sich gezeigt, daß nicht nur die verschiedenen Repositionsstellungen, insbesondere die Lorenz-Stellung, für die Hüftkopfnekrose im Gipsverband und der Hoffmann-Daimler-Bandage und -Schiene verantwortlich waren, sondern jede Einstellung eines Hüftgelenks gegen einen verengten Pfanneneingang durch einen verformten knorpeligen Erkerwulst und ein vorgezogenes Lig. transversum (Abb. 11, 12). Je enger der Pfanneneingang war und je weiter der Kopf in Repositionsstellung vom Pfannenboden entfernt stand, um so höher war die Hüftkopfnekrose rate [46–48]. Fehlte der Kopfkern oder war seine Entwicklung verzögert, so wuchs die Kopfnekrose rate auch. Bei Vorliegen derartiger Befunde ist eine sofortige Einstellung auch mit Pavlik-Bandage und Spreizschienen wegen der erhöhten Nekrosegefahr nicht indiziert. Eine Längsextension mit leichter Ab spreizung von 4–6 Wochen ist angezeigt und dann die Wiederholung der Arthrographie.



**Abb. 14.** Einteilungsgrade der angeborenen Hüftluxation nach Dunn, in ähnlicher Form auch von Howorth angegeben. (Aus [46])

Eröffnet sich der Pfanneneingang nicht, muß operativ reponiert werden. Auch heute, wenn auch seltener, sind Hüftgelenke vom Hüfttyp 4 nach Graf oft nicht konservativ reponierbar, und auch bei Typ 3 haben wir in einigen Fällen Schwierigkeiten gesehen. Gefährdet sind insbesondere Kinder mit längerer Steißlage in utero, ein Befund, der von den Gynäkologen heute auch durch Ultraschall diagnostiziert wird.

#### *Technik der Arthrographie beim Kleinkind*

Von verschiedenen Zugängen wählt man für die Arthrographie einer Hüftluxation beim Kleinkind am besten den kaudalen. Das Kind liegt in Rückenlage. Die Beine werden von einer 2. Person 110° gebeugt und 50° abgespreizt gehalten (Abb. 13a). Nach Desinfizieren der Haut, Unterschieben steriler Tücher und Abdecken der Vaginal- und Analregion, wird der Daumen auf den Sitzbeinhöcker gelegt. Unmittelbar lateral davon wird in kurzer Narkose in der Körperlängsrichtung und horizontal die Nadel eingestochen. Unter Sicht des Bildwandlers wird sie medial von dem lateralisierten Hüftkopf ho-

rizontal in die Pfanne vorgeschoben, bis sie am Pfannendach anstößt (Abb. 13b). Nach leichtem Zurückziehen wird erst eine kleine Kontrastmenge eingespritzt, um zu sehen, ob sie sich im Gelenk verteilt. Erst dann werden 0,5–1 oder 2 ccm nachgespritzt bis sich das Gelenk gut darstellt.

Die Beine sollen dann nicht bewegt werden. In der Repositionsstellung wird eine Beckenübersicht angefertigt ehe sich das Kontrastmittel verläuft. Für Einzelheiten sei auf ausführlichere Darstellungen verwiesen [7, 18, 46, 47]. Die von Dunn [8, 9] angegebenen Einteilungsgrade der Hüftluxation 1–3 entsprechen dem Hüfttyp 3a, 3b und 4 nach Graf (Abb. 14). Ganz ähnlich wurden sie auch schon von Faber beschrieben [13].

#### Literatur

1. Ball F, Kommenda K (1968) Sources of error in the roentgen evaluation of the hip in infancy. *Ann Radiol (Paris)* 11: 299
2. Brückl R, Hepp WR, Tönnis D (1972) Eine Abgrenzung normaler und dysplastischer jugendlicher Hüftgelenke durch den Hüftwert. *Arch Orthop Unfall Chir* 74: 13
3. Busse J, Gasteiger W, Tönnis D (1972) Eine neue Methode zur röntgenologischen Beurteilung eines Hüftgelenkes – Der Hüftwert. *Arch Orthop Trauma Surg* 72: 1
4. Busse J, Gasteiger W, Tönnis D (1972) Die Bedeutung des Hüftwertes für die Diagnose und Prognose deformierter Hüftgelenke. *Arch Orthop Trauma Surg* 72: 245
5. Casser HR, Zilkens J, Peschgens Th (1988) Langzeitbeobachtungen zum Verlauf von Restdysplasien. *Orthop Prax* 24: 557
6. Coleman SS (1978) *Congenital dysplasia and dislocation of the hip*. Mosby, Saint Louis
7. Crawford AH, Carothers TA (1982) Hip arthrography in the skeletally immature. *Clin Orthop* 162: 54
8. Dunn PM (1969) Congenital dislocation of the hip (CDH): Necropsy studies at birth. *Proc R Soc Med* 62: 1035
9. Dunn PM (1976) Perinatal observations on the etiology of congenital dislocation of the hip. *Clin Orthop* 119: 11
10. Erlacher P (1951) Hüftgelenksdysplasie. *Wien Klin Wochenschr* 62: 21
11. Eyring EJ, Bjornson DR, Peterson CA (1965) Early diagnostic and prognostic

- signs in Legg-Calve-Perthes disease. Am J Roentgenol 93: 382
12. Exner GU, Kern SM (1994) Spontanverlauf milder Hüftdysplasien vom Kleinkindes- bis ins Erwachsenenalter. Orthopäde 23: 181
  13. Faber A (1938) Untersuchungen über die Ätiologie und Pathogenese der angeborenen Hüftverrenkung. Thieme, Leipzig
  14. Fürmaier A (zit. nach Pöschl M) (1971) Zur Röntgenuntersuchung des Hüftgelenks bei der Hüftkopfkappenlösung. In: Diethelm L (Hrsg) Röntgendiagnostik der Skeletterkrankungen, Teil 4. Springer, Berlin Heidelberg, S200
  15. Graf R (1983) Die sonographische Beurteilung der Hüftdysplasie mit Hilfe der „Erkerdiagnostik“. Z Orthop 121: 693
  16. Graf R (1985) Sonographie der Säuglingshüfte – ein Kompendium. Bücherei des Orthopäden, Bd 43. Enke, Stuttgart
  17. Graf R (1987) The ultrasound examination of the hip. In: Tönnis D (ed) Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 172
  18. Grech P (1977) Hip arthrography. Chapman & Hall, London
  19. Hilgenreiner H (1925) Zur Frühdiagnose der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. Med Klin 21: 1385, 1425
  20. Idelberger K, Frank A (1952) Über eine neue Methode zur Bestimmung des Pfannendachwinkels bei Jugendlichen und Erwachsenen. Z Orthop 82: 16
  21. Imhäuser G (zit. nach Pöschl M) (1971) Zur Röntgenuntersuchung des Hüftgelenks bei der Hüftkopfkappenlösung. In: Diethelm L (Hrsg) Röntgendiagnostik der Skeletterkrankungen, Teil 4. Springer, Berlin Heidelberg, S200
  22. Imhäuser G (1982) Irrtümer in der Beurteilung kindlicher Hüftgelenke durch konventionelle Röntgentechnik. Z Orthop 120: 93
  23. Köhler A (1905) Die normale und pathologische Anatomie des Hüftgelenks und Oberschenkels in röntgenographischer Darstellung. Gräfe & Silem, Hamburg
  24. Lauenstein W (1890) Bemerkungen zum Neigungswinkel des Schenkelhalses. Langenbecks Arch Chir 40: 93
  25. Lenz G, Völker A, Schleberger R (1981) Der Verlauf von Restdysplasien nach konservativer Behandlung der sogenannten angeborenen Hüftgelenksdysplasie. In: Fries G, Tönnis D (Hrsg) Hüftluxation und Hüftdysplasie im Kindesalter. Med. Literarische Verlagsanstalt, Uelzen, S127
  26. Lequesne M, Seze S de (1961) Le faux profil du bassin. Nouvelle incidence radiographique pour l'étude de la hanche. Rev Rhum Mal Osteoartic 28: 643
  27. Lude L, Taillard W (1964) Le développement de la congruence articulaire de la hanche chez l'enfant. Rev Chir Orthop 50: 757
  28. Massie WK, Howorth B (1950) Congenital dislocation of the hip. J Bone Joint Surg [Am] 32: 519
  29. Müller ME (1957) Die hüftnahen Femurosteotomien. Thieme, Stuttgart
  30. Neidel J, Tönnis D (1994) Perzentil-Graphiken für die Dokumentation des Pfannendachwinkels bei Kindern mit Hüftdysplasie. Z Orthop 132: 512
  31. Niethard FU, Roesler H (1987) Die Genauigkeit von Längen- und Winkelmessungen im Röntgenbild und Sonogramm des kindlichen Hüftgelenkes. Z Orthop 125: 170
  32. Peic S (1970) Was bildet die Köhlersche Tränenfigur? Verh Dtsch Ges Orthop Traumatol 56. Kongr 1969. Enke, Stuttgart, S345
  33. Peic S (1971) Die Köhlersche Tränenfigur und ihre Bedeutung in der Röntgendiagnostik. RÖFO 114: 305
  34. Pitkow RB (1975) External rotation contracture of the hip. Clin Orthop 110: 139
  35. Portinaro NMA, Murray DW, Bhullar TBS, Benson MKD (1995) Errors in measurement of acetabular index. J Pediatr Orthop Part A 15: 780
  36. Rippstein J (1955) Zur Bestimmung der Antetorsion des Schenkelhalses mittels zweier Röntgenaufnahmen. Z Orthop 86: 345
  37. Schmid F, Blassmann K (1969) Beckenskelettentwicklung. Fortschr Med 87: 1334
  38. Scoles P, Boyd A, Jones PK (1987) Roentgenographic parameters of the normal infant hip. J Pediatr Orthop 7: 656
  39. Smith WS, Badgley CE, Orwig JB, Harroer JM (1968) Correlations of postreduction roentgenograms and thirty-one year follow-up in congenital dislocation of the hip. J Bone Joint Surg [Am] 50: 1081
  40. Tönnis D (1962) Über Änderungen des Pfannendachwinkels der Hüftgelenke bei Dreh- und Kippstellung des kindlichen Beckens. Z Orthop 90: 462
  41. Tönnis D (1985) Die Klassifizierung der Meßwerte nach Abweichungsgraden vom Normalen. In: Tönnis D (Hrsg) Die operative Behandlung der Hüftdysplasie. Technik und Ergebnisse. Bücherei des Orthopäden. Enke, Stuttgart, S20
  42. Tönnis D (1995) Eine konservative und operative Frühbehandlung angeborener Femurdysplasien und -defekte zur Erzielung eines frühzeitigen normalen Wachstums. Z Orthop 133: 543
  43. Tönnis D (1996) Lateral acetabuloplasty. In: Macnicol F (ed) Osteotomy of the hip. Mosby – Wolfe, St. Louis, p 31
  44. Tönnis D, Brunken D (1968) Eine Abgrenzung normaler und pathologischer Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie. Arch Orthop Unfall Chir 85: 237
  45. Tönnis D, Brüning K, Heinecke A (1994) Lateral acetabuloplasty. J Pediatr Orthop B 3: 40
  46. Tönnis D, Legal H (1984) Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter. Springer, Berlin Heidelberg New York
  47. Tönnis D, Legal H, Graf R (1987) Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults. Springer, Berlin Heidelberg New York
  48. Tönnis D, Itoh K, Heinecke A, Behrens K (1984) Die Einstellung der angeborenen Hüftluxation unter Arthrographiekontrolle, eine individuelle, risikoverringende und zeitsparende Methode. Z Orthop 122: 50
  49. Tönnis D, Brüning K, Clausing B, Heinecke A (1991) Ergebnisse konservativer Hüftluxationsbehandlung und ihre Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren. Orthop Prax 27: 341
  50. Vare VB Jr (1952) The anatomy of the pelvic tear figure. J Bone Joint Surg [Am] 34: 167
  51. Wiberg G (1939) Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip. Acta Chir Scand 83 [Suppl 58]: 5
  52. Wilcinson J, Cater C (1960) Congenital dislocation of the hip. The results of conservative treatment. J Bone Joint Surg [Br] 42: 669
  53. Zippel H (1971) Untersuchungen zur Normalentwicklung der Formelemente am Hüftgelenk im Wachstumsalter. Beitr Orthop 18: 255